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

ANA FLÁVIA DE ALBUQUERQUE

RELEVOS GRANÍTICOS COMO PROPOSTA DE GEOCONSERVAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BREJO DA MADRE DE DEUS - PERNAMBUCO

Recife
2020

ANA FLÁVIA DE ALBUQUERQUE

RELEVOS GRANÍTICOS COMO PROPOSTA DE GEOCONSERVAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BREJO DA MADRE DE DEUS - PERNAMBUCO

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos parciais para obtenção do título de doutora em Geografia.

Área de concentração: Regionalização e análise Regional.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos de Barros Corrêa

Recife

2020

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

A345r Albuquerque, Ana Flávia de.
Relevos graníticos como proposta de geoconservação no Município de Brejo da Madre de Deus - Pernambuco / Ana Flávia de Albuquerque. – 2020.
165 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos de Barros Corrêa.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Recife, 2020.
Inclui referências.

1. Geografia. 2. Geomorfologia. 3. Geodiversidade. 4. Geoconservação. 5. Relevo (Geografia) – Brejo da Madre de Deus (PE). I. Corrêa, Antonio Carlos de Barros (Orientador). II. Título.

910 CDD (22. ed.) UFPE (BCFCH2021-033)

ANA FLÁVIA DE ALBUQUERQUE

RELEVOS GRANÍTICOS COMO PROPOSTA DE GEOCONSERVAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BREJO DA MADRE DE DEUS – PERNAMBUCO

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos parciais para obtenção do título de doutor em Geografia.

Aprovada em: 28/02/2020

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antonio Carlos de Barros Corrêa (Orientador – Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Drielly Naamma Fonsêca (Examinador Interno)

Prof. Dr. Osvaldo Girão da Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Bruno de Azevêdo Cavalcanti Tavares (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Liége de Souza Moura (Examinadora Externa)
Universidade Estadual do Piauí

Aos meus pais Josefa Cristina de Albuquerque e Venceslau Ferrerira de Albuquerque *(in memorian*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela minha vida, a força concedida em todos os momentos da minha jornada pessoal e profissional e por sempre estar presente nas minhas realizações e sonhos compartilhados pelo silêncio da oração.

A minha família, em especial minha mãe Cristina, por todo apoio, confiança e amor incondicional em todos os momentos, as minhas irmãs Lilian e Maria Cristina, sobrinhos Luis Paulo e Lucas José, e Joacy Júnior, por toda partilha, amor e incentivo na minha caminhada, todos vocês são essenciais na minha vida sempre.

Aos meus amigos Lany, Arlete, Nazaré, Miguel e Fabiola pela força e paciência de me ouvir nos momentos difíceis, por fazerem parte do meu crescimento como ser humano, obrigada pela amizade, incentivo, risos e orações.

Ao meu orientador Antonio Carlos de Barros Corrêa, minha gratidão por toda paciência em todos esses anos de jornada acadêmica, desde a graduação até o doutorado, pelos ensinamentos e profissionalismo, sendo um grande incentivador da minha vida profissional. Agradeço por toda confiança, atenção e tempo dispensados, por todos os ensinamentos transmitidos ao longo desses anos; a dona Inalda pelo sorriso e olhar acolhedor, quando chegamos meio sem norte em sua casa para orientação. Muito obrigada!

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO), da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), em especial Eduardo Véras, por todo seu apoio e atenção dispensada ao longo dessa jornada.

Aos colegas da turma de doutorado e do Grupo de Estudos do Quaternário do Nordeste brasileiro (GEQUA) que se fizeram presentes nessa fase: Carla, Cabral, Leandro e Lourdes, por dividirmos nosso tempo e nossos anseios.

A Drielly Fônseca e Ana Clara Barros pelo apoio na banca de qualificação e na banca de defesa final pelas suas contribuições nesse trabalho

Ao professor Osvaldo Girão, pela oportunidade ao longo dessa jornada, pelos seus ensinamentos, partilha no GEQUA e participação na banca final deste trabalho.

A professora Liége Moura da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), agradeço pelas suas contribuições na banca para aprimoramento dessa tese.

Ao professor Bruno Tavares por gentilmente contribui com este trabalho.

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão de bolsa de estudo do doutorado.

Aos colegas docentes e discentes do Colegiado de Geografia, da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) pelo apoio nos estudos.

Portanto, agradeço a todos que participaram de forma direta e indireta para a construção desse trabalho.

RESUMO

A presente tese tem como objetivo avaliar o potencial para geoconservação da paisagem geomorfológica, voltada para compreender suas formas, a partir da sua complexidade estrutural, morfológica e cultural, aqui representada pelas geoformas do relevo granítico. Assim, no recorte geográfico estudado, o relevo granítico constitui uma expressão superficial particularmente marcante do contexto do semiárido pernambucano, com enfoque para as macroformas e microformas encontradas no município de Brejo da Madre de Deus – PE. Nesse sentido, a principal contribuição da pesquisa foi o mapeamento de sítios geomorfológicos representativos, em ambiente semiárido, e a disponibilização de parâmetros para conservação deste patrimônio, considerando critérios, orientações e procedimentos capazes de refletir a sua utilização para o turismo, pesquisa e educação. No tocante à geoconservação e à geodiversidade, essas fornecem contribuições significativas para compreender a evolução do relevo granítico e suas geoformas. Estas refletem os processos de intemperismo e erosão, originando relevos residuais, alguns de significativa singularidade paisagística. Por fim, o estudo propõe a quantificação das geoformas que pode permitir o uso das tipologias regionais para gestão de ações da sociedade direcionadas a propostas educativas e geoturisticas.

Palavras-chave: Geodiversidade. Geoconservação. Geopatrimônio. Relevo Granítico. Brejo da Madre de Deus.

ABSTRACT

The present thesis aims to evaluate potential geoconservation of the geomorphological landscape with the purpose of understanding its forms starting from its structural, morphological and cultural complexity, represented here by the geoforms of granitic relief. Thus, in the geographic section studied, the granite relief is of a particularly striking superficial expression of the context of Pernambuco's semiarid region, with a focus on the macroforms and microforms found in the municipality of Brejo da Madre de Deus - PE. In this sense, the main contribution of the research was the mapping of sample geomorphological sites, in a semiarid environment, and providing parameters for the conservation of this heritage, considering criteria, guidelines and procedures capable of reflecting its use for tourism, research and education. Regarding geoconservation and geodiversity, these provide significant contributions to understanding the evolution of granite relief and its geoforms. These reflect the weathering and erosion processes, giving rise to residual reliefs, some of which are of significant landscape uniqueness. Finally, the study proposes the quantification of geoforms that might allow the use of regional typologies for the stewarding of society's actions aimed at educational and geotourism proposals.

Keywords: Geodiversity. Geoconservation. Geopatrimony. Granitic Relief. Brejo da Madre de Deus.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Paisagem do ponto de vista patrimonial, modificado de Grandgirard (1997) 29
Figura 2 – Inselberg do município de Itapipoca, Ceará 66
Figura 3 – Bornhardts da Pedra do Cachorro, do município de Brejo da Madre de Deus – Pernambuco 67
Figura 4 – Boulder granítico localizado no Maciço de Uruburetama, município de Irauçuba, Ceará 70
Figura 5 – Caos de blocos nas encostas do Maciço granítico Batólito Caruaru-Arcoverde, município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco 71
Figura 6 – Nubbins encontrados no município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco 72
Figura 7 – Relevos em Tors encontrados no município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco 73
Figura 8 – Castle koppie situado na superfície erosiva rebaixada no entorno do Maciço de Uruburetama, município de Irauçuba, Ceará 74
Figura 9 – tafone basal, localizado na vertente dissecada seca do Maciço de Uruburetama, município de Itapajé, Ceará 76
Figura 10 – Marmita de dissolução em relevo granítico, município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco 79
Figura 11 – Mapa de Localização do Município de Brejo da Madre de Deus – PE. 83
Figura 12 – Mapa Geológico do Município de Brejo da Madre de Deus – PE 85
Figura 13 – Mapa geomorfológico com abrangência do Município de Brejo da Madre de Deus – PE 89
Figura 14 – Mapa pedológico com abrangência do Município de Brejo da Madre de Deus – PE 93
Figura 15 – Mapa de Localização dos Geomorfossítios no Município de Brejo da Madre de Deus – PE 104
Figura 16 – Paisagem granítica do Batólito Caruaru Arcoverde, marcada por caos em bloco ao longo do maciço residual de Brejo da Madre de Deus – PE 106
Figura 17 – Presença de caos de blocos dispersos em colúvios, município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco 108

Figura 18 – Presença de nubbins em áreas rebaixadas. 109
Figura 19 – Abertura cavernosa do tafoni e fraturas presentes na sua lateral com desintegração granular.....110
Figura 20 – Representação do Geomofossítio do Maciço Granítico Batólito Caruaru-Arcoverde e o geomorfossítio tafoni e as microformas, município de Brejo da Madre de Deus - PE.....112
Figura 21 – Pedimento presente na paisagem formado por etchplanação com nubbins circunvizinhos a uma rampa de pedimento 114
Figura 22 – Nubbins em agrupamentos na paisagem. 115
Figura 23 – Mapa Geomorfossítio do pedimento rochoso e o geomorfossítio nubbins, Município de Brejo da Madre de Deus - PE 116
Figura 24 – Tafoni em caverna Furna do Estrago em bornhardt na Serra da Boa Vista em patamar de 1.065 metros. 118
Figura 25 – Visão panorâmica da Furna do Estrago para visualização das formas de relevo 119
Figura 26 – Relevo saprolítico de blocos de granito modelados pela disjunção esferoidal em paleoambiente epigênico na Furna do Estrago 120
Figura 27 – Etapas de desenvolvimento do relevo saprolítico. 121
Figura 28 – Mapa geomorfossítio Bornhardt Furna do Estrago, município de Brejo da Madre de Deus – PE.....125
Figura 29 – Circunvizinhança de nubbins dispersos ao longo de todo geomorfossítio. 126
Figura 30 – Tors e nubbins ao longo da vertente.....127
Figura 31 – Mapa do Geomorfossítio do Riacho das Onças, Município de Brejo da Madre de Deus - PE.....129
Figura 32 – Marmita de dissolução em borda suave com reservatório de água e vegetação.....131
Figura 33 – Marmita em borda suspensa com reservatório, presença de caneluras e sedimentos, além de ser usado como reservatório de água típico do semiárido.....132
Figura 34 – Marmita em panela utilizada como reservatório de água e barramento em seu canal drenagem.....132
Figura 35 – Marmita em poltrona com formato estreito e apresentando fraturas no topo. 133

Figura 36 – Formas de pequenas marmitas incipientes com presença de caneluras. 134
Figura 37 – Presença de caneluras no topo da marmita. 135
Figura 38 – Tors associados à presença de nubbins em meio à vegetação de caatinga. 136
Figura 39 – Visão panorâmica do sítio contemplando as geoformas de marmitas com tors e nubbins 137
Figura 40 – Mapa do geomorfossítio Fazenda São João, Município de Brejo Madre de Deus – PE 138
Figura 41 – marmita de dissolução do tipo côncava em gnaisse. 139
Figura 42 – Marmita em poltrona com presença de pequenas ranhuras. 140
Figura 43 – Mapa do Geomorfossítio nas proximidades do teatro da Paixão de Cristo, distrito de Fazenda Nova, Município de Brejo da Madre de Deus – PE 141
Figura 44 – A vertente apresenta caos de bloco com nubbins ao lado de marmita de borda suave 142
Figura 45 – Marmita em escala de lagoa/paleo-lagoa com tors e nubbins e um bornhardt ao fundo. 143
Figura 46 – Mapa Geomorfossítio das marmitas de dissolução, Município de Brejo da Madre de Deus - PE 144
Figura 47 – Bornhardt da Pedra do Cachorro com caos em blocos sobre a vertente 145
Figura 48 – Bornhardt com expressividade na paisagem do município de Brejo da Madre de Deus – PE. 146
Figura 49 – Mapa Geomorfossítio Bornhadts Pedra do Cahorro, Município de Brejo da Madre de Deus – PE 148
Figura 50 – Mapa das Geoformas em relação ao município de Brejo da Madre de Deus – PE para o roteiro Granítico do Agreste Pernambucano 150

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 – Etapas de Leitura para análise da Paisagem.....28
Quadro 2 – Ficha de observação de aspectos dos atributos para catalogação de geomorfossítio.....101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relações das espécies encontradas na mata de brejo de altitude na Fazenda Bituri, Brejo da Madre de Deus – PE. 95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Academia Brasileira de Ciências
ABEQUA	Associação Brasileira de Estudos do Quaternário
CPRH	Agência Estadual de Meio Ambiente
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENOS	El Nino Oscilação Sul
FACEPE	Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do estado de Pernambuco
FPA	Frente Polar Atlântica
FUNDHAM	Fundação Museu do Homem Americano
GEOTOPES	*Working Group on Geological and Palaeobiological Sites*
GEQUA	Grupo de Estudos do Quaternário do Nordeste brasileiro
GGN	*Global Geoparks Network*
GGWG	*Global Geosites Working Group*
GILGES	*Global Indicative List of Geological Sites*
IAG	Associação Internacional de Geomorfólogos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IGCP	*International Geological Correlation Programme*
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IUCN	*International Union for the Conservation of the Nature*
IUGS	*International Union for the Geological Sciences*
LIG	Locais de Interesse Geomorfológico
NEA	Núcleo de Estudos Arqueológicos
NEA	Núcleo de Estudos Arqueológicos
PETROBRÁS	Petróleo Brasileiro SA
PPGEO	Programa de Pós-Graduação em Geografia
ProGEO	*European Association for the Conservation of the Geological Heritage*

RGG	Rede Global de Geoparques
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Bituri
SBE	Sociedade Brasileira de Espeleologia
SBG	Sociedade Brasileira de Geologia
SBP	Sociedade Brasileira de Paleontologia
SIGEP	Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UESPI	Universidade Estadual do Piaui
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UGB	União da Geomorfologia Brasileira
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNICAP	Universidade Católica de Pernambuco
UNIFAP	Universidade Federal do Amapá
VCAS	Vórtices Ciclônicos de Ar Superior
WHC	*World Heritage Committee*
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZCPE	Zona de Cisalhamento Pernambuco Leste

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 18

1.1 PROBLEMÁTICA DA PESQUISA 20

1.2 OBJETIVOS 21

2 REVISÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA DA PESQUISA 22

2.1 A PAISAGEM NO ESTUDO DA NATUREZA 22

2.2 GEODIVERSIDADE E GEOCONSERVAÇÃO 30

2.3 PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOPATRIMÔNIO 39

2.4 PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO OU GEOMORFOSSÍTIO 44

2.5 TEORIAS EVOLUTIVAS DO RELEVO DO NORDESTE BRASILEIRO 49

2.5.1 Teoria da Etchplanação 53

2.6 ABORDAGEM DO RELEVO GRANÍTICO 60

2.6.1 Macroformas de relevos graníticos 63

2.6.2 Microformas graníticas 68

2.6.3 Formas de dissolução e/ou microformas de meteorização 74

2.7 PROPOSTA METODOLÓGICA DA PESQUISA 79

2.7.1 Pesquisa Bibliográfica 80

2.7.2 Trabalho de Campo 80

2.7.3 Mapeamento do local da pesquisa 81

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 83

4 RESULTADOS 97

4.1 PROPOSTA METODOLÓGICA PARA INVENTARIAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS GEOMORFOSSÍTIOS 97

4.2 CONTRIBUIÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO PARA GEOCONSERVAÇÃO NO AGRESTE PERNAMBUCANO 103

4.2.1 Geomorfossítio 1: Maciço Granítico do Batólito Caruaru-Arcoverde .. 105

4.2.2 Geomorfossítio 2: Encosta com tafoni e microformas nubbins e caos de blocos 107

4.2.3 Geomorfossítio 3: Pedimento Fazenda Nova 113

4.2.4 Geomorfossítio *Nubbins* em Fazenda Nova 115

4.2.5 Geomorfossítio Furna do Estrago 117

4.2.6 Geomorfossítio Riacho das onças 126

4.2.7 Geomorfossítio Fazenda São João 130

4.2.8 Geomorfossítio Marmitas de dissolução circunvizinho ao teatro da Paixão 139

4.2.9 Geomorfossitio Marmitas de dissolução em paleolagoa 142

4.2.10 Geomorfossítio Bornhardt Pedra do Cachorro 145

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS: APONTAMENTOS DA GEOCONSERVAÇÃO PARA ROTA GRANÍTICA DO AGRESTE PERNAMBUCANO 149

REFERÊNCIAS 155

1 INTRODUÇÃO

Para os trabalhos de geoconservação, a categoria de análise da Geografia de maior pertinência é a paisagem, com a necessidade de compreender suas formas e o que estas representam na sua totalidade, partindo da sua complexidade estrutural, morfológica e cultural, aqui representada pelas geoformas do relevo granítico conquanto expressão superficial marcante no contexto regional do semiárido pernambucano. Neste caso o foco da análise recai sobre as macroformas e microformas encontradas no município de Brejo da Madre de Deus, onde a paisagem foi majoritariamente esculpida em relevo granítico.

O termo paisagem é utilizado nos estudos voltados à temática da geoconservação, partindo do componente geomorfológico. Este, a princípio, esteve atrelado aos estudos do patrimônio geológico que preponderavam sobre o valor paisagístico das geoformas, quanto à sua valoração cênica e estética. Pode-se ainda dizer que a análise da paisagem e das geoformas esteve inicialmente vinculada ao paradigma do geossistema em virtude dos aspectos integradores da abordagem. Posteriormente, a valoração pelo olhar do pesquisador culmina por inserir questões histórico-culturais à representação da paisagem. Assim, o conceito de patrimônio geológico surge, partindo do pressuposto da abordagem de patrimônio natural, evidenciado em seu caráter funcional e/ou científico.

Desta forma, a discussão da geodiversidade a partir do olhar da geoconservação, parte da leitura da paisagem através da sua singularidade, monumentalidade e função, passando a conferir valor ao geossítio, enquanto testemunho da história da Terra.

Por este motivo, a geoconservação busca garantir o acesso da sociedade às informações que contam a história da Terra, em que os maiores benefícios vêm com a “reserva” de áreas naturais para o futuro, com ganhos econômicos e sociais para os lugares, a ciência e o bem-estar das pessoas. Assim, a geoconservação é designada pelo conjunto de metodologias, estratégias e práticas, destinadas a avaliar, proteger, valorizar e divulgar os geossítios que compõem o patrimônio geológico de uma determinada região (BRILHA, 2005).

Sendo assim, Pereira (2006) indica que as investigações nas áreas do patrimônio geológico se assentam nas relações humanas e no contexto geomorfológico, onde se inserem as geoformas e as paisagens singulares, caso

simbolizado pelas paisagens regionais e locais, que foram definidas como testemunho de um passado geológico, os processos naturais que atuaram sobre as paisagens, ao longo do tempo (BRILHA, 2005).

Nesse contexto relacionado à questão do patrimônio natural e à conservação da natureza, passa-se a englobar no patrimônio geológico os tipos de geótopos, considerando o patrimônio mineralógico, paleontológico, geomorfológico, entre outros. Sendo que as geoformas são geótopos voltados à valorização e preservação do patrimônio pelo seu interesse científico e didático.

Assim, as formas graníticas vêm contribuir com os estudos da geoconservação, tendo como premissa analisar as geoformas, que ainda não são tratadas como patrimônio natural e cultural. Tendo como finalidade o reconhecimento da paisagem e a aplicação do conhecimento geomorfológico, como um fator de aproximação para a sustentabilidade ambiental.

Portanto, o patrimônio geomorfológico é definido como conjunto de locais de interesse geomorfológico, contextualizando suas geoformas e seus processos, que passam a adquirir valor científico, histórico/cultural, estético e/ou socioeconômico, pois permite na sua reconstrução a explicação da história da terra, do seu clima e da vida que suporta (REYNARD, 2004).

Além disso, o surgimento de *frameworks* trouxe a proposta de inventariação por categorias temáticas, totalizando nove, entre elas as geoformas graníticas, que podem ser consideradas como locais de interesse geomorfológico de relevância nacional, regional ou local (PEREIRA et al, 2004).

Nesse sentido, buscar-se-á interpretar o significado geomorfológico das formas graníticas no contexto semiárido pernambucano, buscando estabelecer parâmetros de estratégias de geoconservação para o município de Brejo da Madre de Deus, através da realização de inventário de geomorfossítios, que demanda políticas e instrumentos de gestão em âmbito local.

Desta forma, neste cenário de preocupação com a qualidade ambiental, a Geomorfologia ganhou novas áreas de atuação, passando a compreender o relevo como um patrimônio de valor social inestimável que deve ser protegido.

Considerando a importância e o potencial turístico, científico e educativo dos relevos graníticos no Nordeste semiárido, bem como a inexistência de ações sistemáticas para a geoconservação, interpretação e valorização do seu patrimônio geomorfológico, foi que se percebeu a necessidade de se desenvolver este tema,

vislumbrando a perspectiva de estabelecer uma proposta de uso sustentável deste patrimônio, com vista a contribuir para a consolidação do desenvolvimento sustentável da região.

Dessa forma, o estudo da paisagem e a definição dos geomorofossítios para fins de geoconservação será a partir da realização da observação e mapeamento, baseada na interpretação e na informação geomorfológica do relevo granítico, buscando na cartografia geomorfológica entender os instrumentos na representação do relevo da superfície terrestre.

Portanto, uma das contribuições desta pesquisa diz respeito ao mapeamento de alguns sítios geomorfológicos representativos no semiárido nordestino e a disponibilização de parâmetros para conservação deste patrimônio, as formas graníticas, considerando critérios, orientações e procedimentos capazes de refletir a sua utilização para o turismo, pesquisa e educação.

1.1 PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

A problemática da pesquisa reflete o principal entrave para a Geoconservação no Brasil: o desconhecimento da existência e importância dos geossítios em áreas semiáridas refletindo sobre a contribuição a ser feita na inserção do patrimônio cultural, como fonte de conhecimento que permita justificar o valor do patrimônio e a sua proteção em consequência de sua geodiversidade atribuída, a qual se vincula ao patrimônio natural abiótico.

A necessidade do conhecimento geológico-geomofológico das regiões pode levar ao enquadramento dos geossítios no sistema de ordenamento territorial existente, amparando-os na legislação ambiental ou patrimonial. Todavia, não existem critérios e objetivos para a avaliação das propostas e correlação dos sítios em nível nacional, de modo que este conjunto de geossítios seja representativo da geodiversidade brasileira.

Atualmente no Brasil, existem poucas pesquisas que façam uma discussão teórica sobre patrimônio geomorfológico direcionados a relevo graníticos no semiárido nordestino, embora sobre as marmitas de dissolução sobre granitos existam pesquisas sistemáticas em paleontologia e geomorfologia.

A tese tem como questão norteadora identificar quais os registros e quais os significados dos relevos graníticos do ponto de vista da evolução geomorfológica para

a geoconservação. Desta forma, buscar-se-á realizar uma análise crítica sobre os principais aspectos dos métodos utilizados para inventariar o patrimônio geomorfológico, e assim culminar numa proposta metodológica para a inventariação do patrimônio geológico-geomorfológico da área de estudo.

1.2 OBJETIVOS

A pesquisa teve como o objetivo geral construir parâmetros para o estabelecimento da valoração das geoformas graníticas como proposta de geoconservação no agreste pernambucano, município de Brejo da Madre de Deus – PE. Os objetivos específicos foram: i) criar uma proposta metodológica de trabalho de campo para inventariação dos geomorfossítio.; ii) propor medidas de valorização e divulgação dos geomorfossítios identificados na área da pesquisa*;* iii) apontar tipologias pelo seu significado geológico e geocronômetros das mudanças ambientais recentes e iv) identificar áreas-chave de relevos graníticos representativos na história geoecológica e paleoambiental.

2 REVISÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA DA PESQUISA

2.1 A PAISAGEM NO ESTUDO DA NATUREZA

A Geografia como ciência, expressa a preocupação com a busca da compreensão da relação do homem com o meio natural. Esta relação acontece sob a ótica da apropriação, concebendo a natureza como recurso à produção.

Neste contexto, o espaço geográfico é a coexistência das formas herdadas, reconstruídas sob a organização com novas formas em construção, ou seja, é a coexistência do passado e do presente. Na geografia física, a análise espacial se caracteriza em todos os elementos físicos e processos da superfície terrestre, além daqueles modificados e/ou alterados pela atividade humana.

Desta forma, a análise espacial constitui uma abordagem integrada orientada por processos, que resgatam os diversos níveis de alteração entre os sub-ramos do conhecimento, assim expandindo o desafio de dialogar constantemente com outras ciências, seja de cunho físico-ambiental ou sócio-econômico-cultural, rompendo com a questão descritiva, onde no mundo atual as transformações se apresentam mais rápidas em seus mosaicos naturais (CORREA, 2005).

A princípio, a tradição regionalista da geografia física buscava criar um inventário das paisagens naturais, sistematizando tipos de paisagens, em função de suas peculiaridades climáticas, geomorfológicas e biogeográficas, criando tipologias a partir de diversas escalas, no intuito de discernir entre as diferentes áreas a partir de suas características naturais.

Nesse sentido, Christofoletti (1993) ressalva a importância no estudo geográfico dos processos espaciais, as correlações entre os elementos e seus atributos, que ao longo de uma escala temporal, permite gerar uma organização espacial dos sistemas ambientais, os quais representam uma visão totalizadora da natureza, dentro de uma perspectiva geográfica.

Desta forma, a geografia física, concebida como um ramo da geografia, mas também como ciência histórica, preocupada com os efeitos do transcurso do tempo sobre as paisagens, teve papel fundamental para outras ciências, como a geologia por exemplo, à medida que conseguia explicar a origem dos depósitos sedimentares a partir da elaboração do relevo por longos ciclos erosivos.

Na perspectiva geológica, a geografia física buscaria definir os arranjos finais dos atributos físicos sobre a superfície terrestre, além das mudanças e movimentos físicos, regidos pelo princípio da causalidade e a interconexão entre os diversos fenômenos do mundo físico.

O inventário das características naturais se dá em diversos ramos da ciência, entretanto, na geografia passou a ter fortes preocupações espaço-temporais e as descobertas da geologia motivaram o estudo da paisagem natural, como um complexo arranjo de formas sobrepostas que refletiria as alterações da paisagem.

Para o tratamento da natureza na geografia, foi fundamental a atuação de Richthofen, para quem a geografia científica teria como objeto o campo de interações causais que se produziam na superfície terrestre, trazendo para discussão que a geografia seria uma ciência da superfície terrestre, enquanto a estrutura do subsolo e a tectônica seriam os objetos da geologia (VITTE, 2007).

Assim, a geologia para aproximar os debates na comunidade na década de 1980, aproxima-se das demandas voltadas para a sociedade através da Geologia ambiental, em que o conceito da paisagem surge direcionado às análises geológicas voltadas aos estudos ambientais (DANTAS et al, 2015).

De acordo com Dantas et al (2015), a geologia demonstrou uma análise segmentada da paisagem geográfica atrelada ao estudo da paisagem no meio físico, ou paisagem geomorfológica, que buscava uma análise integrada do meio físico, incorporando metodologias de Geoecologia e geossistemas.

Corroborando a sistematização e a integração do meio ambiente com seus elementos, conexões e processos como um potencial a ser utilizado pelo homem, adquirindo sua importância dentro da visão sistêmica, os geógrafos não deveriam estudar o meio físico como produto, ou como objetivo único e isolado em si, mas como o meio integrado e dinâmico, em que os seres vivos se conectam e desenvolvem suas atividades (TROPPMAIR, 1985).

Sendo assim, Christofoletti (1986) afirma que a Geografia Física não deve estudar os componentes da natureza por si mesmos, mas investigar a unidade resultante da integração e as conexões existentes nesse conjunto. Neste sentido suas ideias convergem com as de Chorley e Kennedy (1971) que propõem que o mundo real pode ser encarado como um conjunto constituído de sistemas interligados em várias escalas e complexidades que estão aninhadas e interligadas entre si, formando um sistema de hierarquia.

No campo da geografia, os estudos integrados do ambiente e suas variáveis físicas, ecológicas e sociais ocuparam-se, desde os primórdios com a análise da paisagem. Na perspectiva sistêmica, o meio ambiente interfere e condiciona os sistemas físicos e biogeográficos, que interagem com os elementos solos, clima, vegetação e relevo, mantendo a dinâmica e suas relações no sistema.

Assim, o conceito de ecossistema foi construído em cima da complexidade biológica, enquanto o geossistema pretende compreender a complexidade geográfica a partir dos elementos de ordem natural, social e cultural interligados aos fenômenos naturais associadas à economia e à cultura (BERTRAND; BERTRAND, 2009). Desta forma, os geossistemas são dinâmicos pela conexão entre a natureza e a sociedade, considerando os fatores naturais, econômicos e sociais por conta de sua estrutura e particularidades espaciais, durante a análise sistêmica.

Nesse sentido, o fato se repete com o uso do conceito de paisagem, em que a estrutura, as interrelações e a dinâmica, que ocorrem em determinada área, formam um Geossistema, pela fisionomia daquele espaço, como unidade real e integrada. Assim, a paisagem representa um fato concreto, sendo um termo fundamental e de importante significado para a geografia, pois a paisagem é a fisionomia do próprio geossistema (BERTRAND; BERTRAND, 2009).

Para Christofoletti (1999), os geossistemas constituiriam o objeto de trabalho da geografia física e representariam uma organização espacial resultante da interação dos elementos e componentes físicos da natureza, possuindo expressão espacial e funcionando por meio dos fluxos de matéria e energia. Levando em consideração a ideia de totalidade, o que favorece a avaliação da organização espacial, é inserida aos componentes do quadro natural a influência da ação antrópica em seu funcionamento, tendo em vista que a sociedade é parte integrante da natureza através dos impactos sociais e econômicos.

Para Monteiro (1977), o geossistema seria uma categoria complexa, na qual interagem elementos humanos, físicos, químicos e biológicos, excluindo-se os elementos socioeconômicos, por serem estes um sistema antagônico e oponente, embora estejam incluídos no funcionamento do próprio sistema, que formaria um todo complexo, um verdadeiro conjunto solidário em perpétua evolução.

Desta forma, os geossistemas apresentariam uma grandeza espacial, resultado de sua própria dinâmica ao longo do tempo, tendendo a uma dinâmica cada

vez mais complexa, à medida que, ao longo da história, se intensificaria a ação humana na superfície terrestre.

Ainda segundo Monteiro (2000), a investigação da paisagem, entendida como geossistema ou análise geoecológica, se apresenta nos diversos estudos que visam a qualidade ambiental. Pois, a unidade da paisagem deve ser apreendida como entidade morfofuncional discreta, afinal sofre alteração das forças antrópicas. Desta forma, os elementos naturais, assim como os fatores econômicos, sociais e culturais presentes em qualquer espaço, e suas interações, constituem a dinâmica da paisagem, devido à influência mútua dos elementos que configuram o sistema.

Os elementos do sistema tripolar, representados pela fonte/recurso/aprisionamento de energia, têm papel definido na configuração da análise integrada do geossistema pela combinação entre os elementos geográficos, representados pelos subsistemas bióticos, abióticos e antrópicos; e os sistêmicos, representados pelo subsistema espacial, natural e antrópico (BERTRAND, BERTRAND, 2009).

O conceito de Paisagem surge na geografia por meio de ideias fisiográficas sobre os fenômenos naturais, caracterizado pela abordagem descritiva e morfológica, voltado para a visão naturalista que trabalhava a natureza do ponto de vista da fisionomia e funcionalidade (GUERRA; MARÇAL, 2009).

A categoria paisagem vista pela abordagem sistêmica, possibilita o estudo integrado no tocante ao planejamento e uso de áreas visando a conservação, sendo de fundamental importância a incorporação de estratégias de geoconservação para a paisagem, como nas áreas dos relevos graníticos.

Na contribuição de Ab'Saber (1969), voltado aos estudos sobre as paisagens naturais, promove-se uma renovação metodológica e instrumental nas pesquisas geomorfológicas desenvolvidas no território nacional. O autor recuperando o conceito de fisiologia da paisagem, compreendeu a paisagem como resultado de uma relação entre os processos passados e os atuais. Sendo assim, os processos passados foram os responsáveis pela compartimentação regional da superfície, enquanto os processos atuais respondem pela dinâmica atual das paisagens.

Bertrand (1972) considera a paisagem como entidade global, na qual os elementos interagem numa dinâmica evolutiva, e devem ser estudados separadamente, procurando apresentar os mecanismos gerais dos sistemas. Nesse aspecto, a paisagem será a evolução dos geossistemas, como um sistema natural

homogêneo ligado a um território através da morfologia de funcionamento e do comportamento.

Corroborando o autor, as unidades de paisagem devem ser definidas levando-se em consideração não apenas um ou outro elemento, mas o resultado global da combinação dos elementos paisagísticos, o que se reflete, segundo a dinâmica do conjunto, na sua fisionomia. Dessa forma, considerando o tripé: potencial ecológico (geologia, geomorfologia, clima), exploração biológica (vegetação e solo) e ação antrópica, buscando a interrelação entre cada um dos elementos, ressaltando o papel desempenhado por cada um na configuração da paisagem.

A análise geográfica a partir do conceito de paisagem, pode ser concebida, enquanto forma (formação) e funcionalidade (organização). Entretanto, o entendimento da forma–funcionalidade necessariamente não se concebe numa relação de causa e efeito, mas como um processo de constituição e reconstituição de formas que a dinâmica social empreende (MOURA, 2015). Dessa forma, a paisagem pode ser analisada como resultado da construção social imposta pelo homem

Nos estudos da geodiversidade voltados ao relevo granítico, a abordagem sistêmica considera a concepção de paisagem como elemento de interpretação da análise das relações entre as geoformas pela sua abrangência, complexidade natural, morfológica e cultural da área de estudo, e o que estas representam no cotidiano das comunidades.

A geodiversidade tem como pressuposto o reconhecimento da biodiversidade, levando em consideração as formas, de uma parte pelo domínio físico, representado pela ordem geomorfológica ou territorial; e por outro lado, o domínio sociocultural que multiplica as representações e os vividos, e considera na análise a unicidade do sujeito-objeto ambiental, a pluralidade de suas representações e as tipologias das representações da paisagem (BERTRAND; BERTRAND, 2009).

Dessa forma, Reynard (2005) traz a discussão da paisagem para os estudos da geoconservação seguindo duas orientações: a primeira com base na aproximação naturalista que estuda as inter-relações objetivas existentes na paisagem com base no ecossistema, e a segunda de vertente humanista e cultural, que se baseia em compreender as características da paisagem subjetiva pelos conjuntos de observações que o ser humano faz para si da paisagem.

Assim, o autor descreve a questão da paisagem voltada para a questão do estudo dos geomorfossítios perfazendo uma ligação entre a paisagem geomorfológica

definida pela porção do relevo terrestre vista, percebida, e às vezes explorada pelo homem, e o geomorfossítio como uma paisagem que acumula diversos valores, que variam segundo os lugares e as culturas e que podem também evoluir com o decorrer do tempo. Trazendo a questão do pertencimento duplo dos domínios das ciências da natureza e do homem, que deve permanecer central em todo processo de análise e proteção para a valorização dos geomorfossítios.

De acordo com Pereira et al (2004), a paisagem trazendo a concepção de valorização e preservação em determinadas paisagens e geoformas vem desde meados do século XIX, proposta com diferentes termos pelos naturalistas que traziam novas concepções de paisagem e da sua proteção. Dessa forma, o autor retrata o exemplo da primeira reserva natural dedicada à Geologia que foi criada em Siebengiebirge, na Alemanha, em 1936; e o primeiro parque natural do planeta, Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos que foi criado em 1872. Países europeus como Escócia e Suíça, por exemplo, fizeram campanha para proteção dos blocos erráticos associados às glaciações, devido à sua paisagem natural, destacando seus elementos geológicos e geomorfológicos.

Nesse sentido, o termo de paisagem surge para designar a componente geomorfológica do patrimônio geológico, na perspectiva da geoconservação, o seu valor cênico e estético, advindo das geoformas, relacionado à questão da escala. Sendo que, no patrimônio Geológico, as paisagens assumem valor, enquanto testemunhos dos processos e essencialmente pelo seu interesse estético, científico e didático (REYNARD, 2005).

A paisagem é ao mesmo tempo social e natural, subjetiva e objetiva, espacial e temporal, produção material e cultural, real e simbólica, entre outras. Tendo a complexidade da paisagem com o tempo morfológica (forma), constitucional (estrutura) e funcional. Pois, a paisagem no seu processo de transformação passa a ser interpretada pelo fenômeno histórico e social da natureza (BERTRAND, BERTRAND, 2009).

Porém, Grandgirard (1997) ressalta que geoformas não têm o mesmo significado de paisagem, esse termo deve ser usado para designar vastas áreas, referentes à porção do espaço que seja possível de observar e interpretar.

Logo, o observador participa de um sistema histórico-cultural e socioeconômico que canaliza suas interpretações paisagísticas. Nessa perspectiva, a paisagem individualiza a relação com o espaço e o mecanismo da percepção,

aparecendo como um produto social historizado que permite a interpretação do espaço geográfico como sistema de produção econômico e cultural (BERTRAND, BERTRAND, 2009).

Assim, a paisagem é mediadora entre a sociedade e natureza, sendo uma interpretação social da natureza. Do ponto de vista científico e cultural é uma realidade concreta e uma representação social, no entanto a dimensão cultural é separada da realidade ecológica e econômica da paisagem. Dessa forma, os autores Bertrand e Bertrand (2009), baseados na leitura para análise da paisagem, contemplam quatro etapas, conforme quadro 01.

Quadro 1 – Etapas de Leitura para análise da Paisagem

Leitura	Análise da Paisagem
locais paisagísticos	São um conjunto de corpos materiais definidos por seu volume, suas propriedades bio-físico-químicas, se um agenciamento e seu funcionamento baseado no método sistêmico
atores da paisagem	São individuais e/ou coletivos, atuais e/ou passados, endógenos e/ou exógenos em relação ao território, considerado com a memória patrimonial;
Projetos da paisagem	que exprimem o tipo de relação entre os atores e lugares e que podem ser econômicos
tempos da paisagem	combinam o tempo linear “histórico”, aqueles das sociedades humanas como aquele da natureza

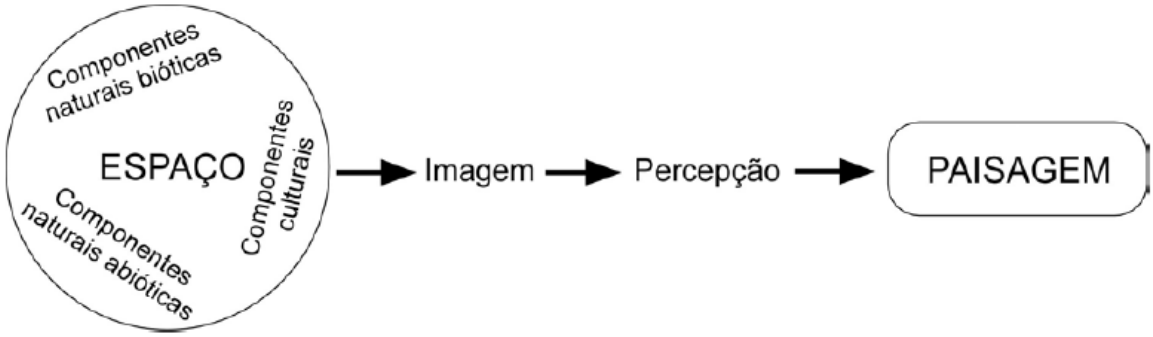
Fonte: Adaptado de Bertrand e Bertrand (2009)

Logo, o modelo de interpretação da paisagem é representado em subconjuntos: um ***cultural*** baseado nas percepções e representações paisagísticas da diversidade e do cruzamento do olhar sobre o território, permitindo evidenciar as questões, as contradições e os conflitos em torno da paisagem; e o ***material*** que

proposto pela análise dos objetos da paisagem, relaciona suas características biológicas ou físicas, sua organização social e seu funcionamento histórico (BERTRAND; BERTRAND, 2009).

Assim, o conceito de paisagem definido pela UNESCO voltado à geodiversidade retrata a integração entre o patrimônio cultural e o patrimônio natural (Figura 01) através da paisagem, representada pelos seus elementos naturais, como bióticos e abióticos, e elementos culturais, arquitetônicos, agrícolas, industrial, entre outros e que podem não ter valor patrimonial.

Figura 1 - Paisagem do ponto de vista patrimonial, modificado de Grandgirard (1997)



Fonte: Pereira et al (2004)

Assim, surge o conceito de paisagem voltado à categoria de “Paisagens Culturais” definida por Pereira et al (2005), como indicadores abordados a partir de categorias temáticas de locais de interesse geomorfológico, baseados na avaliação do valor científico, didático, estético, histórico-cultural e/ou socioeconômico das geoformas e na sua raridade, evidenciando as geoformas com valor paisagístico. Portanto, paisagens que tenham valor científico, histórico/cultural, estético e/ou socioeconômico podem e devem ser consideradas patrimônio.

Contudo, partindo do conceito da geodiversidade, as geociências desenvolveram novos instrumentos de análise da paisagem de forma integral utilizando conhecimento do meio físico a serviço da preservação do meio natural e do planejamento territorial, avaliando os impactos decorrentes da implantação das distintas atividades econômicas sobre o espaço geográfico, sendo a paisagem natural ou paisagem geomorfológica, uma fração da paisagem geográfica, portanto o objeto de estudo da geodiversidade (DANTAS et al, 2009).

Assim, a paisagem consiste na relação entre a sociedade e natureza, efetivada nas estruturas dos elementos materiais, abióticos e bióticos como um sistema articulado que garante a funcionalidade ecológica e valor científico para a conservação dos índices de história da terra (FIGUEIRÓ; VIEIRA; CUNHA,2013).

Dessa forma, a paisagem é definida pela convenção europeia da paisagem como “uma área, uma zona específica do território, reconhecida pelas pessoas, cujas características são resultantes da ação e interação dos fatores naturais e humanos” (VIEIRA, 2014, p. 41).

Assim, a paisagem ligada ao conceito de patrimônio geomorfológico passa a difundir as preocupações relativas a esse tipo de patrimônio, procurando sua sensibilização e preservação através da paisagem, enquanto valor geomorfológico.

Salientando que as “paisagens morfológicas” são unidades de paisagens que apresentam morfologia típica associada a um conjunto de formas, desenvolvidas pelo seu contexto biológico singular ou ação de determinados processos morfogenéticos específicos, constituídos pelos instrumentos de valorização dos aspectos geomorfológicos que promovem o patrimônio geomorfológico.

2.2 GEODIVERSIDADE E GEOCONSERVAÇÃO

A notoriedade dada à proteção do patrimônio natural surge atrelada ao conceito da biodiversidade direcionado à diversidade biológica do planeta e à necessidade da sua preservação. Assim, surge a discussão acerca da preservação da natureza ligada à questão da preservação do patrimônio natural, e os conceitos de geodiversidade e geoconservação.

Nessa perspectiva, a geoconservação esteve condicionada à ideia de biodiversidade, sendo que este considera apenas a parte biótica da terra, em detrimento do enfoque que percebe que a conservação da geodiversidade com base em seus valores instrinsecos, ecológicos e patrimoniais (SHARPLES, 2004). Dessa forma, o conceito da geodiversidade emerge de forma mais plural, como a variedade natural dis aspectos geológicos (minerais, rochas e fósseis), geomorfológicos (formas de relevo e processos) e do solo, incluindo suas coleções, relações, propriedades, interpretações e sistemas (GRAY, 2004).

A geodiversidade está voltada a compreender os aspectos abióticos da terra, enquanto a geoconservação vem atribuída à valorização dos processos naturais

decorrentes ao longo do tempo. Logo, a geodiversidade tem o papel de resguardar o testemunho de um passado geológico, englobando seus processos naturais que atuam modificando a paisagem. Deste modo, a biodiversidade ganha destaque nos trabalhos de abordagem tradicional, em detrimento da geodiversidade, por estar relacionada à conservação da natureza, termo que foi introduzido na comunidade acadêmica em meados da década de 1990.

Entende-se por geodiversidade a diversidade natural dos elementos geológicos (minerais, rochas, fósseis), geomorfológicos (formas de relevo, processos) e do solo, incluindo suas inter-relações, propriedades, interpretações e sistemas (GRAY, 2004).

Para Stanley (2004), o conceito de geodiversidade é holístico, tomando como base o elo entre as pessoas, as paisagens e a sua cultura, através da interação entre biodiversidade, solos, minerais, rochas, fósseis, processos ativos e ambiente construído. O autor contempla que a biodiversidade está inserida na geodiversidade.

Nessa perspectiva, o conceito de geodiversidade é definido, segundo a *Royal Society for Nature Conservation,* do Reino Unido, como a variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são suporte para a vida na terra (BRILHA, 2005).

Para Kozlowski (2004), a geodiversidade está relacionada à variedade natural da superfície terrestre, trazendo seus aspectos geológicos e geomorfológicos, solos e águas superficiais. Já Rojas (2005) trata a geodiversidade como a diversidade do espaço geográfico, que provém da própria natureza, sendo o meio físico, o panorama geográfico em que ocorrem os processos sociais, a produção e a circulação dos homens e suas atividades. Corroborando a ideia de sistemas criados como resultados de processos naturais e das atividades humanas.

Assim, Pereira (2010) apresenta o conceito de geodiversidade como um conjunto de elementos abióticos do planeta terra, incluindo os processos físico-químicos associados, materializados na forma de relevos (conjunto de geoformas), formados a partir das interações entre os processos das dinâmicas internas e externas do planeta e que são dotados de valor intrínseco, científico, turístico e de uso/gestão.

Desta forma, a integração entre os elementos (litológicos, tectônicos, geomorfológicos, edáficos, hidrogeológicos, topográficos) e os processos físicos sobre a superfície terrestre, gerados a partir de processos naturais endógenos,

exógenos e antrópicos, compreendem a diversidade dos lugares (SERRANO; RUIZ-FLAÑO, 2007).

Nesse sentido, Meira e Morais (2016) elencam que o conceito atrelado à Geodiversidade tem duas linhas de pensamento, uma voltada para interpretação da geodiversidade como uma síntese da paisagem, inseridos seus elementos e os processos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, edáficos, climáticos e a ação antrópica, e a segunda que concebe a geodiversidade relacionada à diversidade geológica de uma determinada área.

No Brasil, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2006), conceitua a geodiversidade como o estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico.

Nesse sentido, conservar tem relação direta com a gestão sustentável e consciente do meio físico (BRILHA, 2005), assim, a UNESCO (2004) considera que a geoconservação não deve ser encarada somente sob a ótica geológica, mas sob o ponto de vista de prática educativas, turísticas, proteção ambiental e planejamento territorial para a gestão do patrimônio.

Sendo assim, o conceito de geoconservação vem atribuído à conservação da biodiversidade por seus valores intrínsecos, ecológicos e geopatrimoniais (SHARPLES, 2002), porém Gray (2004) cita que nem toda diversidade necessita de ser protegida ou conservada, e que os elementos abióticos devem receber atenção e proteção por serem um patrimônio geológico.

Já que o termo geoconservação vem atrelado às estratégias de conservação da geodiversidade, destacam-se seus princípios básicos como descritos por Sharples (2002):

1. Manutenção da geodiversidade;
2. Proteger a integridade dos locais interesse geológico;
3. Minimizar os impactos;
4. Garantir interpretação da geodiversidade para visitantes;
5. Promover a manutenção da biodiversidade dependente da geodiversidade.

Nesse sentido, Gray (2004) relaciona a geodiversidade a partir de um conjunto de valores, divididos entre:

> [...] Valor intrínseco: é o mais subjetivo devido à complexidade filosófica e religiosa de cada cultura, que consideram ou não o valor da natureza, independente da sua maior ou menor valia pelo ser humano;
> Valor cultural: incorporam elementos característicos da geodiversidade ao processo de valorização cultural do ambiente, destacando as questões históricas e arqueológicas;
> Valor estético: atribuída ao cunho subjetivo, toda paisagem natural possui valor estético, evidenciado pelas suas características, principalmente a geologia e a geomorfologia;
> Valor econômico: valor objetivo do uso dos recursos naturais, atribuído valor econômico, evidenciado pelos bens e serviços, como também os minerais, rochas e fósseis, materiais geológicos usados para usos energéticos;
> Valor funcional: relacionado à funcionalidade dos sistemas físico-naturais e ecológicos da superfície terrestre;
> Valor científico: fundamental para a investigação e interpretação da geodiversidade para a compreensão da história da terra;
> Valor educativo: Contribuir para a educação e acesso a geodiversidade.

Assim, as estratégias de geoconservação ganham relevância ao conhecer e proteger a geodiversidade. Brilha (2005) indica que o objetivo da geoconservação, num sentido amplo, faz referência à utilização e gestão sustentável de toda a geodiversidade, incluindo os recursos geológicos e, de forma restrita, pode ser compreendida como a conservação de determinados elementos da geodiversidade que possuam valores científico, pedagógico, cultural, turístico, entre outros.

Este autor propõe como estratégia de geoconservação uma metodologia de trabalho de sistematização das atividades, com as seguintes etapas:

1.Inventariação: É a etapa do levantamento de dados de forma sistemática em toda área do estudo, definido pelo tipo de ocorrência e tipologia do geossítio. Essa etapa é realizada em levantamento de campo, baseada numa consulta bibliográfica e

cartográfica, tendo como metodologia adotada os critérios múltiplos de seleção dos geossítios a partir do olhar do observador;

2.Quantificação: É a etapa direcionada ao seu valor e a relevância dos aspectos geológicos com o mínimo de subjetividade, integrando os critérios que consideram as características intrínsecas, uso potencial e nível de proteção da área, estabelecidos pelos critérios objetivos de definição e aplicação no geossítio;

3.Classificação: enquadrar os geossítios de interesse na legislação de proteção vigente, considerando a sua classificação em âmbito nacional, regional ou local;

4.Conservação: manter a integridade do geossítio, podendo incluir restrições de uso, considerando o estado de avaliação e vulnerabilidade do geossítio, definido por ações que venha manter a conservação e integridade do geossítio, assegurando o acesso ao público, em situação de risco, criando barreiras físicas que assegurem a recolha dos materiais para divulgação e exposições em instituições como universidades e museus;

5.Valorização: demonstrar a importância do geossítio, tanto para o meio científico, quanto para a sociedade, reconhecendo o valor do geossítio;

6.Divulgação: Torna ao conhecimento público os valores dos geossítios, por meios de painéis interpretativos, folhetos, mídia entre outros;

7. Monitoramento: acompanhamento dos geossítios para verificar o impacto das ações humanas sobre eles, contemplando todas as etapas das ações direcionadas para assegurar a conservação pela manutenção da relevância e avaliar a vulnerabilidade do geossítio.

A conservação e gestão do patrimônio geológico constitui uma tarefa de interesse da humanidade, uma vez que os geossítios guardam informações importantes sobre a evolução da Terra, sendo suas características, eventos ou processos, relevantes na história do planeta (PEREIRA et al, 2008).

Já Pereira et al (2007) apresentam uma categorização de seus objetos de avaliação que correspondem às geoformas, sejam elas isoladas ou em grupos, em decorrência da sua complexidade, com base em questionamentos do que, por que e como avaliar. Assim, os autores sugerem um modelo indicativo, considerando a constituição de locais de interesse geomorfológicos, definidos em função da dimensão e visualização, em três tipos: local isolado, área e local panorâmico.

Para a realização desta avaliação é estabelecida uma metodologia que deve ser aplicada sequencialmente a partir do conhecimento geomorfológico de uma determinada área, considerando duas etapas principais de sua existência: a inventariação pela identificação dos locais de interesse geomorfológico, a seleção dos locais de interesse geomorfológico e a caracterização desses locais, sendo o primeiro realizado de forma qualitativa e o segundo de forma quantitativa.

A geoconservação requer uma aproximação com a geodiversidade, e consequentemente, das paisagens consideradas como patrimônio. A proximidade destes conceitos é necessária no sentido de elucidar como estes se complementam, uma vez que compreender a geoconservação pode recomendar as iniciativas de conservação da geodiversidade (MOURA, 2015).

As estratégias em níveis internacionais de conservação do património natural e da geodiversidade destacam a criação e desenvolvimento da Rede Mundial de Geoparques, surgida da cooperação entre a UNESCO em 1999 e a União Internacional das Ciências Geológicas (IUGS), em 2004, com o objetivo de promover a proteção de áreas naturais com elevado valor geológico (VIANA, 2014).

Assim, em conjunto com a ideia de valorização e conservação da goediversidade surge a criação de geoparques, definido pela UNESCO, como um território de limites bem definidos que possua espaço satisfatório e amplo para servir ao desenvolvimento da economia local, assegurado pelos sítios geológicos e geomorfológicos de importância científica especial, beleza e/ou raridade que seja representativa da história geológica e geomorfológica, dos processos ou acontecimentos de uma área, que contenha valor ecológico, arqueológico, histórico e cultural (UNESCO, 2016).

Em 2019 eram 147 os geoparques reconhecidos pela UNESCO, distribuídos em 41 países, sendo que no continente americano existem atualmente 8 geoparques nos seguintes países: Brasil, Canadá, Chile, Equador, Peru e Uruguai. No Brasil existe apenas um geoparque, o geoparque Araripe, no estado do Ceará. Porém, a Comissão de Geoparques da Sociedade Brasileira de Geologia e a Associação Brasileira de Defesa do Patrimônio Geológico e Mineiro têm propostas para a criação de novos Geoparques no Brasil, a saber: Seridó, Morro do Chapéu, Serra de Sincorá, Uberaba, Corumbataí e Cânions do Sul.

As ações voltadas para a geoconservação se iniciaram com a criação da *European Association for the Conservation of the Geological Heritage* (ProGEO) em

1988, com a “*European Working Group for Earth Science Conservation*”, bem como a instituição do *Global Indicative List of Geological Sites* (GILGES) em 1989, o qual constituía em um inventário mundial de sítios geológicos. A aprovação da Carta de Digne no 1º Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico realizado no ano de 1991 e a Conferência de Malvern para a Conservação Geológica e da Paisagem realizada em 1993, e a realização do 2º Simpósio Internacional sobre a Conservação do Patrimônio Geológico, na cidade de Roma, no ano de 1996, foram ações capitais para a criação do Projeto GEOSITES e estabelecimento do grupo de trabalho *Global Geosites Working Group (*GGWG*)* e da IUGS, com o objetivo de: a) elaborar um inventário global e informatizado dos sítios geológicos de interesse global, b) promoção de uma política de proteção e apoio às ciências geológicas em níveis regional e nacional e c) estabelecer critérios e assessorar as iniciativas regionais e locais para realização de inventários (PEREIRA, 2010; MEIRA; MORAIS, 2016).

No ano de 2000 é instituída a Rede Europeia de Geoparques que se firmou como uma ação direcionada ao patrimônio geológico, dada a união e a troca de experiências de quatro territórios europeus com importante geodiversidade, tais como a Reserva Geológica de Haute-Provence, França; a Floresta Petrificada de Lesvos, Grécia; o Geoparque Vulkanaifel, Alemanha; e o Geoparque do Maestrazgo, Espanha, trazendo a questão voltada para a estratégia de gestão territorial.

Dessa forma, Modica (2009, p. 18) define o conceito de geoparques como:

> [...] territórios protegidos, com limites territoriais bem definidos, que contam com um patrimônio geológico de importância internacional, grande relevância científica, raridade e relevância estética ou educativa, que representa, portanto, um importante patrimônio histórico, cultural e natural. [...] Nos geoparques aplica-se uma estratégia de desenvolvimento sustentável baseada na valorização das características geológicas e em uma visão integral das características naturais e culturais do território, com ações de proteção, educação e promoção do geoturismo para o desenvolvimento econômico. O patrimônio geológico, que reporta à memória da Terra, integra-se com a riqueza histórico-cultural e natural do território (MODICA, 2009, p. 18).

Brilha (2005) destaca o programa criado pela UNESCO para representatividade e reconhecimento da conservação do patrimônio geológico, fator este que gerou em 2004, a criação da *Global Geoparks Network* (GGN) e Rede Global de Geoparques (RGG), com sede em Pequim, que representa mais uma iniciativa de geonconservação a nível mundial, que tinha como objetivo a promoção e a conservação do geossítio, bem como promover a educação em geociências e o desenvolvimento sustentável local.

Assim, Lima (2008) destaca que os objetivos da Rede era realizar a distinção em áreas naturais direcionados ao valor geológico, implementadas pelas estratégias de preservação deste patrimônio e a difundir o conhecimento, promovendo a educação e o desenvolvimento sustentável local. Tendo como premissa fornecer uma plataforma de cooperação e de intercâmbio entre peritos especialistas em assuntos do patrimônio geológico.

O geoparque como uma unidade de gestão territorial, pode ser denominado por organismos governamentais ou particulares, desde que não haja conflitos com interesses do Estado. Um geoparque não é necessariamente uma área protegida legalmente, e sim um espaço voltado à promoção da conscientização ambiental e de valorização da cultura e natureza local, sustentado na conservação, salientando que a ausência de um enquadramento legal constitui uma das razões do sucesso, em nível global, dessa iniciativa (NASCIMENTO et al, 2015).

O único geoparque brasileiro se encontra localizado no extremo sul do estado do Ceará, o Geopark Araripe, perfazendo uma área de 3.520,52 km², contando com 59 geossítios inventariados, sendo que nove desses foram selecionados para medidas de divulgação, tais como: Colina do Horto, Cachoeira de Missão Velha, Floresta Petrificada do Cariri, Batateiras, Pedra Cariri, Parque dos Pterossauros, Riacho do Meio, Ponte de Pedra, Pontal da Santa Cruz. Esses geossítios estão ligados a práticas do geoturismo, educação ambiental e investigação no âmbito das Ciências da Terra, apresentando relevância de caráter paleontológico, geomorfológico, estético e cultural (SILVEIRA et al, 2012), agregado a GNN no ano de 2006, sendo por sete anos o único da América Latina (MEIRA; MORAIS, 2016).

No tocante à geodiversidade e ao patrimônio geológico no Brasil em âmbito nacional, vale a pena elencar duas medidas que alcançaram maior visibilidade nacional, sendo elas a Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), órgão que gerencia o patrimônio geológico, e a Comissão Brasileira de Sítios

Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), instituída pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) em 1997, tendo como base o Grupo de Trabalho de Sítios Geológicos e Paleobiológicos do Patrimônio Mundial, da UNESCO (da qual a DNPM já fazia parte desde o ano de 1993), cujos objetivos são o levantamento, a discrição, publicação e divulgação de sítios geológicos.

Desta forma, treze instituições compõem a SIGEP (2015), são elas: Academia Brasileira de Ciências (ABC), Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA), Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Petróleo Brasileiro SA (Petrobrás), Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), Sociedade Brasileira de Geologia (SBG), Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP), Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e União da Geomorfologia Brasileira (UGB), contando com a contribuição de organizações internacionais, tais como: *World Heritage Committee* (WHC/UNESCO), *International Union for the Geological Sciences* (IUGS), *International Geological Correlation Programme* (IGCP), *International Union for the Conservation of the Nature* (IUCN) e *Working Group on Geological and Palaeobiological Sites* (GEOTOPES).

De acordo com as instituições que compõem o SIGEP esse é responsável pelo cadastramento dos sítios brasileiros representados pelas categorias: Paleontológico, Paleoambiental, Geomorfológico, Sedimentológico, Marinho, Ígneo, Espeleológico, História da Geologia, Mineração e Paleontologia, Astroblema, Estratigráfico, Hidrogeológico, Tectônico, Metalogênico, Metamórfico e Mineralógico.

A SIGEP catalogou e publicou 116 sítios geológicos, destes 58 geossítios estão no primeiro volume do livro Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil (SCHOBBENHAUS et al, 2002), 40 no segundo (WINGE et al, 2009) e 18 no terceiro (WINGE et al, 2013).

As definições dos sítios geológicos pela SIGEP são estabelecidas pelos critérios: 1. Sua singularidade na representação de sua tipologia ou categoria; 2. Importância na caracterização de processos geológicos-chave regionais ou globais, períodos geológicos e registros expressivos na história evolutiva da Terra; 3. Expressão cênica; 4. Bom estado de conservação; 5. Acesso viável; e 6. Existência

de mecanismos ou possibilidade de criação de mecanismos que lhe assegure conservação e consequente aproveitamento (MANSUR et al, 2013).

O Projeto Geoparque do Serviço Geológico Brasileiro (CPRM) foi criado no ano de 2006 com o objetivo de ser um indutor na criação de geoparques, segundo a GNN, no Brasil. Para Schobbenhaus e Silva (2010) as premissas do projeto basearam-se na identificação, levantamento, descrição, inventário, diagnóstico e ampla divulgação de áreas com potencial para futuros geoparques no território nacional, para o enquadramento das etapas prévias para instituir um *Geopark*.

Esse Programa vem contribuir para o reconhecimento internacional do geopatrimônio brasileiro, em sua escala nacional ou regional, enquadrando os geoparques na padronização da UNESCO. As propostas avaliadas no Projeto Geoparques são descritas através de tipologias, tais como: arqueológica, estratigráfica, espeleológica, histórica, geomorfológica, tectônica, astroblema, paleoambiental, ígneo, beleza cênica, história da mineração, metalogênico, paleontológico, mineralógico, petrológico e histórico-cultural; com destaque as mais representativas, sendo elas: a estratigráfica, a geomorfológica e a beleza cênica (LOPES, 2017)**.**

Nascimento et al (2015) ressalvam o papel da CPRM para a criação de geoparques, porém chamam atenção para as ações e políticas sociais em relação à gestão do uso e valorização territorial. Posterior à criação do geoparque é necessário contar com uma estrutura de corpo técnico especializado e propostas que englobem as autoridades públicas, comunidades locais e interesses privados para iniciativas conjuntas em prol do geoparque.

Contudo, as diretrizes para o reconhecimento e conservação dos geoparques apontadas pela UNESCO, considera que o desenvolvimento das atividades deve ser compatíveis com a sua proteção, dentre os quais se destacam o geoturismo, que significa conhecer os lugares voltados à descoberta relacionado ao patrimônio geológico.

2.3 PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOPATRIMÔNIO

Na conservação como forma de resguardar a valorização dos sítios estabelecidos, surge o conceito de patrimônio, de forma a estabelecer suas características específicas, culturais e naturais para as gerações atuais e futuras.

Esse conceito vem atrelado aos estudos ligados à biodiversidade, geodiversidade e geoconservação, definindo o patrimônio como conjunto de bens materiais e imateriais transmitido pelos antepassados, constituindo da herança coletiva (COELHO, 2000).

Desse modo, o conceito de patrimônio é um determinado bem ao longo do tempo, contribuindo para a sua preservação e valorização pela sociedade e exercer o senso de responsabilidade para gerações futuras (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2014), considerando o papel do estado em proteger esse bem.

O termo patrimônio definido na Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural realizada pela UNESCO em 1972:

> bens culturais e naturais demonstram a importância que constitui, para todos os povos do mundo, a salvaguarda de tais bens, únicos e insubstituíveis, qualquer que seja o povo a que pertençam, que determinados bens do património cultural e natural se revestem de excepcional interesse que necessita a sua preservação como elementos do património mundial da humanidade no seu todo (UNESCO, 1972, p. 1).

Nesse sentido, o patrimônio atrelado à temática da conservação como uma ação de valorização dos recursos naturais e abióticos, é visto como:

> Os monumentos naturais constituídos por formações físicas e biológicas ou conjuntos de formações de valor universal excepcional partindo do ponto de vista estético ou científico, as formações geológicas e fisiográficas e as zonas estritamente delimitadas que constituem habitat de espécies animais e vegetais ameaçadas de valor universal excepcional do ponto de vista estético ou científico; os sítios naturais ou as áreas naturais estritamente delimitadas detentoras do valor excepcional do ponto de vista da ciência, conservação ou da beleza natural (UNESCO, 1972, p. 3).

O patrimônio elencado como patrimônio cultural é definido pelo grau de relevância para a identidade e permanência de uma cultura, assim a UNESCO (1972), define o patrimônio Cultural em:

Os ***monumentos:*** obras arquitetônicas, de escultura ou de pintura monumentais, elementos de estruturas de caráter arqueológico, inscrições, grutas e

grupos de elementos com valor universal excepcional do ponto de vista da história, da arte ou da ciência;

Os ***conjuntos:*** Grupos de construções isoladas ou reunidos que, em virtude da sua arquitetura, unidade ou integração na paisagem têm valor universal excepcional do ponto de vista da história, da arte ou da ciência;

Os ***locais de interesse***: Obras do homem, ou obras conjugadas do homem e da natureza, e as zonas, incluindo os locais de interesse arqueológico, com um valor universal excepcional do ponto de vista histórico, estético, etnológico ou antropológico.

O termo patrimônio vem ligado às concepções de natural e cultural atribuído pelo seu grau de relevância que preservam a permanência e a identidade de uma cultura, pelas atividades que são estabelecidas entre a sociedade e as atividades relacionadas à forma de apropriação do meio geológico, arqueológico, científico, paleontológico, geomorfológico, entre outros (VIANA, 2014).

Sendo o patrimônio natural constituído pelas suas complexidades, sua dinâmica, ambiente natural e história representam um patrimônio para as sociedades humanas (GRANDGIRARD, 1997 apud PEREIRA; PEREIRA; ALVES, 2004). Assim, Paes (2009 apud OLIVEIRA; RODRIGUES, 2014) salienta que a patrimonialização depende que esses recursos sejam conservados, em seus símbolos e signos culturais agregados a um tipo de valor, considerados nas suas vertentes abiótica e biótica.

Assim, o patrimônio biótico constituído pelos seres vivos de características únicas, considera sua ameaça de extinção e equilíbrio do ecossistema, que necessitam de valorização e proteção voltadas à preservação, enquanto o patrimônio abiótico é a parte da natureza abiótica com características únicas e de suma importância para preservação da biodiversidade, incluindo o patrimônio geológico.

Nesse sentido, surge o patrimônio geológico ligado à geodiversidade como iniciativas de geoconservação de forma integrada que ganha notoriedade na comunidade científica internacional voltada à preservação da natureza abiótica com ações conservacionistas e promoção do conhecimento na sociedade.

O conceito de patrimônio geológico (*geological heritage*) e/ou geopatrimônio (*geoheritage*) está voltado para a valorização e conservação dos geossítios (*geosites*). Assim, o geopatrimônio é definido pelos componentes da geodiversidade importantes para a humanidade por razões outras que não a extração dos recursos, e cuja preservação é desejável para atuais e futuras gerações (SHARPLES, 2002).

Sendo assim, os componentes denominados de Locais de Interesse Geológico (LIG) definidos pelos autores Gárcia-Cortes e Carcavilha (2009) e de geossítios pelo autor Brilha (2005), têm como princípio a ocorrência de afloramentos, naturais ou artificiais, delimitados pelo seu valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico, entre outros (BORBA, 2011).

O patrimônio geológico é composto por conjunto de sítios geológicos (geossítios) que possuem elevado valor científico e educativo e, que devem ser valorizados e preservados pelo seu conteúdo, apresentando elementos que testemunham a história da terra.

Dessa forma, Brilha (2005) define patrimônio geológico como o conjunto de geossítios, ou locais de interesse geológico, inventariados e caracterizados numa dada região, sendo locais bem delimitados geograficamente, onde ocorrem um ou mais elementos da geodiversidade com singular valor do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico entre outros.

Assim, Carvalho (1999) liga o conceito de geossítios a geomonumento, definido pela ocorrência geológica de valor documental referente à história da terra, apresentando características de monumentalidade, grandiosidade, raridade, beleza, entre outros.

Borba (2011) afirma que geopatrimônio é o conjunto de geossítios num determinado território ou locais que melhor representam a geodiversidade de uma dada região. Enquanto patrimônio geológico é um termo restrito, por considerar as feições geológicas e substrato rochoso, excluindo os processos ativos e feições geomorfológicas; o termo geopatrimônio designa a herança herdada das gerações atuais e futuras descritas na paisagem pela evolução do planeta Terra, que merece valorização e conservação.

Segundo Nascimento et al. (2008), o patrimônio geológico é constituído por georrecursos culturais, que contribuem para o reconhecimento e interpretação dos processos geológicos que modelaram a superfície terrestre que podem ser caracterizados pelos valores (científico, didático), pela sua utilidade (científica, pedagógica, museológica, turística) e pela sua relevância (local, regional, nacional e internacional).

Dessa forma, o patrimônio geológico abrange os minerais, as rochas e os fósseis presentes em afloramentos (exposições no meio natural) ou em coleções de museus, incluindo o relevo, que no seu conjunto guarda a história da evolução da

Terra por processos cuja escala temporal é de milhões (e até bilhões) de anos (NASCIMENTO, RUCHKYS, MANTESSO-NETO, 2008).

Os autores ainda alertam que a este patrimônio associa-se o patrimônio da história da mineração (ou patrimônio mineiro), uma atividade tão importante no Brasil. Para alguns autores o patrimônio geológico inclui as coleções de minerais, rochas e fósseis expostas em museus, já para outros autores não, principalmente por não se encontrarem em seu meio natural e já estarem protegidas.

Dessa forma, os geopatrimônios sofrem ameaças, tanto por processos naturais ou pela ação humana, colocando em estado de vulnerabilidade a sua existência, integridade e funcionalidade, acessibilidade e visualização dos elementos, que são os processos ou feições importantes para a manutenção da geodiversidade (BRILHA, 2005).

Para Lopes (2017), o conceito adequado seria geopatrimônio pela integração dos aspectos geológicos (minerais, rochas e fósseis), geomorfológicos (formas de relevo e processos), hidrológicos, climatológicos e do solo pelas particularidades de cada um, abordando seus conceitos e métodos.

Dessa forma, o patrimônio geológico, ou geopatrimônio, é considerado quando o valor científico for reconhecido de forma precisa pela comunidade científica nacional e/ou internacional. Pois, os sítios que são considerados importantes recursos voltados à educação, turismo e identidade cultural das comunidades devem ser chamados de “sítio de geodiversidade” (BRILHA, 2016). Segundo o autor, o termo já vem sendo utilizado no Reino Unido, como substituição ao termo anterior Sítios Geológico-geomorfológico regionalmente importante (RIGS).

Ainda assim, o autor atrela o termo geomonumento ligado a sítios com alto valor turístico, devido a esse termo ser usado em alguns países para promover os sítios para o público em geral. Segundo Mansur (2018) alguns autores utilizam o termo geomonumento como sinônimo de geossítio, ponto ou local de interesse geológico. Por fim, Brilha (2016) alerta que um sítio pode perder seu valor científico no futuro, bem como pode ganhar a classificação de geossítio, quando retratar um registro significativo para o conhecimento da história geológica.

Portanto, a proposta de promoção dos sítios junto à sociedade vem no sentido de promover a conscientização para valorização do patrimônio geológico e a necessidade de sua conservação, bem como a implementação de atividades que permitam suas potencialidades científica, educativa, turística e/ou cultural.

2.4 PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO OU GEOMORFOSSÍTIO

A geomorfologia é a ciência que aborda os estudos das descrições e classificação das formas resultantes da interação contínua das forças endógenas e exógenas que se opõem; compreende os mecanismos de interação resultantes de diversas escalas temporais e espaciais, abordando variados aspectos da morfogênese presente na paisagem.

Nessa perspectiva, inicia-se o estudo do patrimônio geomorfológico (*geomorphological heritage*) e geomorfossítios (*geomorphosites*) direcionado ao conjunto do patrimônio geomorfológico definido pelos elementos geomorfológicos constituídos pelas formas de relevo e depósitos correlativos, com diferentes escalas, eivados de valores científico, estético, cultural, ecológico e econômico, decorrente da percepção humana. Dessa forma, propõe-se que os elementos geomorfológicos apresentam valor patrimonial que deve ser objeto de proteção legal e promoção cultural, científica, didática, com uso das suas potencialidades voltadas para o lazer, turismo e desporto (VIANA, 2014).

Nesse contexto, o patrimônio geomorfológico é uma das chaves para divulgação da geomorfologia, como forma de garantir aos geocientistas uma maneira acessível por meio da qual o público em geral possa entender os processos que modelaram a superfície da terra e a divulgação científica, destacando na paisagem seu valor estético, único e cênico, além disso, as geoformas que representam na paisagem o interesse socioeconômico para o local do estudo.

Essa temática ganha destaque em meados da década de 1980, pela inserção do termo Locais de Interesse Geomorfológico (*geomorphological sites* e/ou *geomorphological assets*) e patrimônio geomorfológico, que foram trabalhados pelos autores Gordon (1992), Panizza (1989), Panizza e Piacente (1993), Gordon et al (2004), Reynard (2005), Pereira (1995; 2006), Pereira et al (2004), Vieira (2008, 2014), entre outros. Esse conceito surge na literatura por Pereira (1995) no estudo do litoral sudoeste de Portugal, porém outros autores trabalharam com o tema associado ao patrimônio geológico sem inventariação específica.

Na atualidade, a pesquisa direcionada ao tema do patrimônio geomorfológico voltada às diferentes metodologias, considera a importância dos elementos geomorfológicos junto à geodiversidade, no tocante à preservação da paisagem. Além

disso, foram criados grupos de cunho científico internacional e nacional que têm como objetivo a investigação, conhecimento e divulgação dos locais de interesse geomorfológico, direcionado à educação, conservação e atividade turística relacionada ao geomorfossítio (REYNARD; CORATZA, 2001).

No intuito de promover as pesquisas em nível internacional, a Associação Internacional de Geomorfólogos (IAG), criada em 1989, durante a II Conferência Internacional sobre Geomorfologia, em Frankfurt na Alemanha, cujo objetivo era ampliar e promover a Geomorfologia pela cooperação e divulgação de conhecimentos, vem organizando conferências nacionais e internacionais, bem como a divulgação pela publicação de livros e artigos, além da criação de grupos de trabalho como o *Geodiversity* e o *Geomorphosites*.

O grupo de trabalho *Geodiversity* tem como premissa uma avaliação integrada da diversidade de formas de relevo por meio da geoinformação, metodologias e ferramentas na identificação, quantificação e modelagem do relevo em diferentes escalas espaciais e temporais. Vindo implementar pesquisas em relação entre a geodiversidade das paisagens e as culturas locais, considerando o papel das atividades antrópicas sobre estas formas, especificando as influências das mudanças globais sobre a geodiversidade (LOPES, 2017).

De acordo com Lopes (2017), na V Conferência Internacional de Geomorfologia, em Tóquio, no ano de 2001, foi criado o grupo *Geomorphosites* com quatro objetivos em relação ao patrimônio geomorfológico: (i) definição do conceito de geomorfossítio; ii) estruturação de uma metodologia de avaliação; iii) estruturação de um método de mapeamento dos geomorfossítios e; iv) proposição de medidas para a proteção dos geomorfossítios.

Dessa forma, as iniciativas permitem desenvolver ferramentas em relação ao conhecimento e caracterização, conservação, estatuto legal e atratividade dos locais de interesse geomorfológico estabelecidos pela sensibilização da sociedade sobre os processos geomorfológicos e geoformas.

Nessa perspectiva, o patrimônio geomorfológico é abordado pelas suas formas diversas, tendo seu conceito e definição sofrido alteração em virtude de objetivos e finalidades influenciadas pelas diferenças na formação de suas bases proponentes.

Na proposta de Grandgirad (1197) descrita por Viana em 2014, retrata os geótopos como as porções da geosfera pela relevância singular para compreensão

da história da Terra, enquanto Panizza e Piacente (1993) refere-se a *geomorphological assets* do ponto de vista cultural, avaliado com bases nos critérios científicos da natureza, de forma quantitativa e objetiva.

Assim, Pereira (1995, p. 11) define patrimônio geomorfológico como:

> O conjunto de formas de relevo, solos e depósitos correlativos, que pelas suas características genéticas e de conservação, pela sua raridade e/ou originalidade, ou pela maneira que se combinam espacialmente (a geometria das formas de relevo), evidenciam claro valor científico, merecendo ser preservadas (PEREIRA, 1995, p. 11).

O conceito de patrimônio geomorfológico definido pelo conjunto de locais e objetos geomorfológicos que por sua estética, raridade e/ou conteúdo, devem ser preservados e valorizados, levando em consideração seu local de interesse geomorfológico, suas geoformas e seus valores científico, estético, cultural e/ou socioeconômico (PEREIRA et al, 2007).

Para Viana (2014), a definição de patrimônio geomorfológico ou geomorfossítios, considera seu conjunto como patrimônio geomorfológico, constituído por formas de relevo e depósitos correlativos, desenvolvidos a várias escalas, aos quais se atribui um conjunto de valores (científico, estético, cultural, ecológico e econômico) decorrentes da percepção humana, de elevado valor patrimonial, que devem ser objetos de proteção legal e promoção da cultura, científico-pedagógica e além de atividades de lazer, desporto e turismo.

Dessa forma, Panizza (2001) define o conceito de geomorfossítio como elementos geomorfológicos apresentando valor estético socioeconômico, cultural e científico, aceitável para a comunidade. Assim, os geomorfossitos são vistos como formas de valor científico para os conhecimentos da terra, da vida e do clima, todos voltados a soluções para as vulnerabilidades existentes nesses locais.

Assim, Panizza e Piacente (2008) retrata que um geomorfossito é uma forma de relevo qualificado como um componente da herança cultural de um território. Os atributos que podem conferir valor a um relevo, tornando-se um bem geomorfológico são de natureza: científica, cultural, socioeconômica e cênica.

Um ponto relevante no estudo do patrimônio geomorfológico refere-se à escala de análise. Diferentes escalas de análise interferem sobre a apreciação e

classificação das formas, que repercutem sobre o nível de valorização patrimonial, conservação e modo de gestão. Considerando a questão da escala, Carvalho (1999) inclui três níveis de geomonumentos relacionados à escala em função de seus aspectos geológicos e características intrínsecas para a conservação.

O nível de afloramento local é representado pelo nível local absoluto, considerando um único elemento geomorfológico de ordem e grandeza. O nível de sítios combina os elementos geológicos ou geomorfológicos com ordem de dimensão delimitadas e o nível de paisagem aborda o conjunto geológico e geomorfológico a partir de um ponto ou mais de observação, considerando a sua valorização pelos aspectos rústicos e humanos (CARVALHO, 1999).

Nos geomonumentos em escala de afloramento prepondera o valor geológico, como jazidas paleontológicas, mesmo que apresentem valores de ordem geomorfológica como grutas, tors ou outras formas geométricas. Em escala de sítio e de paisagem os valores geomorfológicos determinam as características do geomonumentos.

Do ponto de vista cartográfico, os elementos patrimoniais apresentam caráter pontual, linear ou oval. Do ponto de vista dos níveis atribuídos por Carvalho (1999) temos os três níveis: nível de elementos ou local, representado por um único elemento geomorfológico (forma ou depósito); nível intermediário considerando a área integrando os vários locais e o nível geral das paisagens baseadas na atribuição dos elementos geomorfológicos valorizados pelos aspectos bióticos e humanos. Os elementos estruturados da paisagem lastreiam a conscientização do valor e da necessidade da preservação, potencializando a sensibilização dos elementos geomorfológicos.

O patrimônio geomorfológico engloba o patrimônio biológico, geológico e ideológico, definindo seus níveis de estratégias de preservação. Portanto, assumindo seus atributos para definição dos seus valores: valor científico, valor cultural e valor estético, valor econômico e o valor ecológico.

Assim, temos a definição de Vieira (2014) para os valores dos geomorfossítios:

Valor científico: corresponde aos elementos geomorfológicos representativos dos processos de evolução da superfície terrestre, influenciada pela importância do objeto de estudo e do interesse que desperta na sociedade, considerando seus recursos didáticos e pedagógicos na explicação da ocorrência dos

processos geomorfológicos e ambientais que resultaram nas formas atuais, valorizados pelo seu testemunho paleogeomorfológico (PANIZZA, 2006), considerado a raridade e originalidade em relação à forma e à gênese;

Valor cultural: estabelecido pela valorização dada pela sociedade e a ocorrência de acontecimentos históricos relacionado aos aspectos geomorfológicos, considerando elementos de valor simbólico, religioso, espiritual e histórico-cultural;

Valor estético: ocorre pela descrição visual e paisagística do local ou da paisagem, considerando as variáveis que influenciam a percepção da paisagem pelo seu grau de atratividade por parte dos visitantes;

Valor econômico: definido pela relação entre os seres vivos associada à vegetação, à fauna e às condições geomorfológicas;

Portanto, o estudo geomorfológico procedido da caracterização, avaliação e inventariação do patrimônio geomorfológico desenvolve iniciativas visando a valorização e proteção pela sociedade.

Dessa forma, surge na literatura, as categorias temáticas do patrimônio geológico e geomorfológico da definição de *frameworks*, no âmbito internacional, direcionadas à inventariação do patrimônio geológico e geomorfológico em: geoformas graníticas, geoformas vulcânicas, geoformas cársicas, geoformas residuais, geoformas tectônicas, geoformas fluviais, geoformas litorais, paisagens culturais e geoformas glaciárias e periglaciárias, consideradas a partir da diversidade litológica e tectônica, decorrente da história geológica e influência climática que determina o fator determinante do variado patrimônio geomorfológico, sendo os locais de interesse geomorfológico de relevância nacional (PEREIRA et al, 2014).

Contudo, em se tratando de formas graníticas são identificadas as seguintes geoformas: tafoni/furnas; tors; nubbins; caos em bloco; marmitas ou cacimbas; bornhardt e/ou inselbergs.

Para as geoformas graníticas ou *framewoks* criadas como categorias temáticas do patrimônio geomorfológico, esses estudos foram iniciados em Portugal e Espanha, a exemplos das pesquisas no Parque Nacional da Peneda Gerês, Serra do Montemuro e Serra Gamoneda-Montesinho, nos trabalhos dos autores Peixoto (2008), Pereira (2006, 2009), Carvalhido, Pereira e Brilha (2009) e Viana (2008, 2014).

No Brasil, os trabalhos sobre os relevos graníticos foram expandidos no Nordeste como em estudos dos autores Cordeiro, Bastos e Maia (2017), Lima (2018), Maia et al (2018), Maia e Nascimento (2018) com enfoque no estado do Ceará, a

exemplo dos estudos realizados no Maciço de Urubetama, Serra do Quincucá e as contribuições para o Nordeste em geral nos trabalhos de Maia e Nascimento.

Portanto, esse trabalho vem contribuir com mais uma área de relevo granítico no Nordeste brasileiro, representativa nas suas tipologias da região semiárida, partindo da relação do relevo e suas estruturas com os processos de evolução do modelado da área de estudo.

2.5 TEORIAS EVOLUTIVAS DO RELEVO DO NORDESTE BRASILEIRO

A evolução geomorfológica do Nordeste brasileiro remete à análise dos modelos clássicos de evolução de superfícies de aplainamento, considerando suas principais limitações metodológicas e as relações da morfoestrutura com o tectonismo cenozóico do relevo.

A evolução das teorias explicativas da gênese do relevo na geomorfologia no século XX destacam o papel do clima na evolução do modelado terrestre, como visto na contribuição de William Morris Davis e Walther Penck, seguido de Julius Büdel. Este último destacou o papel dos climas passados e atuais, que forneceriam subsídios para interpretação das mudanças climáticas do passado recente (ABREU, 2006).

A sistematização dos conhecimentos sob a forma de propostas teóricas e metodológicas tratando da evolução do relevo terrestre foi sintetizada na publicação da obra Ciclo Geográfico (*The geographical cycle*) de Willian Morris Davis em 1899 (ABREU, 1983). O modelo de Davis era baseado no processo de evolução do relevo e formação das superfícies de aplainamento, por meio de um ciclo de evolução das formas numa sequência de estágios do relevo: juventude, maturidade e senilidade, representados pela característica de cada fase do estágio no relevo (SALGADO, 2007).

Dessa forma, o relevo se desenvolvia em função da estrutura geológica, dos processos atuantes e do tempo (ABREU, 1983). O ciclo de erosão exporia, no entanto, relevos incompletamente erodido, denominados “*monadnocks*”, caracterizados pelas formas residuais, em contraposição aos aplainamentos finalizados, os peneplanos (PEUVALST; CLAUDINO SALES, 2002).

Alguns autores se contrapuseram total ou parcialmente às ideias de Davis, como é o caso de W. Penck (1924) e L. King (1962). No modelo de Penck, denominado de Teoria do *Primärrumpf,* ao longo do soerguimento prolongado do

relevo ocorrem pulsos de erosão que produzem aplainamentos na periferia da área soerguida, de acordo com a velocidade do soerguimento, contrapondo as forças endógenas e exógenas (PEUVALST; CLAUDINO SALES, 2002, SALGADO, 2007).

Essa teoria está baseada na existência de níveis de base locais fundamentados no processo de erosão das superfícies denudacionais. A evolução do relevo escalonado, ocorre por regressão das vertentes por retração lateral (*backwearing*) resultando no recuo dos escarpamentos. Em seguida ocorre o rebaixamento `vertical (*downwearing*), resultando no rebaixamento das vertentes e superfícies de cimeira como consequência das relações processuais do modelo (SALGADO, 2007, PEUVALST; CLAUDINO SALES, 2002).

Por outro lado, o modelo de pediplanção elaborado por Lester King (1962), era baseado no modelo de Davis (1899) e tinha a evolução da paisagem marcada pela estabilidade tectônica, rompida unicamente pela ocorrência de períodos rápidos e intermitentes do soerguimento da crosta, seguidos de fases de incisão fluvial e aplainamento dos volumes soerguidos (PEUVALST; CLAUDINO SALES, 2002). Para esses autores, o modelo de King retrata o papel dos processos de pedimentação pela ação direta exercida pelo controle do nível de base, em que a erosão progride, tanto pelo ataque à rocha sã (*etchplanation*) ao nível da frente de meteorização, quanto pela retirada do material alterado pelo escoamento superficial.

Segundo King (1953), o processo de retração lateral das vertentes tem, por consequência, o acúmulo de material detrítico em sua base. Quando a acumulação deste material detrítico dá origem a rampas suaves, essas são denominadas de pedimentos, que se estendem da base das vertentes em direção aos leitos fluviais. A perpetuação das condições de aridez do clima favorecerá a coalescência desses pedimentos e a formação de ampla superfície aplainada, denominada pediplano (SALGADO, 2007).

Conforme este modelo, ocorre um decréscimo na idade dos materiais de montante para jusante, assim as superfícies mais elevadas seriam mais antigas e as superfícies com altitudes menores seriam mais novas (LIMA, 2015). Dessa maneira, a teoria da Pediplanação de King (1953), ressalta que algumas vertentes resistirão ao processo erosivo, constituindo relevos residuais denominados inselbergs (SALGADO, 2007). Com base nas características morfológicas dessas formas, com feições que intercalam superfícies de aplainamento com formas residuais (inselbergs), prevalece

no modelo de King a ideia de um controle dominante pelas condições climáticas tropicais (PEUVALST; CLAUDINO SALES, 2002).

Diante desse contexto, desempenhou um importante papel na compreensão da evolução do aplainamento, os debates a cerca da formação dos inselbergs, em que as explicações propostas para tais formas, consideram os domos cristalinos, como sendo de dois tipos: a) individualização das formas residuais pelo recuo dos escarpamentos; b) surgimento de elementos maciços a partir de remoção de manto de intemperismo espesso, eventualmente renovados durante a denudação (THOMAS, 1998; PEUVALST; CLAUDINO SALES, 2002).

No contexto teórico da pediplanação defendida por King (1962), baseada no fato que a maior parte dos domos excede a espessura dos mantos de intemperismo, o aplainamento lateral e o recuo das vertentes seriam favorecidos pelas fissuras em volumes rochosos, mas bloqueados em contexto maciços. Esse processo seria eficaz em condições climáticas áridas tropicais e subtropicais, nas quais o contraste entre a forte alteração do granito no sopé das vertentes e a imunização das vertentes íngremes seria máximo (PEUVALST; CLAUDINO SALES, 2002). Essa ideia foi proposta para explicar a formação do inselbergs graníticos, através do recuo seletivo de escarpamento costeiro em detrimento de xistos encaixantes.

Baseada nas teorias da evolução da paisagem, a da etchplanação surge na pesquisa de E. J. Wayland (1933), ao constatar que o escalonamento de superfícies aplainadas não poderia ser explicado pela teoria da peneplanação, uma vez que as superfícies de aplainamento apresentavam diferentes idades e diferentes cotas e níveis de base. O autor propôs que as superfícies aplainadas de cota altimétrica mais baixa seriam formadas pela erosão parcial ou total de um espesso manto de alteração que recobriria uma superfície somital (SALGADO, 2007).

Nesse sentido, a contribuição dos autores J. Budel (1957), G. Millot (1980) e M. Thomas (1989), agregam sobre a interpretação morfoclimática do presente, seus antecedentes climatogenéticos representados pelos depósitos e formas herdadas do passado (ABREU, 2006). De acordo com Peuvalst e Claudino-Sales (2002), esses autores traziam em suas pesquisas, o papel das alternâncias a curtos e longos prazos entre as fases climáticas úmidas e quentes, propícias à alteração em profundidade. No tocante à vegetação as fases secas permitem a retirada do manto de intemperismo e o nivelamento dos desníveis pela ação da erosão, gerando o aplainamento do tipo

etching e/ou *etchplanation* (caracterizado pela cripto-alteração) e *stripping* (aplainamento por denudação).

Dessa forma, em relação às teorias aqui descritas, todas tratam o aplainamento do relevo como produto final de sua evolução, contudo a proposta de Büdel (1957, 1982) enfoca a formação do relevo em função da tectônica e dos climas estacionais para o desenvolvimento das superfícies de aplainamento, enquanto a teoria de Milot (1983) considera a sucessão de climas ao longo do tempo geológico conduzindo à geração da superfície de aplainamento (SALGADO, 2007).

Na teoria de aplainamento de Millot (1983), as superfícies aplainadas não poderiam ser explicadas apenas em função da erosão fluvial. No entanto, sua gênese nas regiões áridas ou semiáridas esteve necessariamente submetida a condições climáticas mais úmidas por tempo suficiente para que ocorresse um intenso processo de alteração do manto de intemperismo (SALGADO, 2007).

Para Millot (1983), o intemperismo e a pedogênese são fatores muito ativos e intermediários entre o embasamento e a erosão superficial. O papel do intemperismo é o da desagregação, com transformação isovolumétrica da rocha, sem afetar as características e propriedades do relevo. Logo, a pedogênese, por sua vez, contemplada pelos mecanismos de dissolução, hidrólise e lixiviação, como ativos próximos à superfície, promoveria a transformação dos produtos ou a alteração do saprolito (VITTE, 2005).

Dessa forma, os processos erosivos são mais intensos em materiais já alterados e em condições climáticas mais secas, proporcionando o aplainamento do relevo (SALGADO, 2007). Assim, o conceito de Planação Climática voltou-se aos estudos em clima tropical com regime sazonal, a partir da ocorrência de uma discordância entre o front de alteração e o sistema pedológico, em que o front de alteração marca a discordância entre o saprolito e a rocha sã e sua característica é a transformação isovolumétrica, sendo próprio do sistema pedológico promover a discordância entre a matriz argilosa e o esqueleto, preparando os materiais para o aplainamento (VITTE, 2005).

Assim, as superfícies aplainadas na teoria de Millot (1983) aconteceriam em função da sucessão do clima ao longo do tempo geológico. Em climas mais úmidos ocorreria a alteração da rocha sã, preparando o material para climas mais secos, em que a erosão mecânica superficial aplainaria o relevo, contrapondo a teoria da

etchplanação de Büdel (1957), com a sucessão de estações climáticas (SALGADO, 2007).

Diante do exposto, em relação aos modelos de evolução do relevo das superfícies de aplainamento considerando o Nordeste Brasileiro, toma-se por base os dois modelos de evolução da paisagem, pediplanação (backwearing) e a etchplanação (downwearing) para compreender a área de estudo deste trabalho, levando em consideração que essas discussões também contribuem para entender a evolução da paisagem granítica pela ótica morfoclimática (LIMA, 2015).

Contudo, alerta-se que a interpretação da área de estudo está atrelada ao modelo de pediplanação, e principalmente à teoria da etchplanação, destacando o papel do intemperismo, da estrutura geológica e as variações climáticas para a descrição das geoformas presentes no relevo granítico.

2.5.1 Teoria da Etchplanação

O conceito *etch* foi desenvolvido por Willis (1936, apud Adams, 1975) como o resultado da interação entre a corrosão fluvial e a decomposição da rocha na produção do relevo, conceito este que contrasta com a peneplanação, embora o autor considerasse que um peneplano poderia dar origem a uma superfície de *etching* (VITTE, 2001).

Na Geomorfologia, a palavra *etching* é usada para descrever o processo de decomposição progressiva de uma rocha no interior de perfis de intemperismo profundos, em situações que as rochas diferem em relação à resistência à decomposição química, refletindo na variação do manto do intemperismo (MIGON, 2006). A remoção do manto de intemperismo expõe a base rochosa, em que a topografia é resultado direto da ação do intemperismo químico, denominada de *etched surface* (BÜDEL, 1982; MIGON, 2006; LIMA, 2015).

O conceito de *ecthplain* foi proposto por Wayland (1933 apud VITTE, 2001), em suas pesquisas em Uganda. Conforme o autor, as peneplanícies seriam formadas pela alternância entre as alterações geoquímicas das rochas e a erosão superficial, em que o processo de *etchplain* seria marcado por uma paisagem profundamente alterada, que posteriormente sofreria a ação de um ciclo erosivo com o saprolito, sendo exposto, formando uma planície rochosa. O saprolito apresentaria topografia irregular, estando sujeito a novo ciclo de alteração e de erosão, de maneira que as

suas irregularidades seriam paulatinamente expostas à superfície, criando *inselbergs* na paisagem (Ollier, 1975 apud VITTE, 2001).

Sendo assim, nos trabalhos desenvolvidos por Büdel (1957, 1963 e 1982), a teoria da etchplanação através do conceito de *einebnungsflachen*, ou seja, de dupla superfície de aplainamento, consolidou o papel do intemperismo na análise geomorfológica (VITTE, 2005). Para Büdel (1982), a formação do relevo inicia-se com o abaixamento gradual da superfície, determinado pela velocidade de aprofundamento da alteração e pelas características topográficas do *front* de alteração. Estas características são provocadas pela existência de falhas, de fraturas e de seu arranjo, sendo que o *front* de alteração pode apresentar corcovas. Quando ocorre a predominância de juntas, as corcovas são desprendidas e formam blocos rochosos que se distribuem sobre o *front* de alteração (VITTE, 2001).

Para o modelo de Etchplanação (BÜDEL, 1982), nas regiões tropicais, o intemperismo químico age de forma intensa e constante durante todo o ano, permitindo o desenvolvimento de um espesso manto de intemperismo (THOMAS, 1994). Nessa superfície ocorre o apodrecimento das rochas sãs e a perda de massa litosférica em decorrência da saída de elementos do sistema intemperizado em solução na água subterrânea (ÁVILA, CARVALHO, 2012).

Para Büdel (1982), ambientes em condições climáticas tropicas semiúmidas viabilizam o desenvolvimento de superfícies de aplainamento, em função das atividades biológicas intensas, temperaturas elevadas e pela existência de uma estação climática seca e outra úmida, podendo esta ter duração de 6 a 9 meses, ou uma duração de 4 a 6 meses, no último o aplainamento se desenvolveria em velocidade reduzida (SALGADO, 2007).

Sendo assim, Budel (1982) considera que em ambientes que não possuem condições climáticas tropicais semiúmidas, mas apresentam modelado aplainado, esses não foram desenvolvidos em condições climáticas atuais em que se encontram, mas foram decorrentes de condições paleoambientais semiúmidas (SALGADO, 2007).

Nesse sentido, a teoria da etchplanação explica a origem de uma vasta gama de formas de relevo, considerando o papel crucial da água e do intemperismo, a idade de formas de relevo e paisagens, as reconstruções paleogeográficas, a geomorfologia climática e teorias do desenvolvimento da paisagem, configurando num conceito

amplamente aceito e uma ferramenta valiosa na análise e interpretação de paisagens em suas definições espacial e temporal (TWIDALE, 2002 apud MOURA-FÉ, 2017).

Contudo, o modelo de Budel (1957, 1982) referente à evolução da paisagem, baseado na estabilidade tectônica e existência de condições climáticas tropicais semiúmidas, demonstra a importância dos fatores estruturais e climáticos no processo de intemperismo, e como estes atuam na diferenciação morfológica da paisagem (VITTE, 2001).

Nesse sentido, a teoria de etchplanação de Büdel (1982) considera que os aplainamentos são decorrentes do processo denudacional do duplo aplainamento (*doppeite Einebneing*), partindo da interação entre a superfície exumada de lavagem *(wash surface*) e a superfície de intemperismo basal (*basal weathering front*), chamada frente de intemperismo (*weathering front*) (ABREU, 2003; SALGADO, 2007).

Para compreender a relação entre a *wash surface* e a *weathering front*, o perfil de intemperismo, denominado regolito, apresenta um aumento gradual e progressivo de alteração até a superfície, sendo representado por todo material intemperizado encontrado na rocha sã, incluindo núcleos de rochas inalteradas (HUGGETT, 2007). Como exemplos dos relevos saprolíticos, temos *corestones* e *tors*. Essa ação do intemperismo, torna o solo mais espesso, apresentando novas condições físico-químicas impostas ao perfil, podendo os fronts pedogenéticos avançarem sobre o saprólito (VITTE, 2001).

Assim, a superfície exumada de lavagem (*wash surface*) corresponde à superfície do modelado ou topográfica, onde predominam os processos mecânicos de escoamento pluvial. A frente de intemperismo (*weathering front*) corresponde à subsuperfície localizada entre a rocha sã e a zona de alteração ou regolito (*regolith*), caracterizada por uma superfície bastante irregular, onde a rocha sofre com a lixiviação e a denudação química predominante (SALGADO, 2007; VITTE, 2001), sendo moldada por processos de intemperismo químico.

Desta forma, a principal contribuição da frente de intemperismo aos aplainamentos é a preparação de material para ação dos processos mecânicos que ocorrem na superfície exumada de lavagem *(wash surface*), a exemplo da erosão laminar, proporcionada pelo escoamento pluvial que erode e rebaixa as vertentes (SALGADO, 2007).

Sendo assim, a atuação do intemperismo químico proporciona a alteração das rochas, colaborando com a remoção do material intemperizado através dos processos

mecânicos de escoamento pluvial, refletindo na frente de intemperismo as características do substrato rochoso, desenvolvendo uma morfologia variada (TWIDALE; LAGET, 1994).

Büdel (1957,1982) sugere a existência da interação entre a alteração geoquímica das rochas e a erosão superficial, baseada no duplo aplainamento, com o desenvolvimento de etchplanos. Logo, o entendimento da origem dos etchplanos, traz uma nova concepção para o termo “erosão diferencial”, considerado as diferenças litológicas no contexto regional na elaboração do relevo (CORRÊA et al, 2010), tendo em vista a maior ou menor resistência das rochas aos processos de intemperismo e erosão, podendo originar diferentes formas de relevos graníticos.

Contudo, o conceito de etchplanação vem sendo aplicado em áreas tropicais que apresentam sazonalidade e pode subsidiar a interpretação geomorfológica acerca do desenvolvimento de feições graníticas em ambientes tropical (MAIA et al, 2018).

O Nordeste brasileiro constitui um recorte espacial cujas variações climáticas quaternárias permitem uma interpretação da sua morfogênese a partir da teoria da Etchplanação (SALGADO, 2007, SANTOS; SALGADO, 2010, PEULVAST; BETARD, 2015, MAIA et al, 2018), cujas evidências são nitidamente encontradas nas paisagens graníticas.

Nesse contexto, a paisagem do Nordeste do Brasil é resultado de sucessivos ciclos de aplainamentos resultantes de processos epirogênicos pós-Cretáceos na porção oriental da fachada atlântica. Assim, os compartimentos morfoestruturais formados pela orogênese proterozóica do Ciclo Brasiliano e reorganizados no Cretáceo na divisão da Pangea, foram submetidos às reativações das zonas de cisalhamento no cenozóico, originando o arqueamento por erosão diferencial, alinhamento de cristas com direção NE-SW e E-W, e o soerguimento que originou o domínio morfoestrutural do Maciço da Borborema e seus remanescentes (MAIA, BEZERRA, CLAUDINO-SALES, 2010).

O complexo sistema geodinâmico nordestino contempla na porção setentrional diferentes compartimentos geomorfológicos derivados dos eventos tectônicos, como ciclo Brasiliano e a reativação cretácea, que imprimem na compartimentação do relevo formato de maciços residuais alinhados por diferentes zonas de cisalhamento, lineamentos estruturais ligados à drenagem, à dissecação e às bacias mesozoicas afetadas por soerguimento. (MAIA, BEZERRA, CLAUDINO-SALES, 2010).

Corrêa et al (2010) descrevendo os trabalhos pioneiros na região, reproduzem a observação de Crandall (1910) que descreve o compartimento que denominava de “serra da Borborema”, descrita como composto de gnaisse e xistos do paleozoico. A cimeira do planalto seria estruturada em intrusões graníticas e sua extensão contava com aproximadamente 120 km na direcão E-W. O autor afirma que a gênese do relevo estava baseada nas formas únicas entre as rochas graníticas do maciço intrusivo e as rochas metamórficas, xistosas, reconhecida nas faixas de dobramento.

De acordo com Ab´Saber (1969), a configuração do relevo do Planalto da Borborema é de um importante dispersor da drenagem pela sua intensa dissecação, que nas áreas elevadas forma zonas aplainadas pela ocorrência de processos denudacionais formando as superfícies erosivas denominadas depressões sertanejas. Relacionando as superfícies erosivas e blocos soerguidos a partir de uma organização geomorfológica em escala de superfícies de aplainamento que foram resultados de sucessivos soerguimentos acompanhados por fases de erosão, considerando as condições de clima seco e/ou alternações climáticas.

A análise do relevo nordestino partindo da rede hidrográfica, variação climática e intemperismo em diferentes cotas altimétrica, definiu paleosusperfícies de aplainamento atribuídas aos processos erosivos que sucederam as fases epirogênicas. As paleosuperfícies são resultado da complexa interação entre as mudanças climáticas e os processos tectônicos, na alternância de fases de clima úmido quando preponderavam a evolução pedogenética com fases de climas secos com chuvas esporádicas e prevalência dos processos de pediplanação (AB´SABER, 1999). Ressalta-se que no Brasil essa foi a premissa mais aceita para o modelado das superfícies de aplainamento com base na na regressão paralela das encostas sem rebaixamento dos divisores e formação de pedimentos.

Partindo dessa proposta, definiu-se quatro principais ciclos formadores de superfícies de erosão cíclicas para o Brasil oriental: a superfície Gondwana sendo mais antiga desenvolvida anterior à abertura do Atlântico; Pos-Gondwana responsável pelas superfícies altas e originando as zonas de terrenos acidentados oriundos da superfície da Gondwana; a superfície Sul-Americana desenvolvida no terciário superior representada pelas chapadas e a superfície Velhas marcada pelos aplainamentos mais recentes com inselbergs (CORRÊA et al, 2010).

O modelo de evolução da paisagem regional baseado na sucessão de aplainamentos escalonados ao longo do cenozoico reflete as diferentes fases de

reativação da plataforma brasileira, em função da dinâmica cíclica do tectonismo vertical nas margens passivas. Desta forma, os trabalhos clássicos propuseram que as cimeiras acima de 1000 metros pertenciam às superfícies antigas como testemunhos associados à superfície Pós-Gondwana de King, Pd3 de Bigarella ou superfície Borborema, ligada à superfície Sul-Americana de Mabessone e Castro (1975), sendo a mais alta e fortemente dissecada das superfícies regionais, estendendo-se pelos topos, e desenvolvida entre o Albiano e Oligoceno.

O nível intermediário no patamar entre 600 e 900 metros de altitude, corresponde à superfície Sul-Americana de King, Pd2 de Bigarella ou superfície Sulamericana de Mabessone e Castro, que corresponde ao nível inferior da área do planalto, desenvolvida no Mioceno, correspondendo a superfícies Cariri Velho ou Soledade.

O nível de aplainamento geral corresponde ao patamar entre 350 e 600 metros de altitude, sendo a superfície sertaneja de Mabessone e Castro, Superfície Velhas de King e Pd1 de Bigarella, com idade ligada aos sedimentos da Formação Barreiras, sendo o mais recente desenvolvido no Plio-Plestoceno.

No período Quaternário, relacionado às glaciações nas altas e médias latitudes, ocorrera o entalhamento dos vales fluviais originando os níveis de terraços e pedimentos, correspondente ao ciclo polifásico Paraguaçu.

Trabalhos de autores como Ab´Saber e Bigarella (1961), Mabessone e Castro (1975) e Bigarella (1994, 2003) detalharam a proposta de King, baseado no estudo decorrente do reconhecimento de antigos ciclos de erosão, correlacionado os depósitos continentais e costeiros às formas topográficas, sendo esses decorrentes da ação de climas semiáridos e úmidos relacionados aos períodos glaciais e interglaciais responsáveis pela esculturação do relevo.

Assim, a alternância climática na origem das superfícies de erosão está relacionada às fases de clima seco, com chuvas torrenciais, quando predominavam os processos de retração lateral das vertentes, enquanto que nos climas úmidos ocorria a fase de aprofundamento dos mantos de intemperismo (BIGARELLA et al, 1965, BIGARELLA; MOUSINHO, 1965, BIGARELLA et al, 1975). Para análise geomorfológica do Planalto da Borborema, onde se situa a área do presente estudo, considera-se que suas morfoestruturas são resultado da alternância de períodos de soerguimento seguidos por fases de dissecação e estabilização (CORRÊA et al, 2010).

Entretanto, alguns autores refutaram a aplicação dessa abordagem para o Planalto da Borborema pelas suas generalizações relacionadas à identificação das superfícies de aplainamento, caracterizadas como elementos-chave da evolução do relevo, em função unicamente da sua distribuição em faixas altimétricas (SILVA, 2013).

Morais Neto e Alkmin (2001) salientaram problemas nesse esquema interpretativo partindo da análise evidenciada pelas deformações concretas e a tectônica das coberturas sedimentares ocorridas no tardi-terciário da parte oriental da Borborema.

Corrêa et al (2010), partindo das análises das cimeiras do Planalto da Borborema, associam a origem dos conjuntos morfológicos regionais como as diversas fases do intemperismo e remoção dos mantos com tectônica estável. Na concepção do duplo aplainamento, os inselbergs da Borborema e os maciços residuais ocorrem de duas formas na paisagem: a primeira ligada ao intemperismo pela diferença da profundidade, estando um período sobre a quiescência tectônica e nivelamento do relevo, as paleosuperfícies. Na segunda, a erosão por exposição de zona compressionais profundas que serão os inselbergs, que sofreram fraturas e rebaixamento da superfície (CORRÊA et al, 2010).

Na perspectiva regional, a proposta de “antéclise rejuvenescida” aventada por Correa et al (2010) se justifica pelo aspecto grosseiramente dômico do Planalto da Borborema, balizado por quase todos os remanescentes de bacias sedimentares fanerozóicas igualmente soerguidas, sendo as altitudes dos níveis somitais sempre maiores que as dos planaltos sedimentares circunvizinhos. As evidências estratigráficas apontam para uma evolução do planalto como uma antéclise ao longo de todo o Fanerozóico, tendo funcionado como área-fonte de sedimentos, pelo menos para as duas fases terminais de sedimentação das bacias do Araripe, Potiguar e do aulacógeno Tucano-Jatobá.

Os marcadores pedológicos confirmam a falta de coberturas antigas, denotando uma retomada da erosão durante o Cenozóico Superior, associada ao alçamento decorrente do *underplating*, que relacionado ao magmatismo do leste da Borborema paraibana e potiguar, confirma uma nova fase de soerguimento do núcleo arqueado, mas não a formação do planalto *stricto sensu*, pois a origem do domo da Borborema pode ter se iniciado a mais de 200 Ma, evidências de idades de traços de fissão na região de Triunfo (CORRÊA et al., 2010).

Assim, o Planalto da Borborema corresponde ao conjunto de terras altas distribuída no nordeste oriental do Brasil, marcado por limites de uma série de nivelamentos topográficos, sendo comum não apresentar continuidade litológica relacionada ao relevo rebaixado adjacente. Sua gênese é refletida por uma série de pulsos epirogenéticos associados inicialmente a Gondwana e posterior magmatismo continental Cenozóico, que atuaram nas estruturas herdadas (CORRÊA et al, 2010).

As formas graníticas ligada as premissas abordadas pela teoria da Etchplanação, que foram condicionadas por fatores litoestruturais, que permitiram a evolução de um manto de intemperismo ao longo de juntas e fraturas, e que através de processos erosivos, foram expostas e submetidas agora aos processos exógenos (ROCHA, 2019). Assim, as macrofromas e microformas apresentadas possuem diversificada tipologia, demonstrando a ocorrência de processos distintos, importantes para a compreensão evolutiva dos geomorfossítios da área em apreço.

Contudo, baseada na literatura citada, para área de estudo deste trabalho, foram considerados os conceitos de etchplanação e *backwearing*, como os processos responsáveis pela gênese e evolução das formas graníticas, tendo em vista a ocorrência de diferentes feições geomorfológicas com granitos aflorantes e suas geoformas.

2.6 ABORDAGEM DO RELEVO GRANÍTICO

As rochas ígneas e magmáticas constituem um tipo especial de substrato geomorfológico, partindo da exposição em superfície terrestre e do modelado que eventualmente se desenvolve sobre elas, assim surge as características morfológicas específicas denominadas de paisagem granítica (VIDAL ROMANI, TERMIÑO, 2004). Apresentando dois tipos de paisagem granítica a saber: a primeira do tipo vulcânico que se desenvolve sobre o magma extrusivo e efusivo consolidado cujas características típicas de terrenos sedimentares, e a segunda desenvolvida em rochas magmáticas consolidada em profundidade que expostas em superfície por erosão de materiais sobrejacentes.

As rochas graníticas apresentam diferentes taxas de intemperismo ocasionados por diversos climas, gerando a evolução desses tipos de relevo que são condicionadas por variações climáticas, pode-se dizer que a maioria de suas feições são ou serão similares em diferentes partes do globo (ROCHA, 2019). Sendo assim,

o intemperismo atuando sobre os granitos e seus minerais, mesmo que em diferentes regiões e climas, poderão gerar produtos similares, divergindo apenas no tempo para gerar essas geoformas.

Conforme Maia et al (2018), os granitos do nordeste brasileiro apresentam sua origem intrusiva a dezenas de quilômetros da superfície da crosta, pressupondo forte descompressão, tendo em vista que o volume de material encaixante que os recobriam foi retirado antes da sua exposição superficial, justificada pela expansão de massa, proporcionando a formação de planos de diaclases multidirecionais que certamente influenciarão na morfologia do corpo granítico quando exumado.

Assim, as feições erosionais associadas à meteorização que conduzida pelas condições climáticas e pela predisposição mineralógica e petrográfica sofrem alterações químicas, apresentam características especificas como isotropia, baixa porosidade, permeabilidade reduzida ao sistema de descontinuidades, baixa solubilidade, entre outros, sendo resultante dos processos de meteorização que apresentam similariedade, mesmo em contextos climáticos muito diferentes (GOUDIE, 2004, VIDAL ROMANI; TEMIÑO, 2004, VIDAL ROMANI, 1994 apud MAIA et al, 2018).

Nesse contexto, as mudanças quaternárias que justificaram os ciclos diferenciados de ações intempéricas predominantes, nos permitem afirmar que as feições de dissolução em granito que se pode observar no presente, foram elaboradas em condições climáticas mais úmidas do que as atuais, podendo inclusive ter sido elaboradas em condições epigênicas, onde as reações de dissolução são mais expressivas (MAIA et al, 2018).

No semiárido do Nordeste brasileiro ocorrem diversas formas graníticas, associadas à exumação dos corpos de rochas plutônicas neoproterozoicas (MAIA et al., 2018), podendo atingir dimensões batolíticas, de composição granodiorítica a granítica, nitidamente intrusivos no âmbito dos terrenos dominados por litotipos de alto grau metamórfico (SOUZA FILHO, 2000; CORDEIRO, BASTOS, 2019).

De acordo com Corrêa et al. (2010), o relevo dos corpos intrusivos da Província Borborema está bem marcado em suas formas residuais, expostas pela denudação diferencial de antigas áreas orogênicas, que foram atacadas por processos denudacionais sob diferentes sistemas morfogenéticos ao longo do cenozoico.

O relevo do Planalto da Borborema, onde se situa a área deste estudo, corresponde a superfícies de aplainamento com presença de relevos residuais (maciços, cristas residuais e inselbergs) e blocos graníticos associados (boulders e tors), derivados da evacuação do paleomanto de alteração geoquímica (*grus*) (MAIA et al., 2018), gerado em condições tropicais mais úmidas que as atuais (CORDEIRO; BASTOS, 2019).

Na compreensão dos processos geomorfogenéticos das paisagens graníticas, leva-se em consideração o papel do intemperismo físico e químico de forma integrada, tanto em superfície como em subsuperfície, além das características mineralógicas e estruturais das rochas que compõem seu substrato, considerando os processos de erosão diferencial e as condições climáticas, às quais a litologia foi submetida (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005; LIMA et al, 2019).

Os corpos graníticos variam de forma, tamanho e posição (VIDAL ROMANI; TWIDALE, 2010), podendo apresentar semelhanças geomorfológicas, destacando que os granitos são bastante regulados por fraturas com um padrão ortogonal, sendo cortados por três subconjuntos de fraturas perpendiculares a si mesmo que delimitam os compartimentos do bloco (MIGON, 2006).

Segundo o autor, quando as fraturas condicionam a movimentação das águas subterrâneas através da massa rochosa, o intemperismo atua de forma eficiente, proporcionado o arredondamento dos blocos e a aparência multiconvexa típica de muitas paisagens graníticas.

Nesse sentido, o relevo granítico pode suportar altos esforços de compressão e de tração em condições ambientais distintas, podendo sobreviver a muitas mudanças ambientais subsequentes (MIGON, 2006), deste fato decorre que a geomorfologia em granito tem ganhando importante papel na geomorfologia climática, por fornecer informações sobre a evolução dos terrenos em que ocorrem (MAIA et al, 2018).

Contudo, as paisagens graníticas se destacam no semiárido do Nordeste brasileiro, constituídos setores de elevado potencial turístico e científico, apresentando evidências da história geomorfológica da região. Assim, considerando as feições geomorfológicas em granitos na área de estudo estas podem ser divididas em macroformas associadas aos inselbergs e bornhanrdts, microformas associadas com blocos graníticos representados pelos corestones, boulders, caos de blocos,

nubbins, tors e castle koppies, e as formas de dissolução com os tafoni, caneluras ou karren, gnammas e *flared slopes*.

2.6.1 Macroformas de relevos graníticos

As macroformas ou formas maiores são aquelascujas dimensões mínimas se situam em torno de cem quilômetros, embora o habitual seja que tenham dimensões médias em ordem de quilômetros. São, então, características que permitem a definição macroscópica de um relevo (VIDAL ROMANI, 1989).

Assim, os relevos em rochas graníticas encontradas nas macroformas podem ser divididas em inselbergs e bornhardts, que são diferenciadas por suas características genéticas e de localização. Os estoques rochosos que formam esses relevos resistiram ao intemperismo em subsuperfície, devido à sua composição e à baixa densidade de fraturas (LIMA, 2018).

De acordo com Lima et al (2019), as principais macroformas graníticas *in situ*, trata-se de feições associadas à exposição da rocha matriz, a exemplo dos inselbergs e bornhardts, que se diferenciam por suas características genéticas e de localização. Essas macroformas são originadas e evoluem em dois estágios: o primeiro pelas intempéries subterrâneas estruturalmente controladas, ocorrendo um progressivo aprofundamento diferencial da frente de intemperismo; e o segundo associado à remoção de regolito através da erosão superficial, de maneira a expor alguns setores da frente de intemperismo que não sofreram alteração (MAIA et al, 2018).

a) Inselbergs

Inselberg é um termo derivado do alemão que significa, literalmente, morro ou colina ilha, sendo originalmente idealizado por Wilhelm Bornhardt, no final do século XIX, usado para descrever relevos isolados ou agrupados que se destacam em grandes superfícies planas (BÉTARD; PEULVAST; CLAUDINO-SALES, 2008; BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 2009; MIGÓN, 2006).

Os inselbergs são feições formadas por rochas mais resistentes ao intemperismo e erosão do que aquelas que compõem a superfície rebaixada (TWIDALE, 1998). As razões para sobrevivência de tais compartimentos incluem maior espaçamento entre as fraturas, presença de massas rochosas primárias pouco

fraturadas, enriquecidas em quartzo, feldspato potássico ou diferenças petrográficas (MIGON, 2006).

Quanto à origem e desenvolvimento do inselbergs, os trabalhos utilizam os conceitos de etchplanação ou o recuo paralelo de vertentes e pedimentação (KING, 1953, MIGON, 2006; TWIDALE, 1980; MAIA et al, 2018). Os estudos de Büdel em 1957 descrevem que o progressivo aprofundamento diferencial da frente de intemperismo (*weathering front)* associado à erosão superficial, promove o isolamento dos setores do *front* de alteração, quando alçados à superfície, originam os inselbergs (ABREU, 2003).

Segundo Ab´Saber (1999), os aplainamentos dos fins do terciário pouparam massas de rochas, dando origem a inselbergs, denominados de serrotes e cristas alongadas, algumas das quais cruzadas por gargantas, chamadas de boqueirões.

A origem desse relevo residual não implica apenas nas diferenças de composição mineralógica entre o “morro” e a planície circunjacente, mas por um controle estrutural por fraturamento (MAIA et al., 2018). Dessa forma, esses contrastes de composição ou densidade de fraturas são suficientes para iniciar diferenças nos padrões de intemperismo e erosão, resultando na formação de inselbergs (TWIDALE; VIDAL ROMANI, 1994; CORDEIRO; BASTOS, 2019).

O inselberg é o relevo produzido pelo rebaixamento da superfície em seu entorno (MIGÓN, 2006), constituindo típicas formas residuais, rochosas e desprovidas de manto de alteração (BIGARELLA et al., 2009; TWIDALE, 1998), podendo fornecer informações essenciais associadas à evolução geomórfica dos terrenos nos quais ocorrem (MATMON et al., 2013 apud LIMA et al, 2019). Sendo feições de perfil côncavo-convexo cujos aspectos morfológicos estão associados com as características do substrato rochoso e a densidade do fraturamento (LIMA et al, 2019).

Corrêa et al. (2010) afirmam que, quando existe um contraste de composição marcante entre as intrusões graníticas e as rochas encaixantes, a variação é explorada pelos diferentes agentes erosivos associados aos sistemas morfogenéticos atuantes ao longo do tempo, que definem as formas de relevo resultantes, ora elevadas, ora rebaixadas.

Para Maia et al (2018), cabe destacar que do ponto de vista genético, um inselberg pode ser definido como um relevo isolado numa superfície de aplainamento. Sendo assim, podem ser identificados vários tipos de relevos isolados ao longo das vastas superfícies de aplainamento do Nordeste brasileiro, tais como pequenas

colinas ou outeiros recobertos por solos e vegetação, até morros graníticos se estruturados em material rochoso exposto e com declives acentuados, podendo apresentar altitudes e dimensões variadas (Figura 02).

Conforme os autores, ocorrem vários campos de inselbergs na Província Borborema, sendo os mais expressivos os campos de Patos, na Paraíba; da região do Seridó, no Rio Grande do Norte; e de Quixadá, no Ceará. Sendo essas ocorrências associadas a um embasamento ígneo, resultante de instrusões graníticas que afetaram a Província da Borborema a partir de várias orogenias que ocorreram no proterozóico.

Para Ab´Saber (1999) em relação ao Nordeste brasileiro, os inselbergs são os únicos a quebrar a monotonia relativa dos vastos estirões das colinas sertanejas, elencando os agrupamentos de inselbergs de Patos, na Paraíba, de Quixadá, no noroeste do Ceará, e os de Milagres, na Bahia. Constituem paisagens monumentais, dotadas de marcante individualidade, que no domínio semiárido possuem o mesmo significado paisagístico dos pontões rochosos e pães-de-açúcar.

Assim, existem ainda os inselbergs cônicos (*conical residual*) que refletem uma mudança mais gradual na densidade de fraturas (MIGÓN, 2006). Sugere-se que essas formas cônicas ocorrem pelo intemperismo intenso das rochas, condicionado pelas fraturas cujas cristas foram expostas (TWIDALE; VIDAL ROMANI, 2005). De acordo com os autores, as cristas foram protegidas, entretanto, o intemperismo procedeu rapidamente na zona próxima à superfície e a taxa de intemperismo diminuiu gradualmente em profundidade para produzir declives inclinados, retilíneos e, portanto, uma forma cônica.

Figura 2 - Inselberg do município de Itapipoca, Ceará

Fonte: (LIMA, 2018)

b) Bornhardts

Os bornhardts são denominados pela forma dômica, também chamados de inselbergs dômicos (MIGÓN, 2006; TWIDALE, 1998); pães-de-açúcar ou pontões (BIGARELLA et al., 2009), cuja origem e evolução são atribuídos ao conceito de etchplanação (TWIDALE, 2002; TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005).

Os bornhardts também apresentam encostas côncavo-convexas e são constituídos por rocha maciça, com poucas descontinuidades estruturais, pouco regolito, geralmente, com encostas nuas, apresentando topo achatado (MIGÓN, 2006a; TWIDALE, 1998), ocorrendo em todas as zonas climáticas, sendo climaticamente azonais (MIGÓN, 2006a; TWIDALE, 1998) (Figura 03).

O desenvolvimento dos domos está associado ao predomínio de mecanismos físicos, a exemplo da esfoliação, associados às alterações químicas ocorridas através das diaclases de descompressão (CAMPBELL, 1997; MIGÓN, 2006 apud LIMA et al, 2019).

Os bornhardt são geralmente classificados como uma tipologia de inselbergs (TWIDALE, 2002; TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005), porém não são conceitos equivalentes. Os inselbergs são feições isoladas em superfícies aplainadas, enquanto os bornhardts podem ocorrer tanto em superfície rebaixada como em terrenos montanhosos, neste último caso, não se configurando como inselbergs. Assim, a

diferenciação entre essas duas feições são suas características morfológicas mas o contexto topográfico em que se localizam (MAIA et al, 2018).

Portanto, muitos inselbergs são bornhardts, mas nem todos os bornhardts são inselbergs (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005), tendo em vista as características genéticas e de localização dessas formas de relevo. Muitos especialistas atribuem a forma dômica, característica dos bornhardts, ao desenvolvimento da esfoliação esferoidal. O avanço da esfoliação, processo lento e contínuo, proporciona instabilidade e desprendimento de placas rochosas que colapsam e originam depósitos residuais grosseiros do tipo caos de blocos na base dos bornhardts (CAMPBELL, 1997; MIGÓN, 2006b).

Maia et al (2018) destaca que assim como os inselbergs do Nordeste brasileiro, os bornhardt também podem ocorrer de forma isolada, como no caso de Pedra Aguda, no município de Aracoiaba, no Ceará, associada à ocorrência de uma suíte gabróide ou em agrupamento de vários bornhardts. Essa configuração é resultado da composição estrutural e litológica da intrusão em que se encontram tais relevos. Na Província Borborema vêm associados a encostas íngremes de alguns maciços graníticos, apresentando feições com picos graníticos, com morfologia similar ao que ocorre no caso da Serra dos Órgãos, no Rio de Janeiro, tendo como exemplo o “Dedo de Deus”. Adota-se ainda terminologias como pico granítico ou pináculo granítico, a exemplo da Pedra do Frade, no município de Itapajé, na encosta da Serra de Uruburetama, no Ceará (MAIA et al, 2018).

Figura 3 - Bornhardts da Pedra do Cachorro, do município de Brejo da Madre de Deus – Pernambuco

Fonte: Autora, 2018.

2.6.2 Microformas graníticas

As microformas ou formas menores são aqueles tipos morfológicos cujo limite dimensional, em geral, não ultrapassa a dezena de metros, trata-se de formas de dimensões métricas ou inferiores. Essas microformas em relevo granítico são amplamente discutidas em relação a sua origem, desenvolvimento, descrição e localização geográfica (VIDAL ROMANI, 1989).

Assim, as microformas associadas aos blocos graníticos, destacando-se os boulders, caos de blocos, nubbins, tors e castle koppies, são feições residuais decorrentes da remoção de um paleomanto de alteração formado nas fases pedogenéticas que deram origem às feições saprólíticas sob o manto de intemperismo. Nas fases morfogenéticas ocorreu a remoção da rocha desintegrada e decomposta (grus) (LIMA et al, 2019). Essas formas de relevo também podem ser denominadas como relevos saprolíticos, caracterizando-se como feições que se destacam da rocha sã após a remoção do grus, não apresentando uma continuidade física com a mesma (MAIA et al, 2018).

Os relevos saprolíticos se desenvolvem através de intemperismo em subsuperfície, resultando em núcleos de rochas inalteradas com a individualização de blocos no interior do manto de intemperismo, formando os relevos saprolíticos. Esses podem ser expostos por processos erosivos superficiais, cujas feições resguardam indicadores geomorfológicos que apontam para diferentes estágios do seu desenvolvimento, a exemplo do grau de arredondamento do bloco granítico (LIMA, 2018).

De acordo com Maia et al (2018), nos sertões do Nordeste setentrional brasileiro é comum se encontrar formas de relevo saprolítico associadas a afloramentos do embasamento cristalino, ígneo ou metamórfico. Dentre diversas ocorrências, as mais expressivas são: o entorno do inselberg Pedra da Andorinha, Taperuaba, Sobral, no Ceará, e o Lajedo de Pai Mateus, Cabaceiras, na Paraíba.

a) Boulders

Os boulders são as formas graníticas mais comuns, sendo encontradas de forma isolada ou aglomerada, e em diferentes condições climáticas (TWIDALE, 1982).

O boulder é rico em minerais máficos, sensível ao intemperismo químico, que acarreta o arredondamento do bloco, sendo responsável pelo processo de esfoliação, com o desprendimento de placas. Dessa forma, o grau de arredondamento e o tamanho do boulder estão associados à intensidade do intemperismo em subsuperfície, condicionado pelas características litológicas e pela baixa densidade de fraturas (MIGÓN, 2006).

Os boulders graníticos são os mais comuns, numerosos e amplamente distribuídos exemplos de formas de relevos graníticas, podendo ser encontrados de maneira isolada ou aglomerada (clusters) em diferentes configurações geográficas (TWIDALE, 1982), sendo desenvolvidos em muitos, senão em todos, os regimes climáticos (CAMPBELL; TWIDALE, 1995a; TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005) (Figura 04).

Dessa forma, os boulders podem permanecer in situ ou podem ser transportados do seu local de origem, tendo em vista alguns fatores, como a declividade do terreno (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005). Assim, são formados os caos em blocos (*chaos de blocs*) cuja morfologia pode ser atribuída às intempéries mais rápidas (VIDAL ROMANÍ; TWIDALE, 2010 apud LIMA et al, 2019).

Alguns boulders ocorrem in situ e podem ser visualizados apenas como compartimentos rochosos mais resistentes (*corestone*s). Esses podem ser expostos como boulders depois que o manto de intemperismo que os recobre for removido; outros podem ser transportados do seu local de origem, em certos casos, devido às configurações do relevo, em função do declive (MIGÓN, 2006a; TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005), passando a se configurar como material coluvial.

Mesmo que ocorram de forma adjacente um dos outros, os boulders graníticos apresentam uma grande variedade de tamanhos e de formas que refletem a variabilidade do espaçamento das fraturas no granito, tendo em vista que os boulders são essencialmente desprovidos de descontinuidade estruturais (TWIDALE, 1982). A densidade de fraturas tende a variar com a litologia, sendo menor em granitos com grãos mais grosseiros (MIGÓN, 2006a).

A origem dos boulders graníticos está, geralmente, associada ao intemperismo seletivo na subsuperfície, guiado por padrões de fraturas e concentrado ao longo destas (MIGÓN, 2006a). Conforme Migón (2006), o espaçamento de fraturas determina o tamanho máximo e a forma geral dos boulders, enquanto o seu grau de arredondamento e o tamanho real se reflete na duração e/ou intensidade do

intemperismo na subsuperfície, devendo-se considerar também a litologia e as condições climáticas.

Figura 4 - Boulder granítico localizado no Maciço de Uruburetama, município de Irauçuba, Ceará

Fonte: (LIMA, 2018)

b) Caos de Blocos

O caos de blocos (*Chaos de blocs*) são produtos de denudação seletiva de um manto de intemperismo com maior densidade de corestones, não tendo relação com a desintegração mecânica de afloramentos rochosos (MIGÓN, 2006). Portanto, o caos de blocos constitui núcleos de rocha inalterada que resistiram ao processo de meteorização no interior do manto de intemperismo, sendo deslocados pela vertente, principalmente, pela ação da gravidade, na sequência da remoção do grus por ação dos processos erosivos (LIMA, 2018) (Figura 5).

De acordo com Migón (2006), a formação do caos de blocos não está associada à desintegração física de afloramentos rochosos, mas sim com o processo de denudação seletivo no manto de alteração, produzindo uma maior quantidade de corestones. Desse modo, o caos de blocos também é formado em subsuperfície e, quando exposto, pode ser sujeito a processos gravitacionais (LIMA et al, 2019).

Contudo, no Nordeste brasileiro em alguns maciços graníticos como as Serras de Uruburetama e Meruoca, ambas no Ceará, a ocorrência de caos de blocos está

associada a topografias acidentadas, justificando uma forte instabilidade morfodinâmica em vertentes, com perigos e riscos relacionados a movimentos de massa na categoria de “queda de blocos” (MAIA et al, 2018). Conforme os autores, tais caos em blocos tendem a se concentrar nos fundos dos vales configurando uma morfologia caótica associada ao material coluvial ou podem apresentar apenas blocos soltos de dimensões variadas, também apresentando risco morfodinâmico.

Figura 5 - Caos de blocos nas encostas do Maciço granítico Batólito Caruaru-Arcoverde, município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco

Fonte: (AUTORA, 2018)

c) Nubbins

Os nubbins são caracterizados como uma massa caótica de compartimentos de rocha destacados, apresentando rochas mais angulares ou arredondadas, embora com algumas chanfradas, podendo as duas formas coexistirem (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005).

A exposição dessas feições e, em particular, a evacuação do grus, faz com que os nubbins se tornem desorganizados à medida que caem por gravidade (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005). Essas formas de relevo têm sua origem em subsuperfície e evoluem particularmente bem em climas úmidos e quentes, nos quais o intemperismo é suficientemente agressivo para fazer com que ocorra a desintegração da rocha fresca e sua conversão para nubbins e grus (TWIDALE, 1998), feições frequentes na área de estudo desse trabalho (Figura 06).

A diferença principal entre os nubbins e os castle koppies está associada ao grau de arredondamento dos blocos, pois, no caso dos castle koppies, os blocos estão

mais arrestados e menos arredondados. Porém, ambos os casos, a configuração morfológica é de blocos sobrepostos de maneira regular ou não (LIMA et al, 2019).

Na literatura, os nubbins são considerados como uma forma de relevo derivada dos bornhardts, sendo também conhecidos como inselbergs de boulders (MIGÓN, 2006b; TWIDALE, 1981; TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005). Contudo, as relações mútuas entre os bornhardts e os nubbins são objeto de bastante discussão. Para Twidale (1982, 2002), os nubbins evoluem dos bornhardts, sendo formas geneticamente relacionadas, em que os nubbins derivam do processo de intemperismo marginal em subsuperfície dos bornhardts, sendo os nubbins os restos dos bornhardts.

Conforme Migón (2006a), existem indicadores de que alguns nubbins são de fato derivados de bornhardts. Entretanto, tendo em vista a forma geomórfica dos nubbins e a incerteza da sua relação mútua com os bornhardts, infere-se que os nubbins refletem um controle estrutural distinto com relação aos bornhardts, apresentando uma maior similaridade com os boulders graníticos (MAIA et al, 2018).

Figura 6 – Nubbins encontrados no município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco

Fonte: Autora, 2018.

d) Tors

O nome tor deriva da palavra galesa twr ou twrr, que significa monte ou pilha, sendo conhecidos na África como castle koppies ou kopjes (EHLEN, 2006). São definidos como núcleos de rocha expostos, com forma e tamanho variados, encontrados sobre um embasamento rochoso, frequentemente localizados em terrenos graníticos (EHLEN, 2006), cuja teoria mais apropriada para explicar sua

formação e desenvolvimento é a teoria da etchplanação (MIGÓN, 2006 apud LIMA et al, 2019).

Sendo assim, os tors são caracterizados como fragmentos de rocha não transportados, permanecendo in situ (BIGARELLA et al., 2009), mantendo assim sua posição relativa existente antes da remoção do manto de alteração, sendo encontrados particularmente, mas não exclusivamente, em relevos com topografia elevadas (EHLEN, 2006; MIGÓN, 2006 apud LIMA et al, 2019). Dessa forma, podem ocupar tanto terrenos aplainados como acidentados (Figura 07).

Os tors podem ser definidos como afloramentos isolados de rocha, sendo formas de relevo onipresentes em terrenos graníticos e, particularmente, embora não exclusivamente, associados a relevos com topografias elevadas, ocorrendo em todos os continentes, não estando relacionados a condições ambientais específicas (EHLEN, 2006; MIGÓN, 2006a). São relevos comuns em rochas cristalinas, contudo, também podem ser desenvolvidos em outros tipos de rochas resistentes, incluindo quartzitos e alguns arenitos, entre outras litologias (HUGGETT, 2007).

A forma e o tamanho dos tors são extremamente variados, contudo, apresentam uma característica em comum, são controlados por padrões de fraturas, isto é, por sua orientação, densidade e curvatura (MIGÓN, 2006a): se as fraturas verticais e horizontais ocorrerem com aproximadamente igual frequência, o tor será composto por blocos articulados de tamanho quase igual, parecendo maciço; se as fraturas horizontais ou de mergulho suave ocorrerem de forma predominante às fraturas verticais ou íngremes, o tor será de forma lamelar (lamellar tor), cobrindo grandes superfícies, mas não significativamente; se as fraturas horizontais ou de mergulho suave forem raras, o tor será elevado e estreito (EHLEN, 2006; MIGÓN, 2006).

Figura 7 – Relevos em Tors encontrados no município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco

Fonte: Autora, 2018.

e) Castle Koppies

Os castle koppies são caracterizados por apresentar uma parte inferior maciça, e uma parte superior formada por blocos pouco arredondados e empilhados, mantendo suas posições originais, permanecendo in situ e formando uma feição acastelada (MIGÓN, 2006; TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005). Essa morfologia reflete um padrão de fraturas ortogonais espaçadas e bem desenvolvidas, além da presença de substrato rochoso resistente ao intemperismo (BIGARELLA et al., 2009), características que condicionam os processos de meteorização em subsuperfície e, consequentemente, a formação de blocos empilhados (LIMA et al, 2019). Essa microforma não se encontra presente nas áreas dos geomorfossítios na área de estudo (Figura 08).

Figura 8 - Castle koppie situado na superfície erosiva rebaixada no entorno do Maciço de Uruburetama, município de Irauçuba, Ceará

Fonte: (CORDEIRO, 2017)

2.6.3 Formas de dissolução e/ou microformas de meteorização

As microformas de meteorização e/ou formas de dissolução estão associadas ao desenvolvimento de tafoni, alvéolos, caneluras ou karren, gnammas e flared slopes. Com relação à gênese e à evolução dessas feições, infere-se que estão associadas ao modelo de Etchplanação de Büdel (1957, 1982), com ocorrência na área de estudo, teremos a presença de tafoni, caneluras e gnammas.

Conforme Maia et al (2018), é importante destacar que, ao contrário das macroformas de relevos graníticas, cuja origem e desenvolvimento se devem ao intemperismo em subsuperfície, algumas microformas de dissolução estão mais associadas aos processos de superfície do que aos processos epigênicos (sob o manto de intemperismo), em que as reações de dissolução são muito mais expressivas, a exemplo do karren. Entretanto, outras formas estão relacionadas mais à ação do intemperismo em subsuperfície e posterior remoção dos materiais inconsolidados, a exemplo da flared slope.

a) Tafoni

O termo Tafoni (*tafone* singular) é uma palavra italiana que significa, dependendo do uso regional, uma perfuração ou uma janela (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005). Foi explicado sua origem e descrição pela primeira vez em 1883 pelo o autor H. Reusch, denominada como tafony, interpretada como forma de desenvolveimento subedáfico com uma etapa superior subárea, relacionados com avanços desiguaias da atuação da frente de alteração sobretudo na base de relevos do tipo inselbergs (VIDAL ROMANÍ, 1989).

Foi adotado pela primeira vez na geomorfologia por Albrecht Penck em 1894, e posteriormente utilizado para descrever exemplos, em larga escala, de formas de relevos cavernosos em superfícies rochosas verticais e inclinadas (MIGÓN, 2006). Essas formas de relevo podem ter de apenas 0,1m a vários metros de altura, largura e profundidade, com entradas em forma de arco e paredes côncavas (HUGGETT, 2007).

A definição de Tafoni significa uma caverna superficial ou uma cavidade, em parte, fechada através da preservação de uma viseira pendente ou capuz (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005), sendo essa a descrição de um tafone “típico”, podendo ocorrer significativas variações nesse padrão (LIMA et al, 2019).

Os tafoni são cavidades produzidas pelo intemperismo químico, sendo formas de intemperismo cavernoso (cavidades negativas), ocorrendo comumente em rochas graníticas, porém, podem ocorrer em arenito, calcário e xistos (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005; WARD, 2006). Em rochas graníticas, o desenvolvimento dessas feições está associado ao sistema de diaclasamento e à susceptibilidade de desagregação da rocha por ação da umidade (BIGARELLA et al., 2009) (Figura 09).

Desta forma, as cavidades do tipo tafone ocorrem em substrato rochoso granítico-gnáissico, encontrados nas laterais de monólitos e escarpas, com distinrtas cotas altimétricas, bem como podem ocorrer em forma de concavidades, atribuindo a configuração de abrigo ou caverna, sendo possível ser encontradas desde a faixa litorânea até as porções interioranas do território brasileiro, sucedendo diferentes domínios morfoclimáticos predominante, isto significa que, essa distribuição geográfica permite que essa geoforma seja vista como azonal, sendo encontradas associadas as macroformas de relevos graníticos, tais como inselbergs, principalmente na região nordeste (WALDHERR et al, 2020).

Figura 9 - tafone basal, localizado na vertente dissecada seca do Maciço de Uruburetama, município de Itapajé, Ceará

Fonte: LIMA, 2018.

b) *Weathering pits* e/ou Gnammas e/ou marmitas de dissolução

Essas depressões são classificadas em relação à sua ocorrência em superfície, elencadas por diferentes termos, tais como: *weathering pits*, *rock basins*, *rock roles, granite pits*, para superfícies horizontais; *armchairhollow*, para superfícies inclinadas; e *tafone*, para superfícies verticais (TWIDALE, 1982; TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 1998; BIGARELLA, 1994). Essas feições também são denominadas de *gnammas*, na Austrália; *verwitterungsnäpfe, opferkessel, baumverfallspingen,*

felsschüssel e dellen, em alemão; *kociolki,* na Polônia; *pias, pilas, cassolas e pilancones*, em espanhol; tanques e *vasques rocheuses*, em Francês; caldeirões, poços, marmitas e oriçangas no Brasil (TWIDALE; VIDAL ROMANI, 2008).

Essas cavidades nas superfícies expostas das rochas graníticas, em virtude de seu formato e gênese, foram denominadas como panelas de dissolução (BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 2009), ou bacias de dissolução (*solution basins*), em português, sendo conhecidas também por kamenitzas (*kamenitze*) e tinajitas (FORD; WILLIAMS, 2007). Embora essas feições sejam referidas na literatura regional como “cacimbas” (ROLIM, 1974 apud SILVA, 2017), serão tratadas neste estudo como “marmitas”, do termo inglês *weathering pits*. Nesse trabalho usaremos o termo de marmitas de dissolução, devido à aceitação internacional para estas formas de dissolução do relevo granítica (Figura 10).

O termo “Depósito de Cacimba” é uma designação informal (Barreto *et al*. 2004) utilizada para agrupar os pequenos depósitos, em solução de continuidade espacial, de sedimentos quaternários, geralmente ricos em restos fósseis de mamíferos gigantes, que ocorrem em depressões implantadas em rochas do embasamento cristalino, provavelmente associadas a contextos de drenagens não mais funcionais sob o clima atual. Várias são as referências na literatura geográfica acerca das bacias de acumulação de sedimentos, ricos em fósseis de megafauna pleistocênica, disseminados sobre litologias cristalinas.

Bigarella (1994) define os “buracos” ou depressões de intemperismo como qualquer espécie de reentrância ou cavidade na superfície da rocha, produzida pelo intemperismo predominantemente químico. Entretanto, as cacimbas são mais comumente referidas na literatura como “marmitas de dissolução” ou *gnama*, termo de origem australiana de aceitação internacional, tratando-se estas de depressões escavadas na rocha fresca com formas que variam entre circulares, ovais, elípticas e ocelares, normalmente são rasas e apresentam fundo chato. Suas bordas são suspensas e se projetam para dentro da depressão (SILVA et al., 2005).

As evidências colhidas na literatura especializada (TWIDALE, 1982), apontam para uma origem a partir do ataque da umidade em áreas de fraqueza litoestrutural, sobretudo ao longo do cruzamento de planos de diáclases, resultando na produção de formas notadamente esféricas pela concentração do intemperismo químico sobre as depressões originais do terreno.

Silva e Corrêa (2004) estudando os depósitos de cacimbas em Conceição das Crioulas, em Salgueiro, verificaram predominância de fluxos de alta energia característicos dos ambientes de encostas e pedimentos transicionais do semiárido nordestino como sistema de transporte dos sedimentos que preenchem as cacimbas daquela área, assim refutando a hipótese de que as depressões ali houvessem evoluído como um sistema lacustre típico. Assim sendo, essas evidências geomorfológicas constituíram no passado “loci” deposicionais para fluxos de materiais não mais ativos nas paisagens semiáridas e áridas atuais e, portanto, guardam informações imprescindíveis para a reconstrução da dinâmica geomorfológica recente dos espaços semiáridos o que, em última instância, permite uma melhor compreensão da atuação dos sistemas de superfície terrestre neste domínio de paisagens brasileiras.

O grande número de ocorrência de depósito de cacimba, segundo Barreto *et al*. (2004), sugere que durante o Pleistoceno, e talvez até o início do Holoceno, a região apresentava condições paleoambientais favoráveis à presença de mamíferos gigantes. Portanto, a premissa norteadora da continuidade das pesquisas iniciadas aponta para o fato de que estas evidências geomorfológicas – caçimbas e/ou paleolagoas colmatadas – estão associadas às flutuações climáticas do Quaternário superior, cujas pulsações de maior energia alcançaram até mesmo o Holoceno médio e superior, com repercussões notáveis sobre o registro sedimentar e arranjos paleoambientais da região (SILVA et al, 2007).

Portanto, as marmitas são tratadas como feições comuns e exclusivas de regiões áridas e semiáridas (CAMPBELL, 1997; GUTIERREZ, 2005; VIDAL ROMAI; RODRIGUES, 2007; NETOFF; CHAN, 2009), tais feições foram desenvolvidas em diversos contextos climáticos do mundo; em regiões glaciares, os estudos destas feições estão voltados ao entendimento da sua origem. Porém, no semiárido do Nordeste brasileiro, as marmitas têm servido como base de dados para reconstrução geomórfica recente da paisagem, a partir do reconhecimento de eventos pretéritos encontrados no registro sedimentar que as preenchem (SILVA et al, 2017).

Figura 10 – Marmita de dissolução em relevo granítico, município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco

Fonte: Autora, 2018.

2.7 PROPOSTA METODOLÓGICA DA PESQUISA

A metodologia da pesquisa teve como base a abordagem teórica-metodológica sistêmica pela integração dos elementos da paisagem, sendo exploratória e descritiva, partindo da observação da área de estudo para traçar os parâmetros que versam sobre a geoconservação nas áreas de relevo graníticos no semiárido pernambucano.

A pesquisa está fundamentada numa abordagem exploratória, tendo o ambiente natural e as paisagens de relevo graníticos como fonte direta dos estudos. Os dados coletados foram descritos e analisados de forma qualitativa, à medida que se buscava a identificação de locais de interesse geomorfológico na área de estudo, de forma a classificar e organizá-los em geótopos e geoformas, além dos processos de formas complexas. A investigação é caracterizada como descritiva, por permitir realizar o levantamento de fenômenos com observação sistemática, cotejando as teorias sobre os fenômenos geomorfológicos encontrados na área de estudo.

A pesquisa baseou-se no método dedutivo para realizar o levantamento das áreas consideradas de conservação, partindo do olhar do pesquisador para construir um esquema de valoração da paisagem a partir das geoformas presentes e a análise de relevância do geopatrimônio, partindo do enquadramento do relevo granítico e suas formas. Esse procedimento permitiu o estabelecimento de uma classificação, através

das tipologias dos elementos significativos com seus arranjos particulares de formas e processos geomorfológicos que definem a presença das microformas (nubbins, tors, caos de blocos, boulders, corestones), macroformas (inselbergs, bornhardts, inselbuergs e lajedos) e formas de dissolução (tafoni, karren, honeycombs, gnammas ou bacias de dissolução) na região da pesquisa.

2.7.1 Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica versou sobre os autores que trabalharam sobre a temática em âmbito nacional e internacional, dos termos empregados nos estudos da pesquisa, como paisagem, geodiversidade, geoconservação, patrimônio geológico e patrimônio geomorfológico, relevos graníticos, teoria de aplainamento, teoria da etchplanação e a legislação para fim da conservação da natureza no Brasil.

No tocante ao referencial teórico foi analisado trabalhos que já foram desenvolvidos na temática de relevos graníticas de cunho nacional e internacional, consideradas os trabalhos internacionais dos autores: Migon (2006), Vieira (2003, 2010), Vidal-Romani (1989, 2008; 2005), e no Brasil contribuíram com estudos sobre a temática Maia e Nascimento (2018), Maia et al (2018, 2019), Lima (2018) e Rocha (2018).

2.7.2 Trabalho de Campo

Partindo das leituras, foi traçado um levantamento de campo para a aferição da tipologia de formas e identificação dos geomorfossítios. Foram apontados os elementos que levariam aos critérios de conservação e às propostas de detalhamento das unidades de relevo, de acordo com sua gênese descrita na geomorfologia clássica descritiva.

Diante disto, baseada nesses pressupostos, foi realizada uma tipologia de trabalho de campo através de construção de formulário em forma de listagem (*check-list*) para levantamento em campo da observação das áreas selecionadas e o detalhamento das geoformas encontradas. Os elementos de valoração da paisagem foram definidos pela quantificação do valor cênico e paisagístico, baseado na proposta dos autores: Brilha (2005) e Viana (2014), onde os elementos de valorização

geomorfológica servem de base para a construção dos roteiros de visitas e painel interativos.

O trabalho de campo foi baseado em observação através da identificação *in loco d*os diversos tipos de relevo granítico, através das suas geoformas impressas na paisagem sejam essas macroformas, microformas e formas de dissolução, com detalhamento para o ambiente das marmitas. Foi realizado levantamento de dados do valor geopatrimonial, direcionado aos registros de interesse geomorfológico.

Sendo assim, o trabalho de caompo foi baseado em duas visitas de campo:

A primeira visita teve como referência em pontos já cotados para visitação, que teria a escolha de dez pontos que elencasse as formas de relevos graníticos mais representativa, a visita foi realizada no período de 15 a 19 de janeiro de 2018, com intuito de visitar as áreas que já teriam sido ponto de pesquisa do GEQUA, com o olhar da geoconservação para definção dos geomorfossítios e quais as formas elencadas na vistória do município da pesquisa, que ainda não teria sido visitado, formado a base de dados por GPS para posterior visita com a questão de validar o questionário e as áreas selecionadas para a tese.

No segundo momento da visita de campo no período de 23 a 27 de julho de 2018, já foram elencados o preenchimento do questionário e a descrição dos geomorfossitios para a definição do percurso das principais áreas potenciais do município de Brejo da Madre de Deus, que teria viabilidade de visitação e inserção das questões dos valores dos pontos destacados.

Contudo, foram realizados o preenchimento de um formulário de campo para registro dos dados obtidos, registro fotográfico, georreferenciamento dos principais pontos do terreno que definem os percursos propostos para área dos geomorfossítios, determinação da extensão dos referidos percursos e das distâncias aproximadas entre os diferentes pontos e identificação das condições de acesso e permanência nos geomorfossítios sobre os quais incide o presente trabalho.

2.7.3 Mapeamento do local da pesquisa

Após o levantamento de campo, foi realizado um registro espacial por mapeamento da área e a construção de um mapa síntese ilustrando o potencial dos geomorfossítios para as áreas-chave definidas para a geoconservação das formas

graníticas, a partir da unidade de evolução do relevo e da apropriação da paisagem como elemento de geodiversidade.

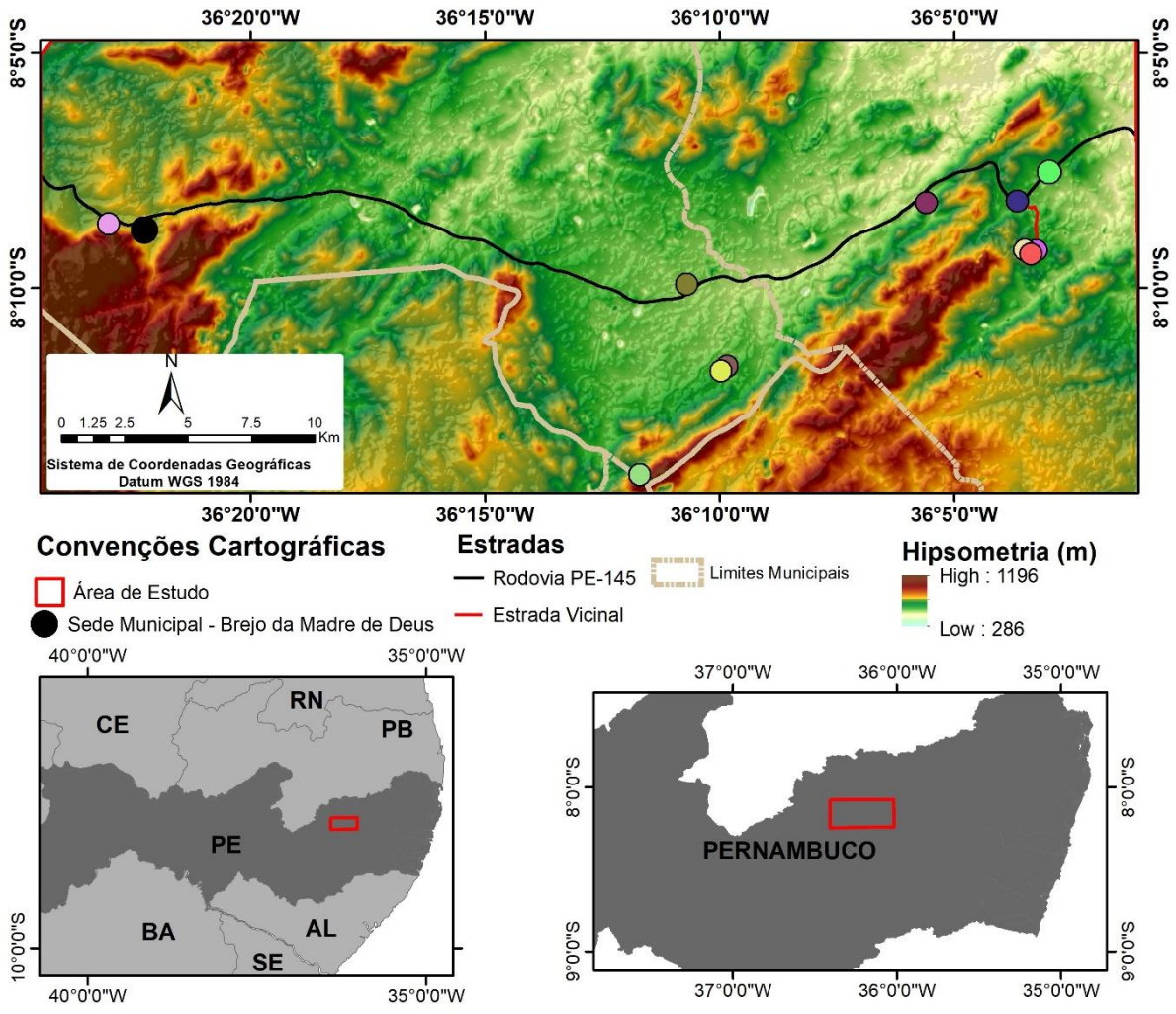
Foi realizado um trabalho de levantamento cartográfico e mapeamento das áreas de interesse geomorfológico, considerando as áreas de representação de inselbergs, cacimbas, pedimentos e áreas com presença de registro de fósseis em estudos já realizados pela FUNDHAM, exemplo da furna do Estrago e as marmitas que já tiveram trabalhos de paleontologia e geocronologia dos sedimentos que as preenchem para criação de rota e painéis interativos.

Os geomorfossítios valorados nessa pesquisa, em sua maioria, encontram-se em área de propriedade privada, sendo necessária a permissão dos proprietários para acesso às localidades, bem como a discussão com os mesmos sobre a implementação das rotas de visitação dos relevos graníticos.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Brejo da Madre de Deus situa-se na porção centro-leste do estado de Pernambuco, na mesorregião do Agreste Pernambucano e na microrregião do Vale do Ipojuca, limitando-se ao norte com o município de Santa Cruz do Capibaribe e Taquaritinga do Norte, ao sul, com Belo Jardim, Tacaimbó e São Caetano, ao leste, com Caruaru e Toritama, e ao oeste, Jataúba; com uma altitude média de 636 m, distando cerca de 204 km da capital Recife, perfazendo uma área municipal 762,25 km², representando 0,79% do estado de Pernambuco e inserida totalmente na bacia do Rio Capibaribe. Seu acesso é realizado pela rodovia federal BR-232 e rodovia estadual PE-104 e PE-145 (Figura 11).

Figura 11 - Mapa de Localização do Município de Brejo da Madre de Deus – PE



Fonte: Autora, 2019.

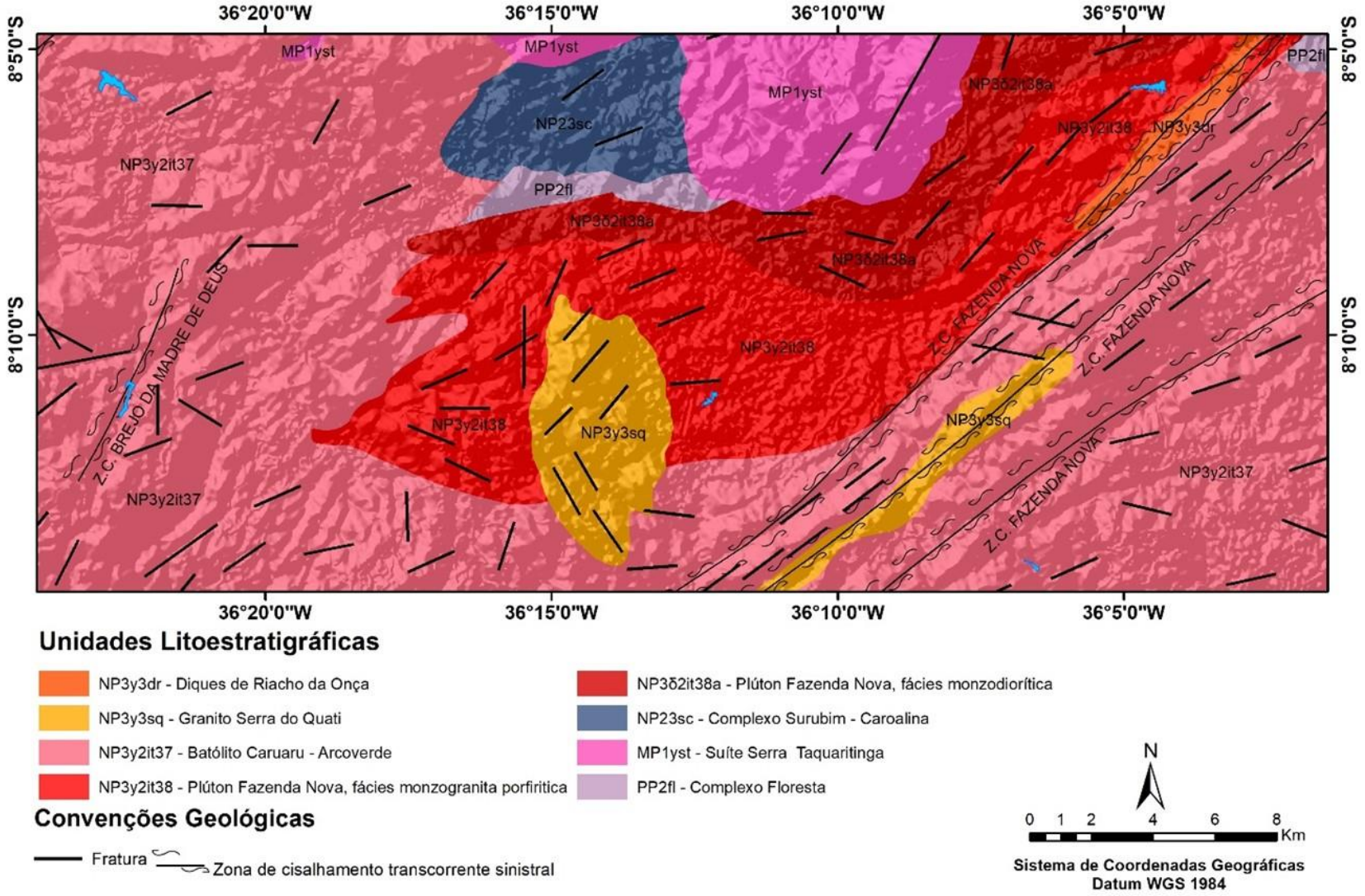
A área de estudo está inserida na Província da Borborema que ocupa a porção oriental da região Nordeste, tendo sua evolução na era proterozóica, e consolidação no ciclo brasiliano, estando dividida em três domínios: na zona setentrional, zona transversal e meridional, apresentando dois lineamentos, sendo Patos ao norte, e Pernambuco ao sul (PEULVAST; CLAUDINO SALES, 2003) (Figura 12).

Desta forma, a província da Borborema é um dos cinturões orogênicos Brasilianos-Pan-Africanos que resultaram da convergência e colisão dos blocos continentais arqueanos e paleoproterozoicos, durante a amalgamação do Gondwana Ocidental (FRANÇA; NEVES; BEZERRA, 2018). A orogenia brasiliana foi responsável pelos diferentes blocos crustais que foram soerguidos ao longo dos principais lineamentos resultante de reativações das extensas áreas de cisalhamento em caráter dúctil-rúpltil associadas a reajustes isostáticos pós-tectônico (CORSINI et al, 1998). Posteriormente à fase de reativação de zonas de cisalhamento, ocorrida entre o período do Jurássico superior ao Cretáceo inferior, foram caracterizadas a formação de riftes que resultaram nas bacias interiores e nas bacias costeiras da margem atlântica (MATOS, 1992).

Esses eventos levaram à fragmentação da Pangea, a individualização da Placa-Sul-Americana e formação do Oceano Atlântico. Em paralelo, no interior do continente ocorreu soerguimento e erosão, denominada de fase de reestabilização pós-cretácea (PEULVAST; CLAUDINO SALES, 2003). No final do ciclo Brasiliano até o Cretáceo, os depósitos sedimentares são resultado desses sucessivos eventos tectônicos que foram influenciados pelas falhas do embasamento subjacente, (MATOS, 1992; BEZERRA; VITA-FINZ,2000; CASTRO et al, 2000).

Nesse sentido, a Província Borborema representa uma área do Nordeste setentrional nas porções leste da Bacia Parnaíba e ao norte do Cráton São Francisco, tendo como características terrenos de diferentes litologias separados por falhas e lineamentos, predominando as direções NE-SW e E-W, compostos de vários terrenos arqueanos e proterozóicos pelas litologias metamórficas e ígneas, com ocorrência de diversas bacias paleozoicas e cretáceas sobre o substrato proterozóico (MAIA, BEZERRA, 2014).

Figura 12 - Mapa Geológico do Município de Brejo da Madre de Deus – PE



Fonte: CPRM, 2008

A paisagem alvo deste estudo se inscreve junto aos maciços cristalinos da Província da Borborema que estão em sua maioria relacionados aos granitos de resistência superior às rochas encontradas em seu entorno rebaixado. Desta forma, o granito que estrutura a paisagem estudada, corresponde a uma intrusão em escala mesoregional, tendo no estado de Pernambuco, seus limites entre os municípios de Belo Jardim e Brejo da Madre de Deus. Tais granitos de resistência superior correspondem às rochas integrantes do Batólito Caruaru-Arcoverde, com maior associação cálcio-alcalino da Província da Borborema na sua porção leste, sendo sua borda meridional marcada pela zona de cisalhamento Pernambuco (ZCPE).

Na borda sul do batólito encontra-se o Lineamento Pernambuco, que foi originado no episódio extensional no ciclo Brasiliano (650-540 Ma) na direção E-W atravessando todo o estado, tendo início na zona costeira do Recife, apresentando dois domínios: o domínio externo ou meridional, ao sul, domínio transversal ao norte (MELO, 2002).

De acordo com a CPRM (2007), os corpos ígneos intrusivos, nas unidades que ocorrem a norte e sul da ZCPE, como o Batólito Caruaru-Arcoverde são interceptados por uma larga faixa de milonitos. Desta forma, há ocorrência no município de Brejo da Madre de Deus de rochas graníticas, mármore, calcita e berilo. Na região de Fazenda Nova, além do sienogranito porfirítico, ocorrem filões e veios de pegmatitos com presença de quartzo.

Assim, o Batólito Caruaru-Arcoverde (NEVES; MARIANO, 1999; NEVES *et al.*, 2000) é um dos maiores corpos intrusivos da Província Borborema, estendendo por cerca de 120 km na direção leste-oeste da cidade de Bezerros até próximo à cidade de Arcoverde. Compreendendo três fácies principais: anfibólio biotita sienogranito a monzogranito grosso, anfibólio biotita monzogranito porfirítico e quartzo diorito a quartzo monzodiorito. Sendo que, as duas últimas fácies são dominantes na porção nordeste do batólito e foram agrupadas no Batólito Fazenda Nova, a fácies porfirítica foi designada plúton Fazenda Nova e a porção oeste do Batólito Caruaru-Arcoverde designado de Batólito Brejo da Madre de Deus (CPRM, 2007).

Sendo que 85% da área total do batólito Brejo da Madre de Deus é ocupada por sienogranitos, apresentando petrografia de textura grossa a porfiritica, com destaque para cristais de feldspatos potássico com 8cm aproximadamente de comprimento, sendo constituídos de plagioclásio e quartzo, já os máficos dominantes são a biotita e o anfibólio e pequena quantidade de titanita (MELO, 2002).

No tocante aos granitos da Serra do Quati, o Batólito Caruaru-Arcoverde é intrudido na porção centro leste por dois corpos de biotita granito com textura equigranular, granulação média, leucocráticos e coloração creme. Outro corpo pertencente a esta unidade ocorre alongado na direção NE-SW, e parcialmente, deformado pela zona de cisalhamento Fazenda Nova (CPRM, 2007).

Dessa forma, as feições estruturais marcadas pelas zonas de cisalhamento estão concentradas no interior das bordas dos plútons, em escala de afloramento pertencentes às rochas encaixantes que foram trabalhadas por tectonismo, fato que corrobora bandas de cisalhamento de alto ângulo truncadas pela esfoliação/xistosidade das encaixantes, indicando que a foliação regional foi desenvolvida num evento deformacional prévio (CPRM, 2007).

Para Melo (2002), a relação de contato entre as fácies grossa a porfirítica e quartzo diorítica, evidencia que o magma teve contato interdigitado e gradual, constatado pela presença de fenocristais de feldspato potássico nos quartzos dioritos, devido a seus aspectos texturais semelhantes aqueles presentes nos granitos encaixantes, representados pela mistura de magmas félsicos e máficos. A trama magmática na porção central do batólito apresenta esfoliação magmática na direção NE-SW, com mergulhos variando de moderados a fracos no sentido SE-NW. Apresentando na porção central, zonas de cisalhamento originadas no estágio submagmático, ocorrendo na evolução da deformação do fluxo viscoso ao sólido. Porém, não acarretou evidências de controle tectônico pela zona de cisalhamento nas porções central e norte (MELO, 2002).

Conforme Melo (2002), essa zona de cisalhamento dextral, apresenta deformações em alta temperatura e alto *strain* restrita às margens das rochas graníticas, e nas rochas encaixantes apresenta deformações em alta temperatura em micaxistos. Neves e Mariano (1999 apud SILVA, 2013) sugerem que a deformação cisalhante a princípio ocorreu em corpos magmáticos preexistentes e cristalizados parcialmente, nas áreas de contato com as rochas encaixantes.

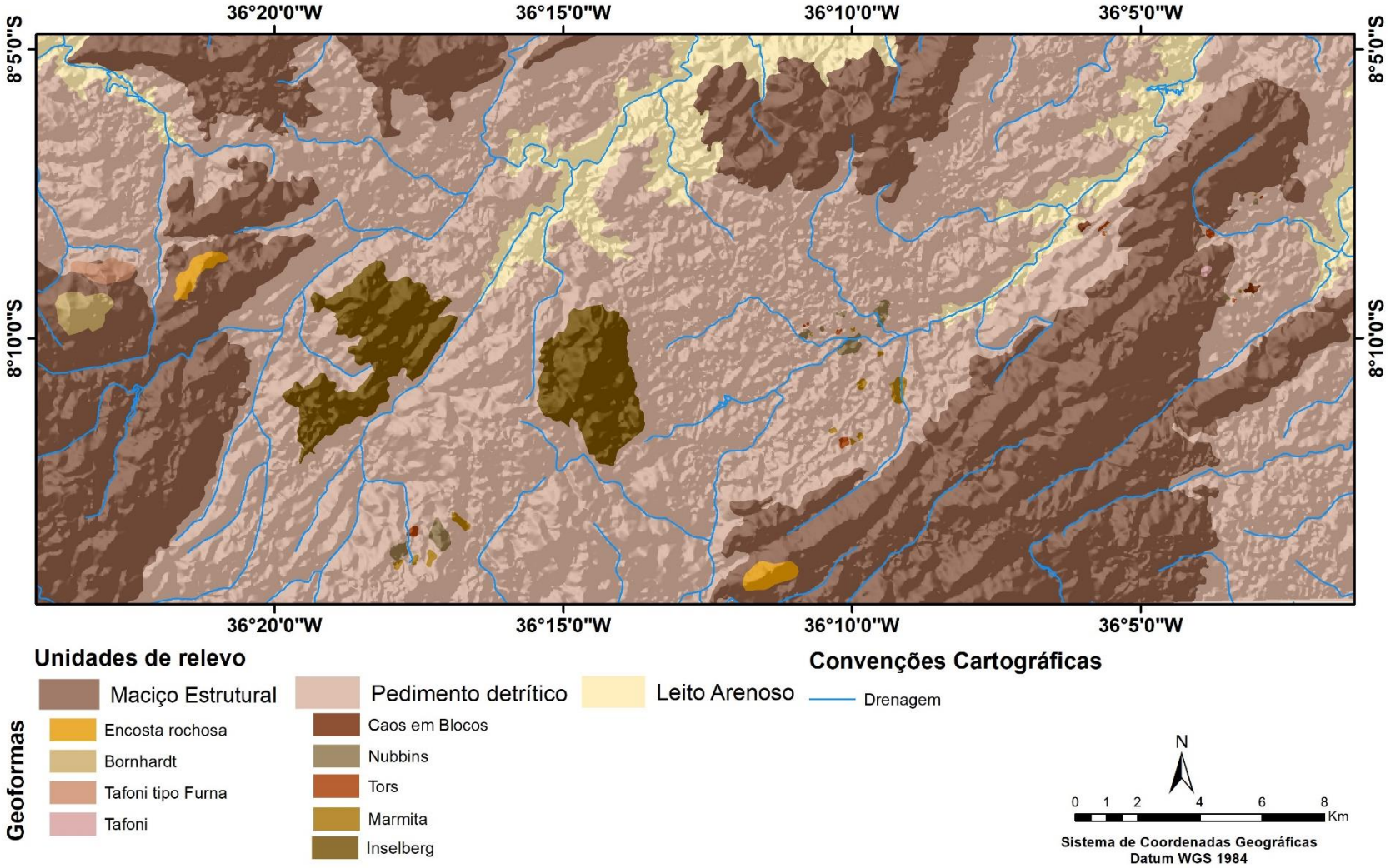
Contudo, as zonas de cisalhamento são geralmente marcadas por corpos graníticos, que são mais resistentes à erosão originando dessa forma sobressaltos topográficos, também pelo controle dado pela reativação frágil da zona de cisalhamento, que por sua vez, gera abatimentos e soerguimentos, conforme os planos da deformação brasiliana, gerando formas de relevo marcadas pelos *trends* de lineamentos estruturais (MAIA; BEZERRA, 2014).

Assim, os principais eventos de evolução tectônica da Província Borborema, formada pela Orogênese Brasiliana, derivada da colagem brasiliana/panafricana de 600 Ma (BRITO NEVES et al, 2000), foi acompanhada de um importante plutonismo granítico, que foi condicionante para a evolução geomorfológica atual, exercida pelo controle sobre os processos denudacionais cenozoicos (MAIA; BEZERRA, 2014). Para Maia e Bezerra (2014), ocorre que nas zonas de configuração litológica heterogênea disposta em faixas paralelas direcionadas, os planos de deformação, sistemas de falhas e fraturas que condicionam os processos erosivos que passam a se expressar no relevo, por meio do direcionamento da foliação metamórfica e dos *trends* estruturais. Isso acontece porque nas zonas de cisalhamento pode ocorrer a ascensão de magma granítico originando intrusões lineares. Sendo assim, a formação de zonas de deformação tectônica cria lineamentos tanto em rochas miloniticas, quanto graníticas.

No entanto, o caráter granítico dos corpos intrusivos da Borborema geralmente forma relevos residuais isolados que se elevam sobre a superfície do planalto (CORRÊA et al, 2010). A gênese dessas formas sobrepõe aspectos da composição mineralógica da fábrica das rochas plutônicas, estando os granitos pórfiros, extremamente rebaixados pela morfogênese semiárida, sobretudo a oeste do planalto, e integrando suas superfícies rebaixadas.

Quanto aos aspectos geomorfológicos, o semiárido nordestino apresenta o predomínio de depressões interplanálticas, definidas pelas feições residuais, exemplos de campos de inselbergs e maciços cristalinos (Figura 13). No planalto da Borborema ocorre a divisão de subcompartimentos morfostruturais, relacionados às feições tectônicas, influência da estruturação das rochas metamórficas e dos relevos em corpos plutônicos (CORRÊA et al, 2010). As depressões intraplanálticas, aplainadas e dissecadas se originaram a partir das diferentes fases de denudação pós-cretácea da Borborema, apresentando pedimentos que formam patamares elevados sem a presença de rupturas condicionadas por falhas. Os pequenos depósitos de alvéolos estão restritos ao ambiente fluvial. As depressões podem ser interrompidas por relevos residuais em forma de inselbergs e alinhamentos de serras, como testemunhos das antigas superfícies cenozoicas, com altitudes variando em aproximadamente de 500 a 900m.

Figura 13 – Mapa geomorfológico com abrangência do Município de Brejo da Madre de Deus – PE



Fonte: Adaptado de Silva, 2013.

Sendo assim, as unidades de relevo presentes na área de Brejo da Madre de Deus, são:

A unidade dos pedimentos corresponde às áreas planas que margeiam e delimitam topograficamente os maciços residuais, processualmente representando setores de evacuação de sedimentos com presença de neossolos litólicos e luvissolos crômicos, areno-argilosos, formando pavimentos dendríticos com predomínio da erosão laminar. Este compartimento ocorre majoritariamente entre as cotas de 450 e 550 metros (SILVA, 2013);

Nesse sentido, os pedimentos são trechos de superfícies de aplanamento, de inclinação suave, capeados por material detrítico descontínuo sobre a rocha, não apresentando dissecação marcada ou deposição excessiva, geralmente apresentam forte ângulo no contato com a vertente montanhosa íngreme (ruptura de declive), enquanto à jusante, suavizam-se em direção aos plainos aluviais (IBGE, 2009).

Plaino aluvial são as áreas baixas e planas ocorrendo ao longo dos vales, sendo resultado da deposição. Sobre essa forma predomina o escoamento superficial e a drenagem, sendo delimitadas pelas encostas, pedimentos dendríticos e as rampas de colúvio. Apresentando duas unidades de relevo com a presença de sedimentos depositados e terraços erosivos, que explicam a atuação de eventos climáticos de alta magnitude no regime semiárido (SILVA, 2013);

Os maciços residuais do tipo inselberg e em crista, constituem a expressão topográfica de corpos intrusivos isolados, delimitados pelas encostas íngremes influenciadas pelo intemperismo físico. Em função do gradiente das encostas, estas estão sujeitas a processos denudacionais, ligados à deposição de tálus em sua base, estando as cristas controladas pelo *trend* estrutural regional (SILVA, 2007).

Os inselbergs são feições geomórficas muitas vezes associadas ao sistema morfoclimático semiárido, também ocorrem como apófises secundárias dos corpos plutônicos principais, balizando escarpas como testemunhos de fases repetidas de soerguimento epirogênicos (CORRÊA, 2001). Sua ocorrência na área de estudo é representada pelas bossas graníticas por vezes encimadas por caos de blocos, evoluindo para relevos em *tors* pelo diaclasamento (SILVA, 2007). A presença de relevo residual em pontões com feições variadas, tais como: topos aguçados, encostas íngremes e predominantemente convexas, desnudadas por esfoliação

esferoidal, atestam a variedade de situações de subordinamento dos corpos graníticos locais às estruturas planares que os seccionam.

Quanto às condições do sistema climático do semiárido brasileiro, essas apresentam especificidades em relação aos sistemas atmosféricos tropicais dominantes no país, refletidas sobretudo no regime pluviométrico diferenciado durante o ano inteiro. As condições prevalentes de semiaridez devem-se especialmente à forte influência das altas pressões subtropicais relacionadas ao anticiclone do Atlântico sul, o que acarreta a escassez das chuvas nesta região.

A variabilidade das precipitações no semiárido nordestino ocorre devido aos padrões de variação em escala planetária, associados às oscilações das Temperatura da Superfície do Mar (TSM) dos oceanos Pacífico e Atlântico. No oceano Pacífico, o fenômeno El Niño causa variações e flutuações periódicas em escalas sazonais e interanuais, resultantes da interação entre o oceano e a atmosfera. Por sua vez, o oceano Atlântico tropical é caracterizado por um forte ciclo sazonal que se manifesta principalmente pelo deslocamento meridional da ZCIT (ARAÚJO; BRITO, 2011; ASSIS et al., 2015; MENEZES et al., 2008), em que a junção do El Niño com a Oscilação Sul (ENOS) e o Dipolo do Atlântico Tropical afetam diretamente o posicionamento da ZCIT que, por sua vez, influencia a distribuição das chuvas sobre o Nordeste do Brasil (RODRIGUES et al, 2017).

Nesse contexto, o semiárido do Nordeste enfrenta a irregularidade das chuvas, que causam secas severas e prolongadas, assim como chuvas excessivas. Tais eventos associados às anomalias de TSM do Pacífico equatorial favorecem a redução da precipitação pluviométrica sobre o Nordeste na fase positiva com a presença do El Niño, enquanto a fase negativa denominada La Niña, favorece a ocorrência de chuvas, chegando até a alcançar médias históricas (ANDREOLI; KAYANO, 2007).

Dessa forma, os principais sistemas meteorológicos responsáveis pelos índices pluviométricos nessa região do agreste pernambucano são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS), as instabilidades associadas às Frentes Frias e os Distúrbios de Leste (LACERDA; FERREIRA; SOUZA, 2006). Outro aspecto relevante em relação às variações das precipitações anuais são as ocorrências das perturbações atmosféricas em relação ao evento El Nino Oscilação Sul (ENOS), caracterizado pelo aquecimento das águas

do pacífico tropical centro-leste, que interfere sobre a ZCIT e a convecção do nordeste, influenciando a incidência de chuvas no semiárido nordestino.

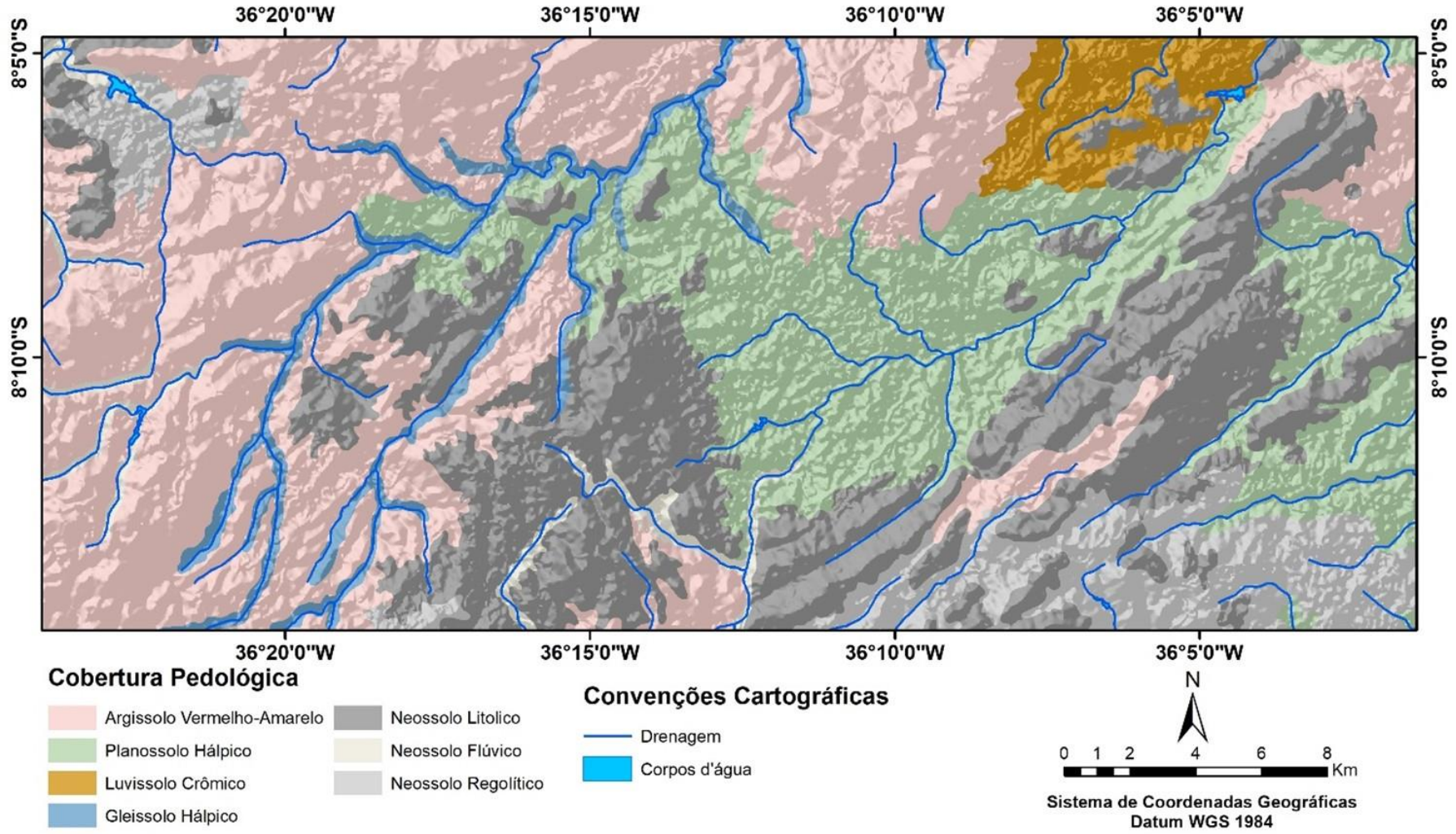
A ocorrência do Dipolo Atlântico com divergência entre o aquecimento do Atlântico Tropical Norte mais quente e o Atlântico Sul mais frio, gera uma circulação térmica anômala, que influência a formação das nuvens e o regime das chuvas na região. Desta forma, uma oscilação climática de escala global interfere no regime de precipitação pluviométrica, influenciando a circulação dos ventos e as secas severas no semiárido nordestino brasileiro (RODRIGUES et al, 2007).

Assim, o município de Brejo da Madre de Deus apresenta precipitação em torno de 844mm concentrada nos meses de março a julho, com temperatura média anual de 25,2°C, com média das mínimas nos meses de dezembro a janeiro de 23,5°C e mínimas entre junho a agosto chegando a 13,7°C ocasionadas pela complexa situação orográfica do município (SILVA, 2013). Neste contexto, a precipitação total do período úmido (março a julho) oscila, em média, entre 300 e 600 mm, enquanto no período seco (agosto a fevereiro) são inferiores a 300 mm, excetuando-se áreas mais elevadas (RODRIGUES et al, 2017).

De acordo com o estudo do levantamento de baixa e média intensidade de solos do estado de Pernambuco realizado pelo EMBRAPA (2009), define que a área de estudo está inserida dentro de um mosaico de solo em decorrência dos fatores pedogenéticos atrelados ao clima e o relevo da área.

No tocante à cobertura pedológica, por sua situação topográfica mais elevada, apresenta diferentes padrões bio-pedo-climáticos que influenciam a formação do solo. No município de Brejo da Madre de Deus predominam os argissolos e planossolos, devido à maior pluviosidade em relação ao entorno mais seco. Os argissolos apresentam-se como um solo argilo-arenoso espesso, apresentando horizontes de cor avermelhada, devido à oxidação do ferro e à umidade, compostos por sedimentos ricos em areia grossa a areia fina, desenvolvido em saprólitos de granito porfiróide e gnaisses graníticos, presentes nas áreas úmidas das encostas, topo das áreas elevadas e nas áreas planas, como resultado da umidade mais elevada (SILVA, 2013) (Figura 14).

Figura 14 – Mapa pedológico com abrangência do Município de Brejo da Madre de Deus – PE



Fonte: Adaptado Silva (2013)

Quanto às suas condições ecológicas, os brejos são “áreas de exceção” dentro do domínio semiárido (LINS, 1989), formando “ilhas” de floresta úmida dentro da região semiárida, cercadas por uma vegetação de caatinga (ANDRADE-LIMA, 1982). São considerados verdadeiros refúgios para espécies de floresta Atlântica dentro dos domínios da caatinga.

Segundo Tabarelli (2004), os remanescentes de Mata Atlântica ou como são regionalmente chamados os Brejos de Altitude formam ilhas de floresta úmida em plena região semiárida cercada por vegetação de caatinga, tendo uma condição climática bastante diferenciada com relação à umidade, temperatura e vegetação do seu entorno semiárido.

No Nordeste, os remanescentes de Mata Atlântica estão associados aos maciços residuais pré-litorâneos e aos planaltos cristalinos/sedimentares. De acordo com Andrade-Lima (1982), isso ocorreu porque as mudanças climáticas do Quaternário tornaram esses ambientes propícios à remanescência de refúgios de fauna e flora, os quais sofreram isolamento geográfico durante o Plioceno superior e Pleistoceno.

A existência dessas ilhas de floresta em uma região onde a precipitação média anual varia entre 240 - 900 mm (IBGE, 1985; LINS, 1989) está associada à ocorrência de planaltos e chapadas entre 500 a 1.100 m altitude (e.g., Borborema, Chapada do Araripe, Chapada de Ibiapaba), onde as chuvas orográficas garantem níveis de precipitação superiores a 1.200 mm/ano (ANDRADE-LIMA, 1960; 1961).

Assim, as áreas de brejo de altitude contemplam a presença da vegetação da caatinga com espécies caducifólias, representadas por vegetação rala e esparsa e mata atlântica, localizada na Fazenda do Bituri, que demonstra uma maior diversidade em relação à área da caatinga, pois apresenta vegetação arbustiva arbórea aberta densa, típica de áreas de brejo, devido às características fisiográficas do entorno (CPRH, 2009).

De acordo com estudos de Lyra (1982), a mata serrana do Bituri expressa maior diversidade de vegetação em relação à área de caatinga, evidenciando que a flora de Brejo da Madre de Deus apresenta espécies comuns a outras áreas relacionadas a Brejo de altitude. Corroborando Corrêa (1997), este fato demonstra que condições pretéritas podem ter conduzido ligação destas vegetações com outros tipos florestais da faixa oriental do continente.

Dessa forma, a área em questão em 1999 passou a ser uma Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazendo Bituri (RPPN), que corresponde a uma área de 110,20 ha, pela Portaria n° 225 datado em 22/07/1999, da CPRH, baseada no decreto n° 19.815/1997 que fez o reconhecimento das RPPNs no estado de Pernambuco. A área apresenta flora características de mata atlântica circunvizinha à vegetação de caatinga em plena região semiárida, bem como apresenta um tipo de flora bem diversificada (Tabela 1). Na área também ocorrem três espécies de bromélias endêmicas (Lymania spiculata, Dyckia pernambucana e Vriesea limae), restritas à unidade de conservação, Fazenda Biruti em Brejo da Madre de Deus – PE (CPRH, 2009).

Tabela 1 – Relações das espécies encontradas na mata de brejo de altitude na Fazenda Bituri, Brejo da Madre de Deus – PE.

FAMÍLIA	Nome Científico	Nome comum
SAPOTACEA	*Manilkara salzmanii*	maçaranduba
MALPIGHIACEAE	*Byrsonima sericea*	murici
FABACEAE	*Bowdichia virgilioides*	sucupira
MELIACEAE	*Cedrela odoratas*	cedro
BOMBACACEAE	*Eriotheca crenulaticalyx*	munguba
VOCHYSIACEAE	*Vochysia thirsoidea*	camaçari
MIMOSACEAE ingá	*Inga capitata*	ingá
COMBRETACEAE	*Buchenavia capitata*	esparrada
FABACEAE	*Pterocarpus rohrii*	pau-sangue
BIGNONIACEAE	*Tabebuia serratifolia*	pau-d'arco
ARALIACEAE	*Schefflera morototoni*	sambaqui
PROTEACEA	*Roupala sp*	carne de vaca
ARECACEAE	*Elaeis sp*	dendê
ARECACEAE	*Syagrus sp*	catolé
FABACEAE	*Andira nitida*	angelim
ARECACEAE	*Euterpa sp*	palmito
AREACACEAE	*Roystonea sp*	palmeira imperial

Fonte: (CPRH, 1999).

Quanto à rede de drenagem Brejo da Madre de Deus está inserida na bacia do rio Capibaribe, perfazendo uma área de 782,6 km², sendo o rio mais importante da

área em apreço, com direção geral de SW-NE, e presença de calhas interceptadas por linhas de fraturas ortogonais ao sentido geral da drenagem (SILVA, 2007).

A maior parte da drenagem é formada por pequenos riachos, a exemplo do riacho do Brejo da Madre de Deus, Tabocas e da Onça, apresentando mudanças de direção em relação ao seu curso pelas inflexões dos ângulos retos, de caráter intermitente e efêmeros, podendo ter enchentes esporádicas de pequena duração, típicas do regime semíarido (SILVA, 2013).

4 RESULTADOS

4.1 PROPOSTA METODOLÓGICA PARA INVENTARIAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS GEOMORFOSSÍTIOS

A pesquisa está alicerçada no levantamento de tipologias e identificação dos significados geomorfológicos adaptado para metodologias de geoconservação, discutidas a partir dos elementos da valoração da paisagem geomorfológica presente no semiárido do agreste pernambucano, município de Brejo da Madre de Deus.

Com foco em destacar seus significados do ponto evolutivo da paisagem, tomou-se por objeto de análise a formação dos relevos graníticos e marmitas, conquanto elementos para o encaminhamento da conscientização geomorfológica, sendo a ferramenta inicial adotada para esses fins o mapeamento geomorfológico das áreas chaves. Buscou-se critérios de descrição dessa tipologia de relevo para geoconservação considerando sua formação, formas, e sua importância do ponto de vista arqueológico e paleontológico, sendo necessário traçar uma tipologia dos geomorfossítiios para identificação e definição dos atributos geomorfológicos.

Inicialmente foi realizado um registro de campo para levantamento das características, identificação e definição dos processos geomorfológicos que permitam entender em escala de detalhe a interpretação com base na morfoestrutura das macroformas e microformas presentes na paisagem, tendo como enfoque a identificação dos sítios voltados ao patrimônio geomorfológico ou geomorfossítios.

Para seleção dos sítios foram considerados como fontes de informação a compreensão estrutural da região, tendo no valor intrínseco e valor científico, os principais critérios de observação para a quantificação e qualificação do patrimônio geomorfológico, considerando as análises representativas do modelado granítico, partindo dos fatores de gênese e evolução do relevo.

Para identificação dos geomorfossítios adaptou-se a proposta de Serrano e Flano (2007), que tem na descrição do geomorfossítio a perspectiva integradora da paisagem, descrevendo o relevo a partir da morfoestrutura, sistemas morfogenéticos, processos, formas de erosão, formas de acumulação e microformas. Considera os sítios geomorfológicos levantados como um conjunto de elementos morfológicos, constituídos pelas formas de relevo e seus depósitos correlativos, partindo da análise

da escala, atribuindo um valor científico, estético, cultural, ecológico e econômico decorrente da percepção humana.

Baseado no conceito de geomorfossítio de Moura (2015), como sítios prioritários de valorização das paisagens que compreendem as prerrogativas de serem parte de uma paisagem única e típica do ambiente semiárido nordestino, condições que a diferenciam das demais paisagens regionais, considerando as características físico-geográficas que representam a forma de relevo e as condições do litotipo.

Sendo assim, buscou-se para a construção desta proposta metodológica a adoção de critérios do que se identifica como patrimônio geomorfológico, com base na literatura internacional, direcionada a estudos de geomorfossítios em relevo granítico, com base nos estudos de Brilha (2005) e Vieira (2014) voltados para a inventariação.

Vieira (2014) considera a investigação como forma de compreender as influências dos fatores que desempenharam a evolução pela influência da tectônica, evidenciada na análise dos condicionamentos impostos na individualização das áreas de serras e no modelado terrestre.

Desta forma, foi realizado um inventário do patrimônio geomorfológico de acordo com os critérios escolhidos dos fatos que conduziram à quantidade e diversidade de formas granitoides, procedido da análise e sistematização em relação a diversas escalas, identificando os fatores que atuaram na gênese e evolução dessas formas.

Para a identificação dos sítios como geomorfossítios, usou-se como referência o trabalho de Cavalcanti (2014) para a descrição físico-geográfica que contempla dois tipos: completa ou simples, recomendada para fins cartográficos, com ênfase na paisagem, referenciando as descrições completas, partindo da observação que permite o detalhamento dos locais observados, e quanto a descrições simples, esclarece a contribuição para adensar a malha das observações e auxiliar na elaboração da carta de geossistemas.

A identificação dos geomorfossítios foi baseada na metodologia de Pereira (2007), referente à avaliação do patrimônio geomorfológico destinada à inventariação que consistiu na catalogação, considerando os valores geomorfológicos na caracterização e tipificação das paisagens, especialmente as geoformas graníticas,

procedendo a sistematização das formas com valor paisagístico e patrimonial, bem como a valorização, promoção e as potencialidades da área para a geoconservação.

Na fase qualitativa dos dados com a seleção dos sítios, procedeu-se a aplicação de uma ficha de catalogação com a descrição dos aspectos observados, contemplando os atributos e caracterização geológica e geomorfológica dos geomorfossítios inventariados, sendo direcionada para a gestão, divulgação e monitoramento dessas áreas para uso sustentável.

No fichamento são descritos os dados a serem coletados de forma geral levantados sobre o geomorfossítio, contendo informações sobre o nome do sítio; coordenadas geográficas; escala de observação (microforma, local ou paisagem); altitude; tipo de propriedade em que está inserido (pública ou privada); acesso e a acessibilidade, altitude e localização cartográfica, posteriormente partindo para a etapa da descrição do geomorfossítio, com informações sobre a evolução geomorfológica, e a integração com outros elementos, tais como os vestígios arqueológicos, fatores ecológicos e presença de interferência humana (REYNARD, 2005).

A Ficha de Caracterização apresentada abaixo expõe dados referentes à descrição geral do sítio geomorfológico como nome, localização, vias de acesso, visibilidade, enquadramento legal, descrição geomorfológica, geológica, dentre outros; assim como acrescentar fotografias e mapas de localização e da geologia e geomorfologia local.

No quadro 02 é apresentado uma síntese da pesquisa para descrição dos aspectos observados na paisagem para a valorização dos atributos geomorfológicos.

Para Viana (2014), essa fase da inventariação está voltada para o levantamento da análise criteriosa das características estruturais que condicionaram a evolução do conjunto do relevo, que em Brejo da Madre de Deus está voltado para as serras, relevos graníticos nas suas macroformas e microformas, entendendo seus elementos litológicos a partir da tectônica, considerando seus fatores estruturais com vistas a explicar a diversidade morfológica da área de estudo, bem como os processos morfogenéticos responsáveis pela diferenciação na paisagem.

Desta forma, por apresentar relevos graníticos, que compõem a diversidade e originalidade da área de estudo, a atenção da análise voltou-se sobre essas geoformas, procurando identificar os fatores que influenciaram na sua gênese e evolução até o nível das microformas, com foco para a diferenciação dos processos

de meteorização química e física na morfogênese por terem um papel significativo na avaliação dos parâmetros de sua dinâmica e definição das unidades de paisagem resultantes da interação dos fatores físicos e os valores de patrimônio paisagísticos, identificando as potencialidades da área para a geoconservação (VIANA, 2008). Contudo, a caracterização e tipificação das paisagens graníticas levadas a termo, considerando a sistematização das suas formas com valor paisagístico e patrimonial, visaram promover o conceito de geomorfossítio.

Posteriormente à etapa do inventário e da qualificação, os geomorfossítios foram mapeados, servindo como ferramenta para a comunicação visual e ajudando no processo de promoção e interpretação do patrimônio geomorfológico. Assim, na busca da tipologia dos geossítios em Brejo da Madre de Deus, têm-se a paisagem como categoria primordial para identificação e definição dos atributos geomorfológicos com fins para geoconservação. Desta forma, partindo da observação da paisagem e da identificação das geoformas graníticas como geossítios, essa pesquisa busca gerar conhecimento voltado à conservação destas feições e de seu material de preenchimento, buscando a compreensão dos seus processos formadores e dinâmica ambiental.

A análise geomorfológica, quando considera as influências do substrato geológico na formação e configuração do relevo, pode ser representada cartograficamente por unidades morfoestruturais. Já quando se considera a natureza das rochas em relação à ação intempérica, resultam as unidades morfoesculturais (ROSS, 1990). O mapeamento realizado pode ser classificado como pertencente ao grupo de mapeamentos analíticos, pois busca representar e analisar informações sobre os aspectos morfoestruturais e morfoesculturais do relevo, que têm como base elementos da gênese, cronologia, morfometria e morfografia das formas.

Quadro 2 - Ficha de observação de aspectos dos atributos para catalogação de geomorfossítio

FICHA DE INVENTÁRIO PARA TRABALHO DE CAMPO			
Dados Gerais			
Nome do geomorfossítio		Cota topográfica	
Localização		Litogia	
Coordenadas		Unidade Geomorfológica	
Contexto geológico		Cota topográfica	
Descrição Geral do Geomorfossítio			
1.Potencial Geomorfológico-Científico		11.Potencial para uso e gestão	
( ) Uso cênico ( ) Uso Científico		( ) Sim ( )Não	
2.Potencial Cênico – Destaque na paisagem		12.Acessibilidade	
( ) Boa ( ) Moderada ( ) ruim		( ) Fácil ( ) Moderada ( ) Ruim	
3.Local representativo		13.Tipo de Propriedade	
( ) sim ( ) secundário ( ) Não		( ) Privada ( ) Pública ( )Mista	
4.Diversidade de elementos		14.Dimensão - Área	
Escala de Observação ( ) Microforma ( ) Local ( ) Paisagem		( ) Microescala ( ) Escala Local ( ) Escala da paisagem	
5.Temática de Interesse ( ) Científico ( ) Paisagístico ( ) científico-paisagístico		15.Infraestrutura Local ( ) Eletricidade ( )apoio de moradia	
6.Integração com o meio construído ( ) sim ( ) não ( ) relativo		16.Unidade de Conservação ( ) Nenhuma ( ) Particular ( ) Municipal	

	( ) Estadual ( ) Nacional
7.Integração com outras áreas do conhecimento de interesse científico	17.Interesse científico-paleoecológico
( ) Geologia ( ) Arqueologia ( ) Biologia ( ) Patrimônio Cultural	18.Uso atual da área ( ) Conservação ( ) Turístico ( )Agricultura ( ) Mineração ( ) Uso urbano
8.Grau de Preservação	19.Povoamento
( ) Íntegro ( ) Alguma degradação ( ) Muito degradado	( ) Povoado ( ) Vila ( ) Cidade ( )Sede de propriedade rural
9.Equilíbrio Ecodinâmico	20.Indicadores de degradação
( ) Instável ( ) Integrado ( ) Fortemente instável	( ) Nenhum ( ) Reversíveis ( ) Irreversíveis
10.Estudos prévios	21.Ameaças Futuras
	22.Obras públicas

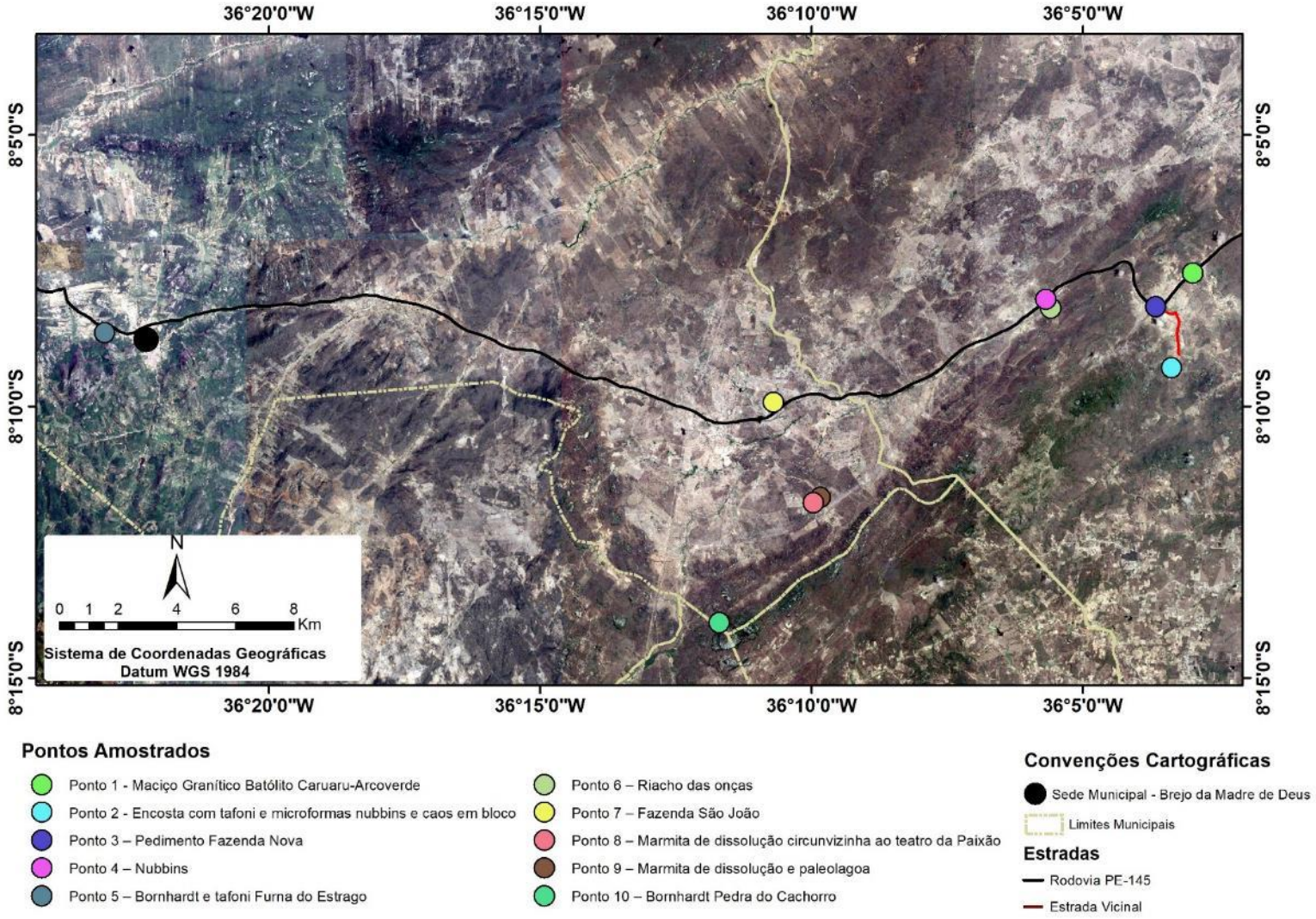
Fonte: Adaptado pela autora dos autores Brilha (2005) e Viana (2014).

4.2 CONTRIBUIÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO PARA GEOCONSERVAÇÃO NO AGRESTE PERNAMBUCANO

Nesse item serão apresentadas as etapas da avaliação do patrimônio geomorfológico do Município de Brejo da Madre de Deus, de acordo com a metodologia proposta nesta pesquisa de inventário referente à caracterização qualitativa, à quantificação dos valores, e por fim, ao mapeamento dos geomorfossítios selecionados (Figura 15).

Foram destacadas as principais feições geomorfológicas graníticas encontradas ao longo do município de Brejo da Madre de Deus, perfazendo um conjunto de 10 geomorfossítios com presença das seguintes feições graníticas: Geomorfossítio 1 – Maciço Granítico do Batólito Caruaru-Arcoverde, Geomorfossítio 2 – Encosta com presença de tafoni e microformas, Geomorfossítio 3 - Pedimento Fazenda Nova, Geomorfossítio 4 – Nubbins em Fazenda Nova, Geomorfossítio 5 – Bornardt Furna do Estrado, Geomorfossítio 6 – Formas de dissolução em marmitas associadas a presença de tors e nubbins no Riacho da Onça, Geomorfossítio 7 – Fazenda São João com presença de marmitas, Geomorfossítio 9 – Marmitas de dissolução em torno do Teatro Paixão de Cristo e o Geomorfossítio 10 – Bornhardt Pedra do Cachorro.

Figura 15 – Mapa de Localização dos Geomorfossítios no Município de Brejo da Madre de Deus – PE



Fonte: Google Earth (Autora)

4.2.1 Geomorfossítio 1: Maciço Granítico do Batólito Caruaru-Arcoverde

O geomorfossítio Maciço residual do Batólito Caruaru-Arcoverde localiza-se na porção leste da Província Borborema, neste inventário foram consideradas as geoformas e processos geomorfológicos observados na área.

Apresenta cota altimétrica de 508m, seu acesso principal dá-se pela rodovia estadual PE-104 e PE-145, a partir do Recife. Esse geomorfossítio é característico dos maciços cristalinos da Província da Borborema em sua maioria relacionados a granitos de resistência superior às rochas encontradas em seu entorno rebaixado (LIMA; BASTOS, 2018). De acordo com Lima e Bastos (2008), na ocorrência da orogênese brasiliana foram intrudidos inúmeros corpos graníticos na crosta continental, que representou o clímax orogenético e magmático. Após a ocorrência de diversos ciclos erosivos e isostáticos ocorreu a exumação desses corpos, dando origem a uma variedade de formas graníticas.

Em função dos terrenos graníticos muitas vezes exibirem uma morfologia distinta, formada pelo intemperismo seletivo, tanto na subsuperfície como na topografia, seguida por remoção dos materiais soltos da desintegração da rocha (MIGÓN, 2003 apud LIMA; BASTOS, 2018), a evolução das paisagens graníticas geralmente está associada às concepções de duplo aplainamento (TWIDALE, 2002, apud LIMA; BASTOS, 2018).

O granito aflorante na área de estudo se apresenta em escala mesoregional, estando associado a granitos de resistência superior às demais rochas encontradas como parte integrante do Batólito Caruaru, com maior associação de minerais cálcico-alcalinos da Província da Borborema na sua porção leste, que corresponde ao complexo ígneo cálcico-alcalino com limites entre Fazenda Nova e Serra da Japecanga (MELO, 2002), bem como as rochas pertencentes ao Batólito do munícipio de Brejo da Madre de Deus, sendo sua borda marcada pela zona de cisalhamento Pernambuco (ZCPE), cuja deformação se manifesta no granito (Figura 16).

Figura 16 - Paisagem granítica do Batólito Caruaru Arcoverde, marcada por caos em bloco ao longo do maciço residual de Brejo da Madre de Deus – PE

Fonte: Autora, 2018.

Os ciclos erosivos e isostáticos proporcionaram a exumação desses corpos graníticos, que geraram o desenvolvimento e exposição de variadas formas decorrentes do intemperismo seletivo, tanto na subsuperfície quanto na topografia, seguido pela remoção de materiais soltos da desintegração da rocha (MIGÓN, 2006).

As concepções de aplainamento têm sido utilizadas para explicar a evolução das paisagens graníticas, tendo em vista que cada vez mais tem se reconhecido que os componentes que conduzem a evolução de relevos graníticos estão relacionados aos processos que ocorrem na base do regolito e não apenas em superfície (TWIDALE, 2002; LIMA; BASTOS, 2018).

Para Corrêa et al. (2010), essas formas resultam da contínua interação das forças endógenas e exógenas que se opõem e a compreensão dos mecanismos dessa interação, em que os compartimentos morfoestruturais podem ser compreendidos a partir da análise em diversas escalas temporais e espaciais, em função dos aspectos variados da morfogênese. Conforme Domingues (1961 apud Corrêa *et al.* 2010), o Planalto da Borborema como um grande domo alçado por um bombeamento pós-Cretáceo, permitira a remoção das coberturas sedimentares antes existentes, exumando o embasamento cristalino. Ab'Sáber (1998) corrobora a ideia

de que o núcleo bombeado da Borborema somente adquiriu tal forma a partir do Cretáceo, com a reativação da tectônica dômica até o Quaternário. Dessa forma, o reconhecimento das formas denudacionais manifestas sobre os granitos dependem da identificação de *stocks* e batólitos neoproterozoicos, com destaque às rochas graníticas de diversas gerações tectônicas, inclusive as graníticas originadas em arcos magmáticos (BRITO NEVES, SILVA FILHO, 2019).

Assim, os relevos residuais, bem como as macroformas e microformas gerados em relevos graníticos, com significativa singularidade paisagística (LIMA; BASTOS, 2018) permitiram a designação deste geomorfossítio que apontou valores científicos e estéticos, por possuir relevante singularidade geomorfológica e elementos fundamentais para a compreensão da evolução paleoclimática e geomorfológica regional.

Corroborando com o valor didático-pedagógico desse geomorfossítio para o entendimento sobre a distribuição atual das estruturas e formas encontradas nessa área, bem como para compreender a evolução geomorfológico da região semiárida em seus diferentes intervalos temporais.

4.2.2 Geomorfossítio 2: Encosta com tafoni e microformas nubbins e caos de blocos

O geomorfossítio encosta com tafoni e microformas graníticas localiza-se a esquerda do ponto 1 na rodovia estadual PE-145. Sua localização apresenta cota altimétrica de 528m, seu acesso principal dá-se pela rodovia estadual PE-145 na entrada de um ramal, estando a 15 minutos do teatro de Fazenda Nova. O acesso dá-se por estrada carroçável.

Nesse geomorfossítio foi possível definir microformas graníticas presentes em depósito coluvial em forma de leque. As microformas identificadas pertencem às tipologias de caos de blocos, tafoni e nubbins.

Predomina ao longo de toda a encosta coluvial, o caos em blocos ou *Chaos de blocs* resultantes da desnudação seletiva de um manto de intemperismo com maior densidade de *corestones*, não tendo relação com a desintegração mecânica de afloramentos rochosos. Conforme Twidale e Romani (2005) em sua maioria os *corestones* ficam expostos *in situ,* porém em áreas constituídas por *boulders* sem suporte, pode ocorrer um deslocamento por gravidade, formando uma massa caótica

de *boulders* ou caos em blocos, conhecida em francês como *compayrés,* por sua morfologia está atribuída à intemperização mais rápida.

Nos maciços graníticos como no caso de Brejo da Madre de Deus, a ocorrência de caos de blocos está associada à topografia acidentada, justificada pela instabilidade morfodinâmica das vertentes, relacionada a movimentos de massa na categoria de queda de blocos (figura 17), e evacuação seletiva do regolito.

Figura 17 - Presença de caos de blocos dispersos em colúvios, município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco

Fonte: Autora, 2018.

O caos de blocos fica concentrado nos fundos do vale, configurando uma nítida morfologia caótica associada ao material coluvial ou apresentam apenas blocos soltos de dimensões variadas sujeitos a processos gravitacionais, apresentado pelo risco morfodinâmico. A ocorrência de caos de blocos está associada à topografia acidentada, justificada pela instabilidade morfodinâmica nas vertentes.

A área apresenta embasamento cristalino aflorante, comumente encontradas em relevo saprolítico, sendo formas relictuais derivadas de um paleomanto de alteração, denominados de *grus.* Trata-se de evidências das fases erosivas desencadeadas nos períodos de morfogênese ativa nas quais as fases arenosas foram parcialmente removidas, sendo resultante da meteorização inicial.

Lajedos, matacões, bolas de granito e *tors* em conjunto resguardam em suas formas, indicadores geomorfológicos associados a graus distintos de *grus*, com níveis diversos de remoção de clastos que resultam em blocos de maior tamanho que não foram atingidos pelos agentes erosivos. Essas formas comprovam a existência de um paleoambiente epigênico associado possivelmente a sistemas meteóricos derivados de climas tropicais mais úmidos que os atuais. Esse relevo representa a evolução do caos de blocos pela retirada do saprolito a partir da exumação de blocos fraturados, em que as fraturas possibilitam o avanço da frente irregular de intemperismo, resultando no núcleo alterado, ou seja, na fase epigênica (MAIA; NASCIMENTO, 2018). Quanto maior a velocidade da meteorização da rocha, maior será o arrendamento dos blocos pela alteração diferenciada que retém umidade em torno das rochas *in situ,* que quando sujeitas aos processos de erosão acabam por destacar na paisagem os relevos residuais (figura 18).

Figura 18 – Presença de nubbins em áreas rebaixadas.

Fonte: Autora, 2018.

Esse setor da paisagem também apresenta tafoni ou furnas, cavidades desenvolvidas ao longo de fraturas ou descontinuidades horizontais em encostas graníticas, sendo formas associadas às diferentes formas de intemperismo caracterizadas em morfologia de inselbergs e encostas.

Os tafoni são cavidades poligênicas que se formam a partir da expansão de um núcleo que vai progressivamente sendo consumido pelo intemperismo, podendo apresentar diferentes tipos: tafoni de parede, tafoni basal, *honeycombs* e alvéolos.

As descontinuidades horizontais em encostas graníticas são formadas ao longo das juntas, fraturas ou linhas mais frágeis, especialmente em Brejo da Madre de Deus em função da maior pluviosidade em relação ao entorno semiárido. As fraturas e diaclases também interferem nas zonas onde a água pode residir por mais tempo, dando lugar à intemperização cavernosa no interior da rocha, partindo de um ponto central que vai se alargando por meio da progressiva descamação das superfícies interiores e da sua desintegração granular (MAIA; NASCIMENTO, 2018).

Nessa área ocorre um tafoni lateral que apresenta uma forma mais alongada, devido à sua forte relação com as fraturas, inclinado em relação à superfície por se encontrar em vertente íngreme. Esse tafoni se desenvolveu por meio de fraturas de alívio de pressão em escarpa granítica na parte mais elevada do relevo (Figura 19). O mesmo apresenta formas curvilíneas em relação genética com as fraturas de alívio de pressão que o originaram. A entrada do tafoni também apresenta colapso da sua parte superior por falta de sustentação na base, à moda de uma encosta em surplon.

Figura 19 – Abertura cavernosa do tafoni e fraturas presentes na sua lateral com desintegração granular

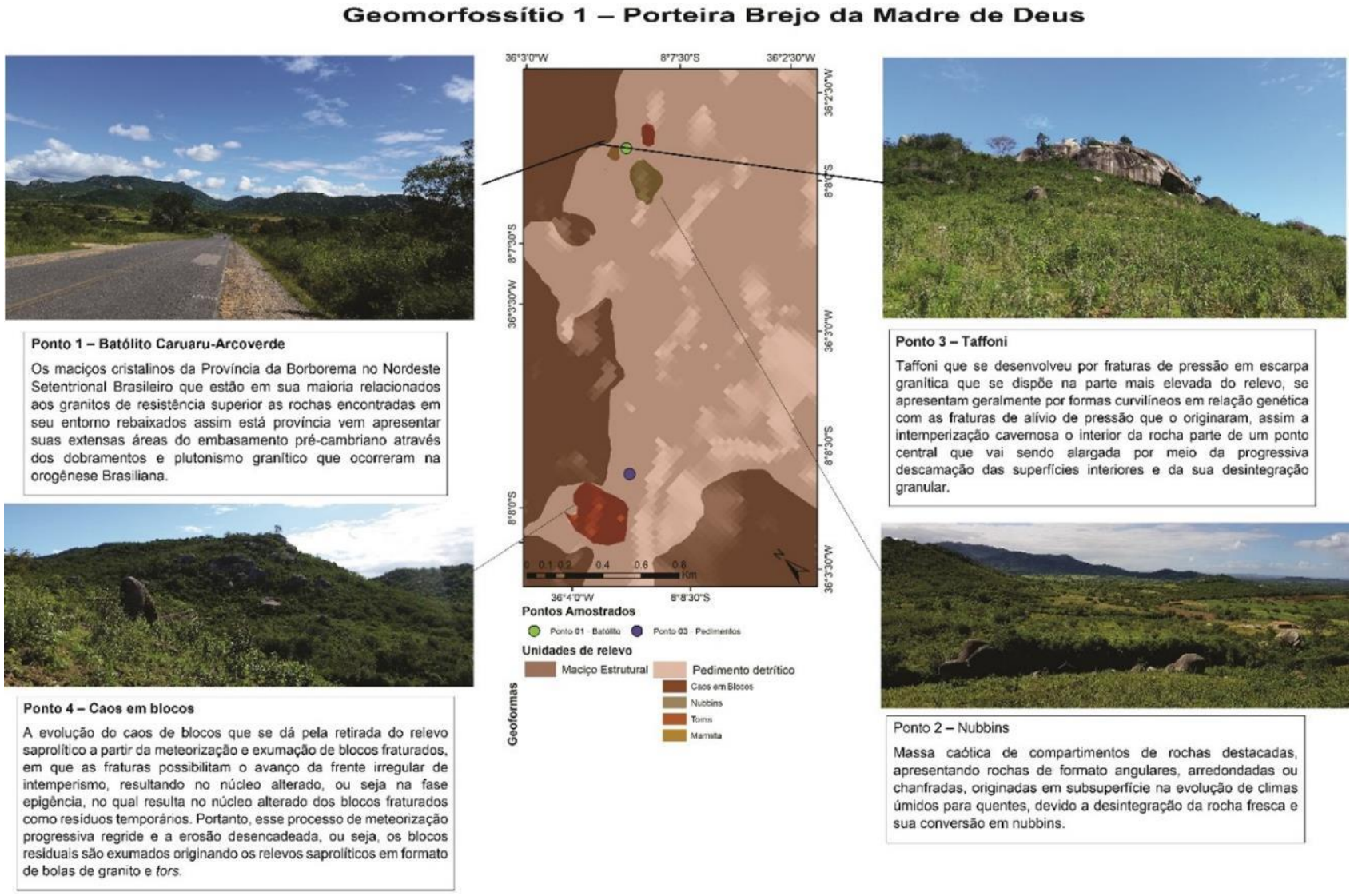
Fonte: Autora, 2018.

Corroborando com esse geomorfossítio que apresenta valores didático-pedagógico e científico, por adotar em sua paisagem granítica uma diversidade de microformas e macrofomas, que exemplifica a questão geodinâmica das formas graníticas presentes, que estão associados ao magmatismo e ao evento orogênico do brasiliano.

Esse geomorfossítio está inserido numa área não pavimentada de difícil acesso, bem como está inserida numa área que apresenta topografia acidentada, justificada por sua instalidade morfodinâmica em suas encostas, que apresenta riscos pelos movimentos de massa.

A seguir a figura 19 representa o mapa com a consolidação dos dados do geomorfossítio 1 e 2 para representação das formas nas citadas áreas em apreço.

Figura 20 – Representação do Geomofossítio do Maciço Granítico Batólito Caruaru-Arcoverde e o geomorfossítio tafoni e as microformas, município de Brejo da Madre de Deus - PE



Fonte: Autora, 2018.

4.2.3 Geomorfossítio 3: Pedimento Fazenda Nova

Nesse geomorfossítio observa-se a presença de um pedimento rochoso exposto ao longo do caminho da estrada que leva ao distrito de Fazenda Nova, rumo ao teatro da Paixão de Cristo, a qual apresenta vários tipos de formas decorrentes da exposição do granito ao longo do trecho. A área de estudo foi esculpida mediante a ação das variações climáticas quaternárias que permitem uma análise dedutiva da paisagem sob o ponto de vista da teoria da etchplanação, tendo suas marcas registradas como aplainamentos.

Esse geomorfossítio sintetiza um modelo de evolução da paisagem como proposto pela etchplanação de Budel (1982), baseada na estabilidade tectônica e a existência de condições climáticas tropicais semiúmidas, demostrando a importância dos fatores estruturais e climáticos no processo de intemperismo e na diferenciação morfológica das paisagens (VITTE, 2001; MAIA et al, 2018).

Segundo Maia et al (2018), esse conceito tem sido aplicado nas áreas tropicais, devido à sua sazonalidade e por subsidiar a interpretação geomorfológica acerca das formações graníticas, considerando os processos responsáveis pela gênese e evolução das formas, sobretudo em áreas como o Nordeste brasileiro que sofreu variação climática quaternária acompanhada de fases de pedogênese e morfogênese mais ou menos ativas.

Segundo Vitte (2001), a teoria da etchplanação identifica como o papel do intemperismo vem sendo um fato preponderante na dinâmica e nas propriedades morfológicas desenvolvidas em ambiente tropical quente e úmido, tendo a necessidade de conhecer como os sistemas biogeoquímicos interferem na denudação e afetam os processos erosivos superficiais. Ávila e Carvalho (2012) também ressaltam a contribuição dos processos pedogenéticos para os aplainamentos e ação dos processos mecânicos que ocorrem na superfície como processos morfogenéticos, conferindo uma direta ligação entre as heranças geomorfológicas e pedológicas impressas na paisagem (Figura 20).

A área de estudo apresenta a sequência de fases, onde o intemperismo químico causa o rebaixamento do relevo a partir da etchplanação, enquanto durante a fase instável prevalece a erosão na paisagem, criando pedimentos. Ambas constituem o ciclo poligênico do relevo, levando à exposição do *front* de alteração resultando no surgimento de etchplains exumados (VITTE, 2005).

Figura 21 – Pedimento presente na paisagem formado por etchplanação com nubbins circunvizinhos a uma rampa de pedimento

Fonte: Autora, 2018.

Corroborando com a depressão interplanáltica, largamente aplainada e pouco dissecada, decorrentes de diferentes fases de denudação pós-cretácea da Província da Borborema. Os pedimentos se elevam em pequenos patamares sem que haja ruptura brusca de gradiente condicionada por falhas, ocasionando o confinamento de pequenos depósitos em alvéolos restritos em ambiente fluvial (SILVA, CORRÊA, AMORIM, 2017).

Portanto, essa área constitui um setor de evacuação de sedimentos com estrutura superficial, nos quais se formam um pavimento dendrítico por evacuação, mediante as fáceis mais finas, mediante a erosão laminar. Essa unidade morfoescultural se interpõe entre os sedimentos de encostas e as marmitas colmatadas, assim essas rampas de pedimentos, pouco dissecadas, separam os ambientes de encostas dos plainos aluviais.

Esse Geomorfossítio representa o valor científico que explica as influências das mudanças climáticas acentuadas na explicação da paisagem, em que essas áreas aplainadas da região nordeste são decorrentes de climas mais secos que geraram as superfícies aplainadas, representada pelos pediplanos, e os níveis embutidos nos vales, representada pelos pedimentos.

4.2.4 Geomorfossítio *Nubbins* em Fazenda Nova

Os *nubbins* são uma massa caótica de rocha destacada do entorno, apresentando rochas mais angulares ou arredondadas, ou mesmo chanfradas, sendo originadas em subsuperfície e evoluindo em climas úmidos e quentes, onde o intemperismo é agressivo para fazer que ocorra a desintegração da rocha fresca e sua conversão em *nubbins* e grus (MIGON, 2006, TWIDALE, 1998 apud LIMA; BASTOS, 2018). Contudo, os *nubbins* refletem um controle estrutural distinto aos *bornhardt fans*, apresentando similaridade aos *boulders* graníticos (figura 21).

Nessa área esse geomorfossítico ocorre em função do estágio inicial de exumação dos domos rochosos por desintegração dos inselberges, resulta em matacões e apresenta aspecto circular, que ocorre pela desintegração em subsuperfície das camadas mais externas da rocha, e a forma é condicionada por um conjunto de fraturas, de um modo que o núcleo do domo seja coberto por uma massa de blocos e pedregulhos (RIOS, 2017; CORRÊA et al, 2010).

Figura 22 - Nubbins em agrupamentos na paisagem.

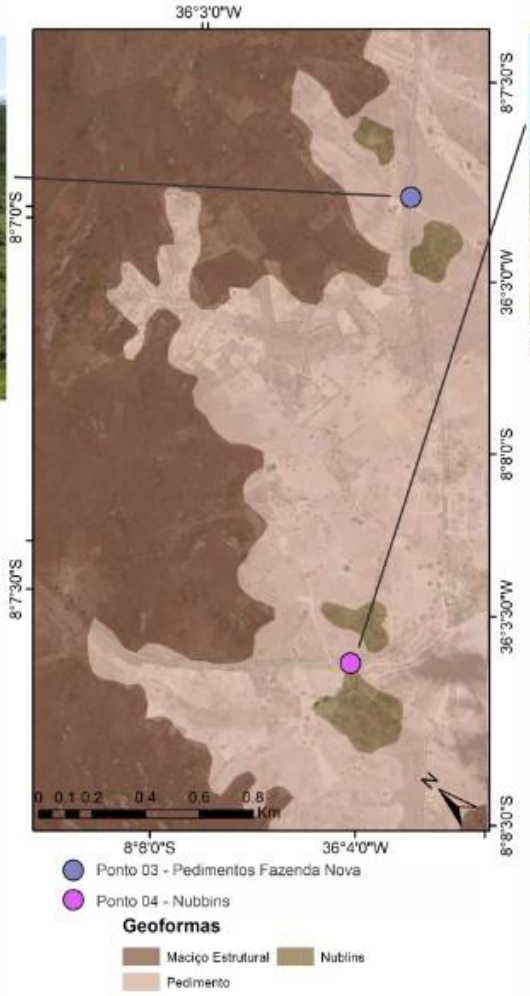
Fonte: Autora, 2018.

Contudo, na figura 23 consolidação dos geomorfossítios para representação das geoformas graníticas destacadas na paisagem do município de Brejo da Madre de Deus na área pavimentada, sendo de fácil acesso e visibilidade para análise das formas da paisagem.

Figura 23 – Mapa Geomorfossítio do pedimento rochoso e o geomorfossítio nubbins, Município de Brejo da Madre de Deus - PE

Ponto 03 – Pedimento rochoso

Formações graníticas, considerando seus processos responsáveis pela gênese e evolução das formas graníticas, que sofreram variação climáticas quaternárias que permitiu a interpretação da sua gênese baseado na teoria da etchplanação. No papel do intemperismo vem sendo um fato preponderante na dinâmica e nas propriedades morfológicas desenvolvidas em ambiente tropical quente e úmido, tendo a necessidade de conhecer seus sistemas biogeoquímicos que interferem na denudação e afetam os processos erosivos superficiais.



Ponto 04 – Relevo em Nubbins

Massa caótica de compartimentos de rochas destacadas, apresentando rochas de formato angulares, arredondadas ou chanfradas, originadas em subsuperfície na evolução de climas úmidos para quentes, devido a desintegração da rocha fresca e sua conversão em nubbins.

Fonte: Autora, 2018.

4.2.5 Geomorfossítio Furna do Estrago

O geomorfossítio da Furna do Estrago é uma paisagem que evoluiu do tafoni que tem sua ocorrência em uma variedade de tipos de rocha, no caso em tela associado a granitos de grãos médios a grosseiros. Em rochas graníticas apresentam-se bem desenvolvidos, podendo ser encontrados em planos de escamação (sheeting plane), sob boulders e nas escarpas de Bornhardts (TWIDALE; ROMANI, 2005 apud MAIA et al, 2018).

Esse relevo tem suas formas desenvolvidas nos lados de baixo da estrutura, embora também ocorra nas laterais das paredes íngremes das rochas, em local onde as altitudes podem variar de 400 a 1195m. A Furna do Estrago está localizada no ponto mais alto do estado de Pernambuco, conhecido como Serra da Boa Vista, a uma cota altimétrica de 1195m, a SE da Cidade de Brejo da Madre de Deus (CPRM, 2007).

No sopé da Serra da Boa Vista encontra-se o tafoni, conhecido como Furna do Estrago, sobreposto a um relevo de bornhardt de formas dômicas decorrente do afloramento de granitos com juntas de esfoliação esferoidal de grande raio (TWIDALE; VIDAL ROMANI, 1998). A área apresenta declives acentuados e suas encostas formam knick-points bem marcados com as depressões adjacentes.

Essas feições podem se formar em subsuperfície ou após a exposição da feição granítica, tendo em vista as características mineralógicas e estruturais da rocha, assim como as condições climáticas às quais foram submetidas. Contudo, a exposição da feição granítica não impede o contínuo desenvolvimento dessas microformas (LIMA et al, 2019).

Na área de estudo, os tafoni são também encontrados em inselbergs, nos boulders, em cristas residuais, em afloramentos verticalizados e nas escarpas dos bornhardts, desenvolvendo-se ao longo de fraturas e em locais de menor resistência aos processos de intemperismo.

Esse tafoni encontra-se desenvolvido na parte mais elevada do bornhardt da Serra da Boa Vista, apresentando formato alongado e horizontalizado. Quando se refere ao setor mais rebaixado do bornhardt, o tafoni da Furna do Estrago se caracteriza por suas reentrâncias erosivas, onde as feições cavernosas estão no estágio inicial do seu desenvolvimento, associadas a paleoníveis de meteorização epigênica (*flares slope*), tendo as feições cavernosas, se iniciado possivelmente

através do intemperismo químico mais intenso nesse setor. Suas feições de dissolução se estendem lateralmente no relevo granítico (LIMA et al, 2019).

O bornhardt é composto, principalmente por minerais félsicos, apresentando faturamento e diaclases em toda sua extensão, associados ao desenvolvimento de feições de dissolução do tipo tafoni, a exemplo da Furna do Estrago. Suas fraturas são provenientes de processos físicos de descompressão, que após a denudação do batólito permitem a ação de processos físicos e químicos, condicionados pela ação do intemperismo químico pela presença de umidade, passando a abrigar condições propícias para o desenvolvimento do intemperismo cavernosos (LIMA et al, 2019). Na área de estudo, os tafoni são inclinados em relação à superfície por se desenvolverem a partir de fraturas, sendo denominados tafoni laterais e perceber a visão da área do entorno em contexto da área central do município em tela que é circunvizinhado pelos maciços residuais e em seu ponto mais alto representado pelo Bornhardt da Serra da Boa Vista em relação ao nível de base (Figura 24 e Figura 25).

Figura 24 – Tafoni em caverna Furna do Estrago em bornhardt na Serra da Boa Vista em patamar de 1.065 metros.

Fonte: Autora, 2018.

Figura 25 – Visão panorâmica da Furna do Estrago para visualização das formas de relevo

Fonte: Autora, 2018.

Os bornhardts estão associadas as encostas côncavo-convexas, constituídas de rochas maciças apresentando descontinuidades estruturais, presença de regolito, geralmente em encostas nuas e topo achatado, podendo ocorrer em relevos achatados e em terrenos montanhosos (LIMA; BASTOS, 2018).

Assim, os bornhardts graníticos são isolados, outros são unidos em pequenos grupos, mas, ao contrário das formas individualizadas, também existem cadeias ou maciços constituídos por repetições ordenadas da forma de encostas. Por sua vez, as encostas são desenvolvidas a partir de um bloco delimitado por juntas, mas que faz parte de um grande maciço; assim, pode-se dizer que alguns inselbergs são bornhardt, mas nem todos os bornhardt são inselbergs.

O bornhardt desenvolve-se muito especialmente em paisagens multicíclicas, isto é, em paisagens em que os remanescentes ou paleo-ranhuras preservados nas partes culminantes do relevo indicam estágios iniciais de nivelamento, com uma elevação relativa subsequente. Sua origem tem sido atribuída ao clima e suas mudanças cíclicas ao longo do cenozóico (VIDAL ROMANI; TWIDALE, 1998).

Ainda podemos encontrar o processo da pré-esfoliação presente na área circunvizinha à aberta da Furna do Estrago, que é configurado pelos sistemas de juntas secas que constitui o ponto de partida para posterior individualização dos

blocos e formação do relevo saprolítico, causadas pelo fraturamento termoclástico e de alívio de pressão que permite que os agentes de intemperismo acelerarem a meteorização no interior da rocha (MAIA; NASCIMENTO, 2018).

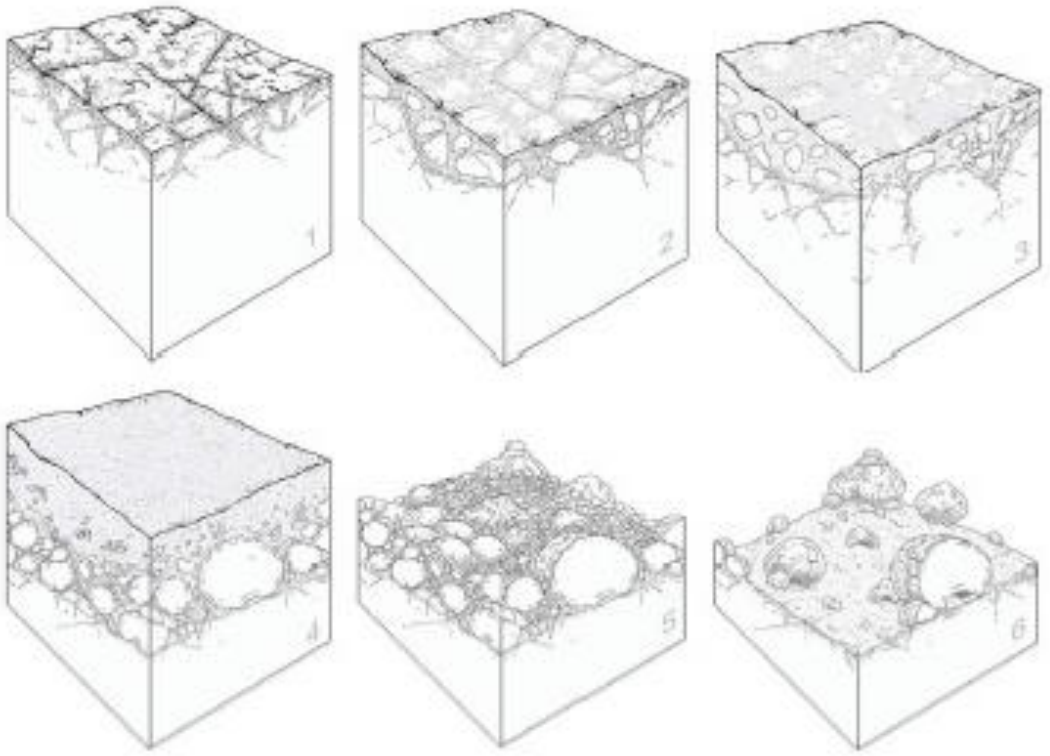
Na fase evolutiva da esfoliação esferoidal, os blocos de granito sofrem intemperização, resultando em formas relictuais de formato arredondado que se desenvolvem *in situ* (MAIA; NASCIMENTO, 2018).

No entanto, o maciço do Batólito Caruaru-Arcoverde é caracterizado como um corpo intrusivo granitóide que foi exposto pela remoção das rochas encaixantes por processos erosivos, ocorridos preferencialmente ao longo dos diaclasamentos e fraturas como os observados nos bornhadts da área. As juntas são provenientes da expansão do substrato subsequente ao alívio da sobrecarga. Os bornhardts da área da Furna do Estrago ainda apresentam domos com placas curvilíneas de esfoliação (Figura 26), conferindo a morfologia da feição granítica uma estrutura semelhante à forma de casca de cebola, em que o fraturamento acompanha a morfologia (Figura 27).

Figura 26 - Relevo saprolítico de blocos de granito modelados pela disjunção esferoidal em paleoambiente epigênico na Furna do Estrago

Fonte: Autora, 2018.

Figura 27 - Etapas de desenvolvimento do relevo saprolítico.



1: Estágio inicial referente ao fraturamento termoclástico. 2:Esfoliação esferoidal pré-epigênica. 3: Rocha alterada. 4: Formação do manto de alteração. 5: Remoção das fácies arenosílticas. 6: Formação do relevo saprolítico por exumação pedogênica. Fonte: MAIA, NASCIMENTO, 2018.

O tafoni da Furna do Estrago ainda possui uma grande importância arqueológica, considerado como um “abrigo”, onde se encontram sítios com vestígios de práticas funerárias e presença de grafismos rupestres.

Na década de 1970 iniciaram-se as pesquisas pelo Projeto Agreste, desenvolvido pelo Núcleo de Estudos Arqueológicos (NEA) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), que tinha como foco sistematizar na região do agreste pernambucano as pesquisas arqueológicas para levantamento do potencial arqueológico com destaque ao grafismo rupestre. Nas décadas de 1980 e 1990 Jeanette Lima, da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), assumiu as pesquisas no “Projeto de Pesquisas Arqueológicas do Município de Brejo da Madre de Deus”, além do objetivo de inventariar os sítios existentes no município surgiu o interesse pela realização de escavações para incluir no roteiro de turismo cultural.

Assim, a Furna do Estrago faz parte de um amplo contexto arqueológico, com vestígios de práticas funerárias, seu abrigo possui abertura de 19m voltada para nordeste, altura de 4,80m e profundidade de 8,80m, constituído por um único salão com 125 m² de área coberta, uma área de expressividade para os estudos de grupos pré-históricos no estado de Pernambuco. Contemplando escavações representando 15m² da área coberta, restando 76m² disponível para realizações de intervenções arqueológicas e pinturas rupestres presentes na abertura do abrigo.

No abrigo foram descobertos 30 enterramentos superpostos entre níveis arqueológicos distintos, os estudos de Lima (1985) que atestam ocupações de grupos que fizeram uso do espaço como cemitério relacionado os padrões de sepultamento, referidos como ocupação recente relacionado ao holoceno, enquanto ocupações pleistocênicas, tidas como ocupação antiga, estariam relacionadas aos grupos de caçadores e coletores. A autora define que o sítio utilizado apenas como cemitério, atesta que a população deveria ter um aldeamento nas áreas circunvizinhas, utilizando o espaço do sítio para enterramentos, cujos esqueletos estavam em boas condições para observações das fossas funerárias, distribuídas em quatro fases pelas ocupações.

A primeira fase de ocupação, apresenta a cronologia de 11.060 ± 90 B.P, comprovando que o sítio já estava habitado ou visitado, que comprova o início do período Holoceno. Além do material de cunho arqueológico, carvão e vestígios líticos como as lascas de quartzo, há outras evidências ainda não analisadas que apontam para que a ocupação do sítio poder ser mais antiga referente ao período pleistocênico (LIMA, 1985).

A segunda fase da ocupação entre 9.150 ± 90 A.P. e 8.495 ± 70 A.P., foi datada basicamente pelas cinzas de fogueiras alimentadas continuamente, testemunhando a utilização do abrigo como sítio habitacional de um grupo de caçadores-coletores (LIMA, 1985). Além das cinzas, considerou-se as diversas espécies de moluscos terrestres, predominado os dos *Megalobulimus* (gênero de gastrópodes da família Strophocheilidae), e os vestígios de utilização como instrumentos de ossos de pequenos animais como o *Galea spixii* (Preá) e *Kerodon rupestres* (Mocó). O material lítico é composto basicamente por lascas de sílex; material corante e vestígios vegetais, como a Attalea (Jussara), Syagrus oleracea (Catolé), entre outras espécies representativas da flora local LEITE; CASTRO, CISNEIROS, 2014). A autora Lima baseada em evidências arqueológicas situa que

essa ocupação se deu antes do ‘ótimo climático’ possivelmente este fato deve-se a uma grande seca detectada na camada seguinte em torno do 7.000 BP ter sido forçado a deslocar-se para outras regiões da caatinha de Pernambuco.

A terceira fase de ocupação, cronologia entre 8.495 ± 70 B.P e 1.040 ± 50 B.P, equivale a um longo intervalo de tempo onde os vestígios arqueológicos correspondem ao sepultamento funerários de uma população, período que o sítio Furna do Estrago foi utilizado de abrigo como cemitério há aproximadamente 2.000 anos (LIMA, 1985).

Nesse sentido, as autoras Leite, Castro e Cisneiro (2014) inserem as práticas funerárias:

> nas ações sociais materiais, imateriais e simbólicas realizadas por grupos humanos ao longo do tempo. Tais práticas norteiam o comportamento social empregado por qualquer grupo humano quando o mesmo prepara o morto para ascender ao destino final. As práticas funerárias, portanto abarcam ações que vão desde o preparo do corpo do morto até o seu depósito final, ou seja, a escolha do lugar, o destino final, o espaço no qual o indivíduo será inumado (LEITE, CASTRO, CISNEIRO, 2014, p. 33).

Assim, a Furna do estrago foi povoada por grupos humanos que exerceram várias interações entre o meio físico e a paisagem da região que foram registradas nas materialidades encontradas nos conteúdos imateriais e simbólicos. Sendo a paisagem uma construção social pela materialidade das ações humanas, representada pela produção cultural ao longo do tempo, através das marcas empregadas nos sítios arqueológicos e seu entorno.

Portanto, a paisagem natural pela ocorrência de vestígios da ocupação humana ganha características de paisagem cultural atribuídas pelos sepultamentos e vestígios materiais produzidos pelo homem pré-histórico na relação do uso desse espaço ao longo do tempo para finalidade de sepultamento associada ao uso contínuo por um mesmo grupo através de laços de parentesco, indicado pelos níveis de ocupação durante a datação.

Dessa forma, um relevo pode igualmente apresentar um valor cultural em sentido amplo (PANIZZA; PIACENTE, 2003; REYNARD, 2005), seja arqueológico, histórico, simbólico ou religioso. Assim ao tratar de sítios que escondem vestígios

arqueológicos, tais como abrigos sob rochas, pedras gravadas, grutas e lugares de cultos religiosos, deve-se ter em mente que esses merecem ser conservados em função do seu valor para a sociedade. Assim, o bornhardt da Serra da Boa Vista onde encontra-se a Furna do Estrago, constitui um marco paisagístico, no contexto geográfico regional local, bem como o abrigo constitui um local de interesse arqueológico no tocante aos aspectos material e simbólico da paisagem (Figura 28).

Contudo, esse geomorfossítio contextualiza os valores científicos, culturais, pedagógicos, estético por ser de extrema relevância por seu contexto histórico, cultural e geomorfológico como antigo sítio de sepultamento e abrigo, resguardado por pinturas rupestres. Além disso, as cavidades do tipo tafone como importante feições geomorfológica que é recorrente no território do nordeste Brasileiro, como representação da paisagem em afloramento rochoso granítico-gnáissico, que ocorrem geralmente nas laterais e zonas basais, atrelados a formas de relevos menores como matacões ou boulders e incipientes domos rochosos (WALDHERR et al, 2020), que resguardam marcos históricos com seus registros, que permitir estabelecer a transdiciplinariedade com outras áreas do conhecimento científico.

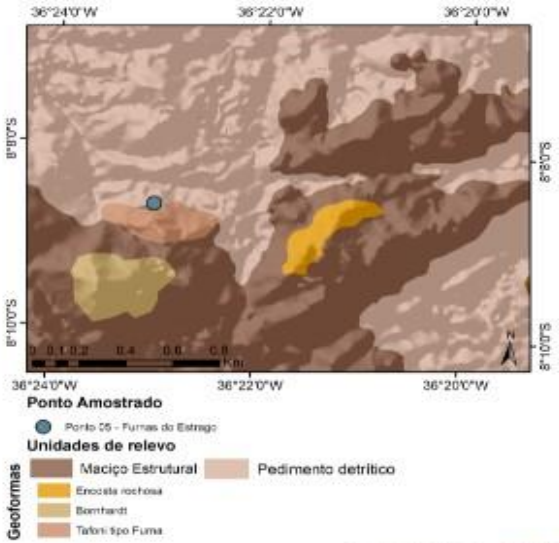
Figura 28 – Mapa geomorfossítio Bornhardt Furna do Estrago, município de Brejo da Madre de Deus – PE

Ponto 7 – Taffoni tipo furna

São formas de relevo cavernosas em superfícies rochosas verticais e inclinadas, que possui cavidades poliformes que se formam a partir de expansão de um núcleo que vai progressivamente, sendo consumido pelo intemperismo, que nessa forma se desenvolveu nas laterais das paredes íngremes da rocha granítica sob o bornhardt da Serra da Boa Vista.

Ponto 9 – "Abrigo" arqueológico

O sítio Furna do Estrago faz parte de um amplo contexto arqueológico, com vestígios de práticas funerária, onde seu relevo faz parte do Maciço da Borborema com afloramentos de rocha cristalina nos pontos mais elevados e de matacões dispersos por todo cenário ambiental. O abrigo possui abertura de 19m voltada para nordeste, altura de 4,80m e profundidade de 8,80m. É constituído por um único salão com 125 m² de área coberta.



Ponto 11 – Pintura Rupestre

Ponto 8 – Bornhardt

No sopé da Serra da Boa Vista encontra-se a forma de dissolução denominada Taffoni, conhecida como Furna do Estrago, cujo relevo se trata de um bornhardt sendo formas dômicas decorrente do afloramento de inselbergs e em terrenos graníticos, apresentando declives acentuados e com altura correspondente a parte mais alta próxima as planícies adjacentes, também chamados de domos. Associado as encostas côncavo-convexas, constituídas de rochas maciças apresentando descontinuidades estruturais, presença de regolito, geralmente em encostas nuas e topo achatado, podendo ocorrer em relevos achatados e em terrenos montanhosos.

Ponto 10 – Processo de esfoliação

Os blocos de granito sofrem intemperização, que são constituídas das formas relictuais de formato arredondado que se desenvolve in situ, iniciando pelo faturamento poligênico acompanhado pela esfoliação esferoidal, sendo esta responsável pelas suas formas atuais.

Fonte: Autora, 2018.

4.2.6 Geomorfossítio Riacho das onças

Esse geomorfossítio localiza-se numa propriedade privada designada Riacho das Onças, apresenta em sua vasta área a presença de nubbins, ocorrência de tors, e um sítio de marmitas de dissolução. Seu acesso se dá pela PE-145, ficando à margem direita desse acesso. O geomorfossítio conta com presença de nubbins que estão presentes dispersos na paisagem, bem como associados à área com tors e marmitas.

Os nubbins neste sítio são caracterizados por blocos dispersos ou massa caótica, aproximadamente dômicos, com blocos angulares, arrendondados ou chanfrados. Sua ocorrência está associada à alternância entre climas quentes e úmidos, com fases semiáridas, sendo interpretados como formas herdadas elaboradas em subsuperfície em climas que apresentaram condições mais úmidas do que as atuais, e intemperismo agressivo para desintegração da rocha fresca e sua conversão em nubbins (VIDAL ROMANI; TWIDALE, 1998) (Figura 28).

A área de estudo deste geomorfossítio apresenta um bornhardt a partir do qual os nubbins evoluem como formas geneticamente relacionadas, sendo que os nubbins derivam do processo de intemperismo em subsuperfície. Infere-se que esta geoforma reflete um controle estrutural distinto em relação ao bornhardt, porém apresenta similaridade com os boulders graníticos (MAIA et al, 2018).

Figura 29 – Circunvizinhança de nubbins dispersos ao longo de todo geomorfossítio.

Fonte: Autora, 2018.

O geomorfossítio conta com presença de *tors* nas circunvizinhanças das áreas de marmitas de dissolução, estes são formados por afloramentos isolados de rocha, sendo formas de relevo onipresentes em terrenos graníticos. Sua forma e tamanho são extremamente variados, pois são controlados por padrões de faturamento, que determinam sua orientação, densidade e curvatura (Figura 29).

Os *tors* são caracterizados como fragmentos de rochas não transportadas, permanecendo in situ, mantendo sua posição relativa existente anterior à remoção do manto de alteração, ocupando relevos aplainados e acidentados (BIGARELLA et al, 2009 apud LIMA et al, 2019).

Figura 30 – Tors e nubbins ao longo da vertente

Fonte: Autora, 2018.

Nesta área o relevo em *tor* apresenta fraturas horizontais ou de mergulho suave, formando um *tor* elevado e estreito. Os *tors* provenientes de feições de colapso periférico, evoluem a partir do fraturamento e desprendimento de blocos, nos quais se percebe as descontinuidades do granito proporcionando o desprendimento de blocos que permanecem *in situ,* circunvizinahdos por nubbins.

Esse geomorfossítio ainda contempla a marmita de dissolução associada à presença de nubbins e tors. São pequenas depressões ou simples concavidades que se desenvolvem nos setores horizontais ou pouco inclinados da superfície rochosa,

tendo capacidade de reter, por uma parcela de tempo, água em seu interior, desempenhando um papel genético fundamental ao permitir a progressão da meteorização química no fundo e nas paredes das marmitas.

A área em estudo apresenta uma bacia classificada quanto à forma em circular, de borda suave, formada pela alteração da rocha em velocidades diferentes, formada sobre uma superfície plana ou suavemente inclinada de granito. Além da ação lenta de intemperismo diferencial em ambientes semiáridos, a evolução dessas formas também deve-se à variação diária e sazonal da temperatura e umidade.

Dessa forma, as marmitas ocorrem em superfícies de diferentes origens, com feições geomorofológicas do tipo tor e nubbins, particularmente em suas partes superiores, sendo raros os boulders (MIGON, 2006).

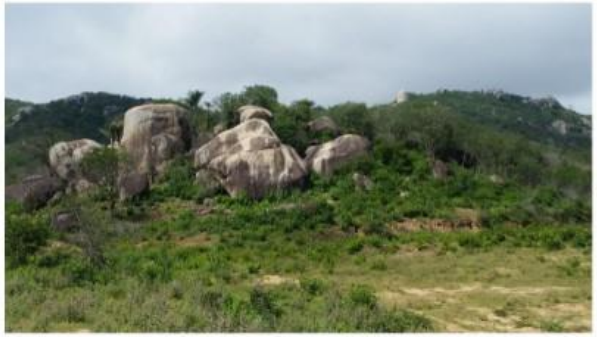
O tor apresenta superfície mais plana, com o desenvolvimento de liquens que afetam de forma significativa a taxa de meteorização do granito, contribuindo com o intemperismo bioquímico da rocha, além da matriz máfica, sendo características que condicionam o desenvolvimento das marmitas.

A marmita do Riacho das Onças apresenta alta vulnerabilidade à ação do intemperismo químico, além da presença de matéria orgânica que ajuda a reter água no local. Nesse contexto, as marmitas são preenchidas com detritos e matéria orgânica. Esse geomorfossítio apresenta diversas feições graníticas associadas a formas de dissolução e microformas localizadas em toda a sua área, apresentando alta vulnerabilidade por se encontrar em área de cultivo e sob vegetação de caatinga esparsa.

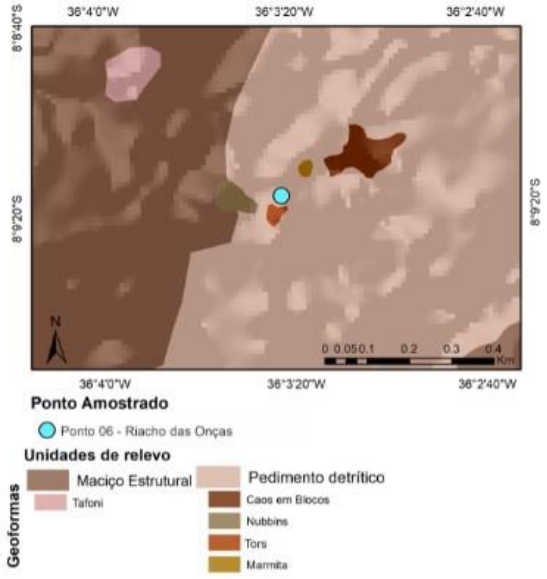
Portanto, o geomorfossítio Riacho das Onças é representado por valores científicos, estéticos e pedagógico em função da área ser representada por lajeados graníticos que possibilitam as marmitas como reservatórios naturais que se apresentam parcialmente colmatadas, devido sua ocorrência em leito fluvial de ambientes semiarido que exemplificam a reconstrução paleoambiental recente da paisagem, bem como os relevos em inselbergs evoluindo para relevos em tors e nubbins expressivos na paisagem (Figura 31).

Figura 31 – Mapa do Geomorfossítio do Riacho das Onças, Município de Brejo da Madre de Deus - PE

Presença de caçimba em formato de panela ou côncava.



Ocorrência associada de tors e nubbins ao redor da a área da caçimba.



Ponto 13– Marmitas

São os pequenos depósitos, em solução de continuidade espacial, de sedimentos quaternários, geralmente ricos em restos fósseis de mamíferos gigantes, que ocorrem em depressões implantadas em rochas do embasamento cristalino, provavelmente associadas a contextos de drenagens não mais funcionais sob o clima atual. Na área temos a presença de cacimbas em formato de panela ou côncava, associadas a ocorrência de diversas formas como os nubbins e tors.

Ocorrência de nubbins ao longo da paisagem.

presença de Tors espalhados ao circunvinhando a cacimba.

Fonte: Autora, 2018.

4.2.7 Geomorfossítio Fazenda São João

Esse geomorfossítio está associado à presença de tors, caos de blocos, Bornhardt e marmitas. As marmitas de dissolução são cavidades nas superfícies expostas das rochas graníticas. Sendo feições negativas em formato circular que ocorrem em várias escalas, de decimétrica a métrica. Quanto à forma podem ser elipsodais, devido às características geométricas dos enclaves a partir dos quais evoluíram (GOMES; CORRÊA; AMORIM, 2017).

Nas marmitas é como que os minerais formadores do granito não estejam distribuidos de forma uniforme, sendo assim, não é incomum encontrar faixas ou massas discretas de feldspato ou biotita. Os minerias são susceptíveis ao ataque da umidade, ocorrendo degradação para formar uma cavidade inicial, onde ocorre o desenvolvimento da gnamma (TWIDALE; VIDAL ROMANI, 2005 apud LIMA et al, 2019). Os granitos pórfiros tendem a favorecer o desenvolvimento de gnammas (MIGON, 2006 apud LIMA et al, 2019).

Desta forma, fica evidente a origem das gnammas partindo de depressões irregulares capazes de reter água, levando em consideração a diferença petrográfica da rocha, bem como a presença de descamação superficial e o tempo para o seu desenvolvimento (MIGON, 2006 apud LIMA et al, 2019). No entanto, este processo de alteração não é homogêneo, ocorrendo em diferentes pontos dos planos de descontinuidade (GOMES, CORRÊA; AMORIM, 2017).

Assim, os autores destacam que na área de estudo estas feições estão associadas aos inserlbergs, em zonas de intercessão de linhas de fraturas e morfologicamente restritas aos pedimentos intermontanos de topografia marcada por superfície plana, nas proximidades dos “knickpoints” das unidades de encosta. Apresentando em seu eixo deposicional solos do tipo vertisolo constituído de material de preenchimento superficial em função das condições semiáridas atuais.

Quando o ocorre em subsuperfície observam-se níveis de sedimentação grossa, intercalados por sedimentos arenosos contendo grânulos de seixos, isso ocorre em função da repetição cíclica dos depósitos pela alternância de ambientes ora dominados pelas precipitações torrenciais, gerando os fluxos de detritos, ora secos, gerando os nódulos de carbonato de cálcioe e argilas expansivas.

No geomorfossítio em questão identifica-se diferentes morfologias para as marmitas, segundo as propostas de Gutiérrez (2005) e Gomes, Corrêa e Amorim (2017).

As **marmitas em bordas suaves** são menos profundas e possuem fundo plano, são circulares, elípticas ou poligonais, com contornos suaves e regulares, com presença de tors. Não possuindo exutório definido, assim, a água transborda ao longo de todo contorno da cavidade. Podendo estar associada a outros canais ou ranhuras que formam uma parte incipiente da rede de drenagem (Figura 32).

Figura 32 – Marmita de dissolução em borda suave com reservatório de água e vegetação

Fonte: Autora, 2018

As marmitas em borda suspensa e assimétrica são desenvolvidas em superfícies rebaixadas com fundo côncavo a plano (Figura 33). Com o aumento progressivo da profundidade, as paredes da marmita apresentam uma ação corrosiva de solapamento, devido à permanência de água em seu interior, fazendo que haja reação química na parte lateral para o interior da depressão, originado as bordas suspensas.

Figura 33 - Marmita em borda suspensa com reservatório, presença de caneluras e sedimentos, além de ser usado como reservatório de água típico do semiárido.

Fonte: Autora, 2018.

As marmitas em fundo côncavo ou panela são seções hemisféricas que se desenvolvem em superfície suavemente inclinada. Em muitos casos não possuindo exutório definido, quando esses existem exibe uma morfologia estreita (Figura 34).

Figura 34 – Marmita em panela utilizada como reservatório de água e barramento em seu canal drenagem.

Fonte: Autora, 2018.

As marmitas em forma de Poltrona são desenvolvidas em superfície suavemente inclinada entre 20° a 30°, possuindo uma seção transversal assimétrica segundo a linha da encosta. Sendo que, a parede superior da marmita possui maior altura em relação a parede inferior, onde se encontra o exutório. Tendo sua origem relacionada ao intemperismo diferencial ao longo de planos de fraqueza da rocha (Figura 35).

Figura 35 – Marmita em poltrona com formato estreito e apresentando fraturas no topo.

Fonte: Autora, 2018.

As marmitas Incipientes com presença de canelura apresentam forma incipiente e com presença de caneluras ou karren, que são sulcos que marcam superfícies de rochas inclinadas e verticais, sendo feições que variam em tamanho, sinuosidade e seção transversal, provenientes de intemperismo de dissolução, com variados tamanhos e formas (GOUDIE, 2006 apud LIMA, BASTOS, 2018), possuindo normalmente perfil côncavo e baixa sinuosidade.

A caneluras se organizam a partir do sistema dispersor do escoamento, originando focos de drenagem radial dentre os padrões majoritáriamente dendríticos das depressões sertanejas, que acumulam em seu interior sedimentos e restos orgânicos, permitindo o acesso da vegetação às escarpas e topos dos inselbergs.

Desta forma, a ocorrência de caneluras nas escarpas de inselbergs representam feições de dissolução (Figura 36).

Figura 36 – Formas de pequenas marmitas incipientes com presença de caneluras.

Fonte: Autora, 2018.

Assim foram observados que nas escarpas íngremes com declividade superior a 45°, a interconexão entre diferentes bacias por exutório poderá evoluir para feição do tipo canelura (Figura 37). A ocorrência dessa microforma foi observada com maior frequência em inselbergs situados em granitos com ampla quantidade de enclaves máficos, destacando que a presença de enclaves não constitui um pré-requisito para a formação de caneluras, e sim um facilitador geomorfológico para sua formação (MAIA et al, 2018).

Figura 37– Presença de caneluras no topo da marmita.

Fonte: Autora, 2018.

Esse geomorfossítio também apresenta relevos em tors associados a bornhardt, esses tors foram identificados como provenientes de colapso periférico, resultante do fraturamento e desprendimento de blocos (Figura 38). Assim, nota-se o avanço da descontinuidade granítica pelo desprendimento dos blocos que permanecem *in situ* sobre a base rochosa. Os tors que apresentam fraturas verticais e horizontais ocorreram na mesma frequência, sendo composto por blocos articulados de tamanho igual. A teoria que explica o desenvolvimento dos tors é a teoria de dois estágios de etchplanação, porém alguns autores afirmam que esses são formados por diferentes processos e ambientes, considerando o princípio da equifinalidade (EHLEN, 2006; MIGON, 2006 apud MAIA et al, 2018).

Figura 38 – Tors associados à presença de nubbins em meio à vegetação de caatinga.

Fonte: Autora, 2018.

O tors e caos de blocos quando associados a matacões de diversos tamanhos com diaclase ortogonal facilitam a infiltração da água, favorecendo a ação do intemperismo nos interstícios fraturados, solubilizando os minerais mais frágeis como o feldspato e a mica, formando corestones, que *a posteriori* vão originar caos de blocos em relevos montanhosos. Esses blocos serão encontrados em vales quando da ação do transporte coluvial (Figura 39).

Desta forma, as diaclases são fraturas que apresentam mesmo tipo litológico, originadas por alívio de pressão em estágio final de cristalização. Partindo dessa premissa, diaclases como características recorrentes dos blocos podem promover o início de movimento de massa do tipo queda de blocos, facilitado pela ocorrência dos planos de fraqueza, ao longo dos quais ocorre desprendimento de material pela ação da gravidade, podendo estar ligada à esfoliação em granitos situados em encostas elevadas (TAVARES, BASTOS, BELARMINO, 2018).

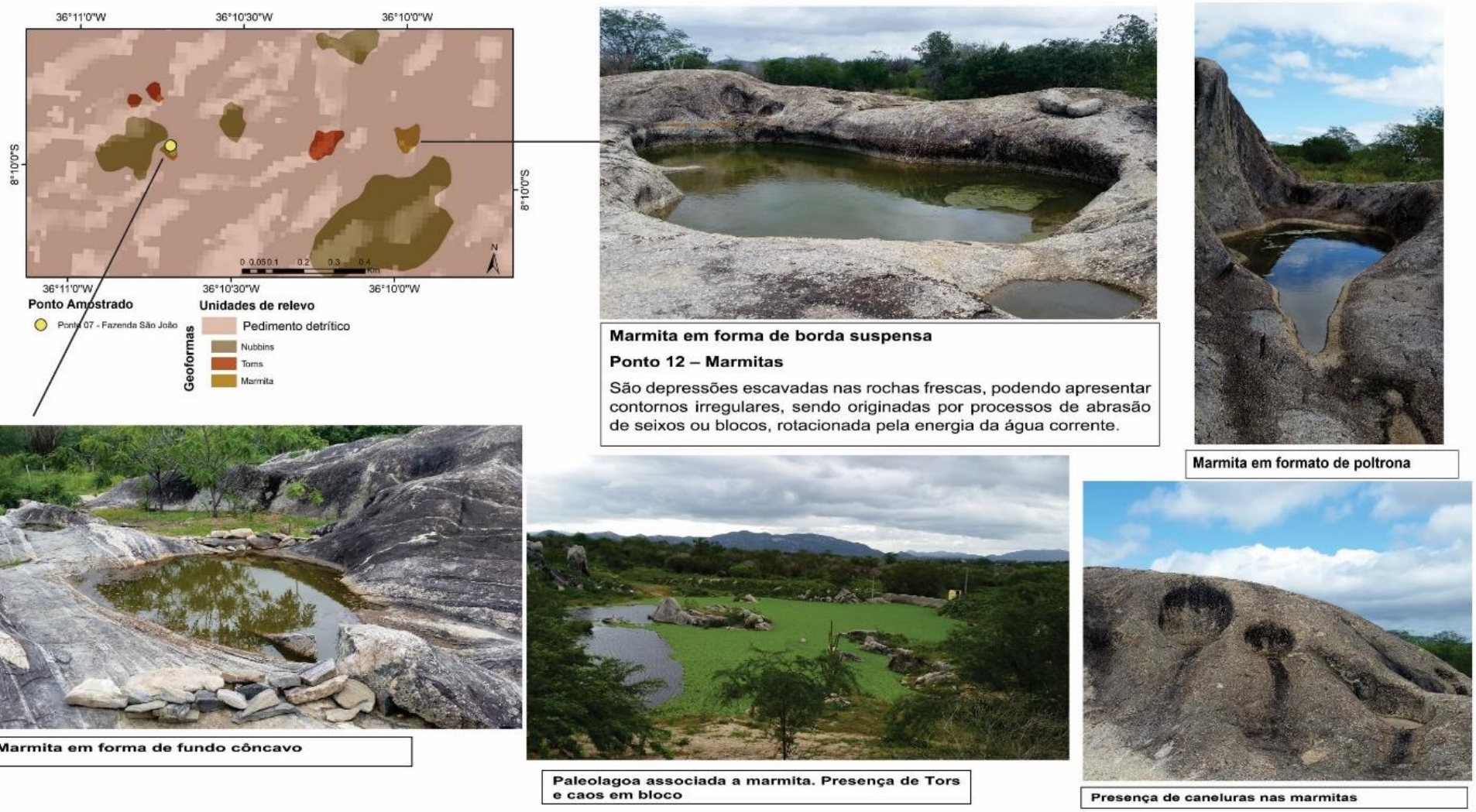
Figura 39 – Visão panorâmica do sítio contemplando as geoformas de marmitas com tors e nubbins

Fonte: Autora, 2018.

A presença de geoformas graníticas correspondentes aos relevos saprolíticos como os tors e caos de blocos correspondem às feições residuais que resistiram aos processos de intemperismo diferencial em subsuperficie e à erosão superficial.

Com base nessa assertiva, este geomorfossítio com a presença de formas graníticas de dissolução e fraturamento apresenta valor estético, científico e didático, com vistas ao aproveitamento para o turismo geocientífico, com destaque à valorização dos seus atributos geológicos e/ou geomorfológicos, de forma a promover a conservação desse geopatrimônio. Ressalta-se que esse conjunto de feições graníticas é resultado da remoção progressiva do manto de alteração desenvolvido ao longo do cenozóico, em condições climáticas de maior umidade. No conjunto das geoformas graníticas, as marmitas se destacam por sua elevada concentração e pelo seu impacto sobre a paisagem local (Figura 40).

Figura 40 – Mapa do geomorfossítio Fazenda São João, Município de Brejo Madre de Deus – PE



4.2.8 Geomorfossítio Marmitas de dissolução circunvizinho ao teatro da Paixão

Esse geomorfossítio \contempla uma marmita de dissolução de fundo côncavo em gnaisse. Na morfologia granítica as marmitas de dissolução destacam-se como umas das principais geoformas da área, conferindo singularidade à paisagem, quer pela sua ubiquidade no município de Brejo da Madre de Deus quer, bem pelo seu valor científico e estético, em função que essa geoforma quando preenchida por sedimentos, funciona como um geocronometro para as mudanças ambientais e flutuações climáticas ocorridas no semiárido ao longo do Quaternário tardio.

As marmitas de dissolução podem ocorrer em contextos estruturais e climáticos completamente distintos sendo explicadas por diferentes processos de formação. A marmita em tela é uma pequena depressão fechada, de forma côncava, classificada como uma marmita de fundo côncavo em gnaisse, representada pela superfície suavemente inclinada, com morfologia estreita (Figura 41).

Figura 41 – marmita de dissolução do tipo côncava em gnaisse.

Fonte: autora, 2018.

A **marmita em poltrona** possui seção transversal assimétrica referente à linha máxima de encosta, tendo sua parede superior com maior altura em relação à parede inferior, onde se encontra seu exutório, sendo originada por intemperismo diferencial ao longo da intersecção de planos de fraqueza da rocha (Figura 42). Essa cacimba também apresenta pequenas ranhuras pelo processo de intemperismo químico atuante na área de estudo.

Figura 42 – Marmita em poltrona com presença de pequenas ranhuras.

Fonte: autora, 2018.

Figura 43 – Mapa do Geomorfossítio nas proximidades do teatro da Paixão de Cristo, distrito de Fazenda Nova, Município de Brejo da Madre de Deus – PE

Fonte: Autora, 2018.

4.2.9 Geomorfossitio Marmitas de dissolução em paleolagoa

Nesse geomorfossítio encontram-se marmitas de dissolução conectadas à rede de drenagem, tendo nubbins e tors em sua circunvizinhança, estruturadas em bornhardts com ocorrência local de caos de blocos.

No tocante às marmitas de dissolução, essas pequenas depressões fechadas variam em sua morfologia, tamanho e forma, podendo ser circulares, elípticas e ovais, em sua maioria são feições negativas formadas em superfície plana a suavemente inclinada de gnaisse e granito presentes. No caso deste geomorfossítio a marmita se classifica como do tipo ovoide de borda suave, representando uma paleolagoa associada à presença de tors, nubbins com caos de blocos nas vertentes (Figura 44 e 45).

Figura 44 – A vertente apresenta caos de bloco com nubbins ao lado de marmita de borda suave

Fonte: Autora, 2018.

Figura 45 – Marmita em escala de lagoa/paleo-lagoa com tors e nubbins e um bornhardt ao fundo.

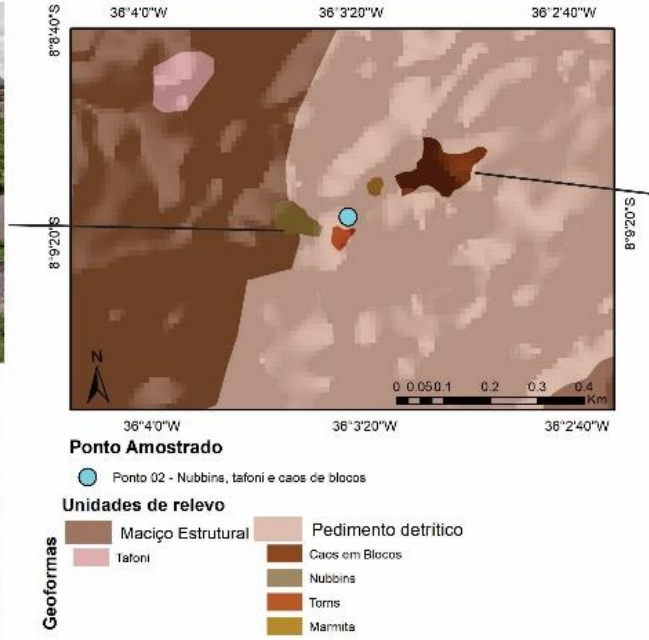
Fonte: Autora, 2018

Portanto, esse geomorfossítio é extremante relavante por elencar a maioria das geoformas graníticas inseridas na paisagem do nordeste Brasileiro, podendo ser realizada uma leitura dos valores da geodiversidade e da geoconservação, desde da sua formação geológica e as evidências das feições geomorfológicas impressas na área em tela, exemplificando os processos de formações dessas feições graníticas.

Figura 46 – Mapa Geomorfossítio das marmitas de dissolução, Município de Brejo da Madre de Deus - PE

Presença de nubbins

Marmita associadas a tors e nubbins.



Ponto 15 – Marmitas

As marmitas estão associadas a inselbergs, em zonas de intercessão de linhas de fraturas e pedimentos intermontanos de topografia marcadamente plana, nas proximidades dos "knickpoints" das unidades de encostas.

Na área temos a ocorrência de marmitas associadas a paleolagoas, circunvinhzadas a presença outras formas graníticas, como os nubbins, tors e coas em blocos contando com a presença de bornhardt.

Visão do maciço granítico com nubbins e caos em bloco.

Visão geral da marmita com bornhardt ao fundo

4.2.10 Geomorfossítio Bornhardt Pedra do Cachorro

Esse geomorfisítio apresenta o bornhardt denominado de Pedra do Cachorro, que se apresenta em destaque na paisagem de Brejo da Madre de Deus pela sua expressividade topográfica.

O Bornhardt Pedra do Cachorro apresenta encosta côncavo-convexa constituída de rocha maciça, apresentando pouca descontinuidade estrutural, com encosta nua e topo achatado (MIGÓN, 2006; TWIDADE, 1998 apud LIMA; BASTOS, 2018). Apesar de ser associado ao termo de inserlberg, os bornhardt não são equivalentes, porém alguns bornhardts podem ocorrer em relevos achatados e terrenos montanhoso, não se configurando inselbergs. Sendo que, bornhardts também podem ser considerados ou classificados como pães de açúcar, pela sua configuração morfológica e o contexto topográfico em que se encontram (Figura 47 e 48).

Esse geomorfossítio apresenta valor estético, científico e cultural por apresentar paisagem no entorno propicia ao turismo de aventura.

Figura 47 – Bornhardt da Pedra do Cachorro com caos em blocos sobre a vertente

Fonte: Autora, 2018

Desse modo, os bornhardts apresentam uma estreita relação entre a esfoliação da superfície controlada pelo diaclasamento de descompressão e sua morfologia de topo convexo (BIGARELLA; BECKER, SANTOS, 2009). Assim, o intemperismo facilita a esfoliação nas zonas de fraturas que contribuem com o desenvolvimento da forma dômica do bornhardt. Logo, a esfoliação que atua nos domos condiciona o desprendimento de placas rochosas, que proporcionam além da convexidade dos topos do bornhardt, a redução gradual do seu tamanho (CAMPBELL, 1997; MIGON, 2006, TWIDALE, 1998). Nesse contexto, a origem e desenvolvimento dos bornhadts está associado à teoria da etchplanação, com formação das feições graníticas em subsuperficie e exposição posterior em superfície (LIMA, 2018).

Assim, sob condições climáticas mais úmidas ocorreria a ação diferencial do intemperismo químico em subsuperficie controlado pelo sistema de fraturas, formando a feição granítica e o manto de alteração. Posteriormente, durante a vigência de climas secos, o manto de alteração seria removido, expondo o bornhadt. Logo, o bornhardts seriam herança de condições climáticas pretéritas (LIMA, 2018).

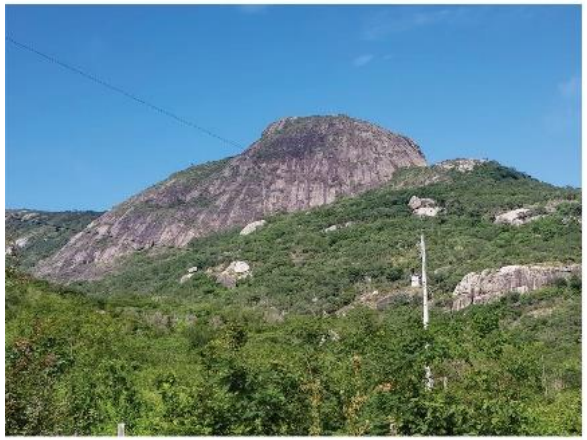
Figura 48 – Bornhardt com expressividade na paisagem do município de Brejo da Madre de Deus – PE.

Fonte: Autora, 2018.

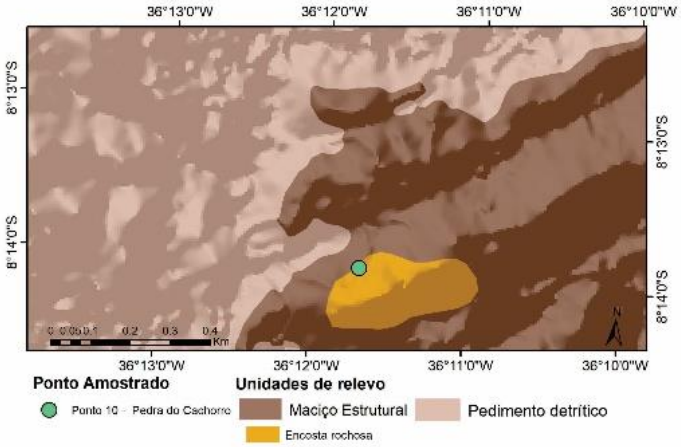
Esse geomorfossítio encontra-se numa área fora do perímetro urbano, o acesso é realizado por estrada sem pavimentação, bastante acidentada com presença de ravinas ao longo da via de acesso, de difícil tráfego, principalmente em período

chuvoso. Trata-se de um geomorfossítio que apresenta valor estético e científico por ser um relevo convexo-côncavo acentuado que representa o domínio dos etchplanos marcados pela ocorrência dos inselbergs isolados denominados bornhardts e montanhas de inselbergs, em que o processo denudacional do duplo aplainamento na superfície de intemperismo basal exibiu um relevo irregular de grande proeminência em resposta às resistências da rocha (Figura 49).

Figura 49 - Mapa Geomorfossítio Bornhadts Pedra do Cahorro, Município de Brejo da Madre de Deus – PE



Visão geral do maciço granítico.



Ponto 16 – Bornhardt

Os bornhardts apresentam encostas côncavo-convexas, constituídos por rochas maciças, com pouca descontinuidade estruturais, pouco regolito, geralmente com encostas nuas e topo achatado. Sendo formadas por rochas mais resistentes ao intemperismo e erosão. Associadas a teoria da etchplanação e pedimentação para explicação da sua origem.

Visão do maciço granítico.

Fonte: Autora, 2018.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS: APONTAMENTOS DA GEOCONSERVAÇÃO PARA ROTA GRANÍTICA DO AGRESTE PERNAMBUCANO

A proposta de sistematização e avaliação da geodiversidade presente como patrimônio geomorfológico do município de Brejo da Madre de Deus, corrobora a valorização das formas de relevo granítico pela sua expressividade na paisagem e pelo seu conjunto de características naturais que elucidam a evolução do passado paleoclimático e geomorfológico regional, estabelecido pela relação direta com a história geológica-geomorfológica do contexto geopatrimonial e seus elementos interpretativos que exibem diferentes feições formadas em rochas graníticas (Figura 49)

a) Escala Regional de Brejo da Madre de Deus

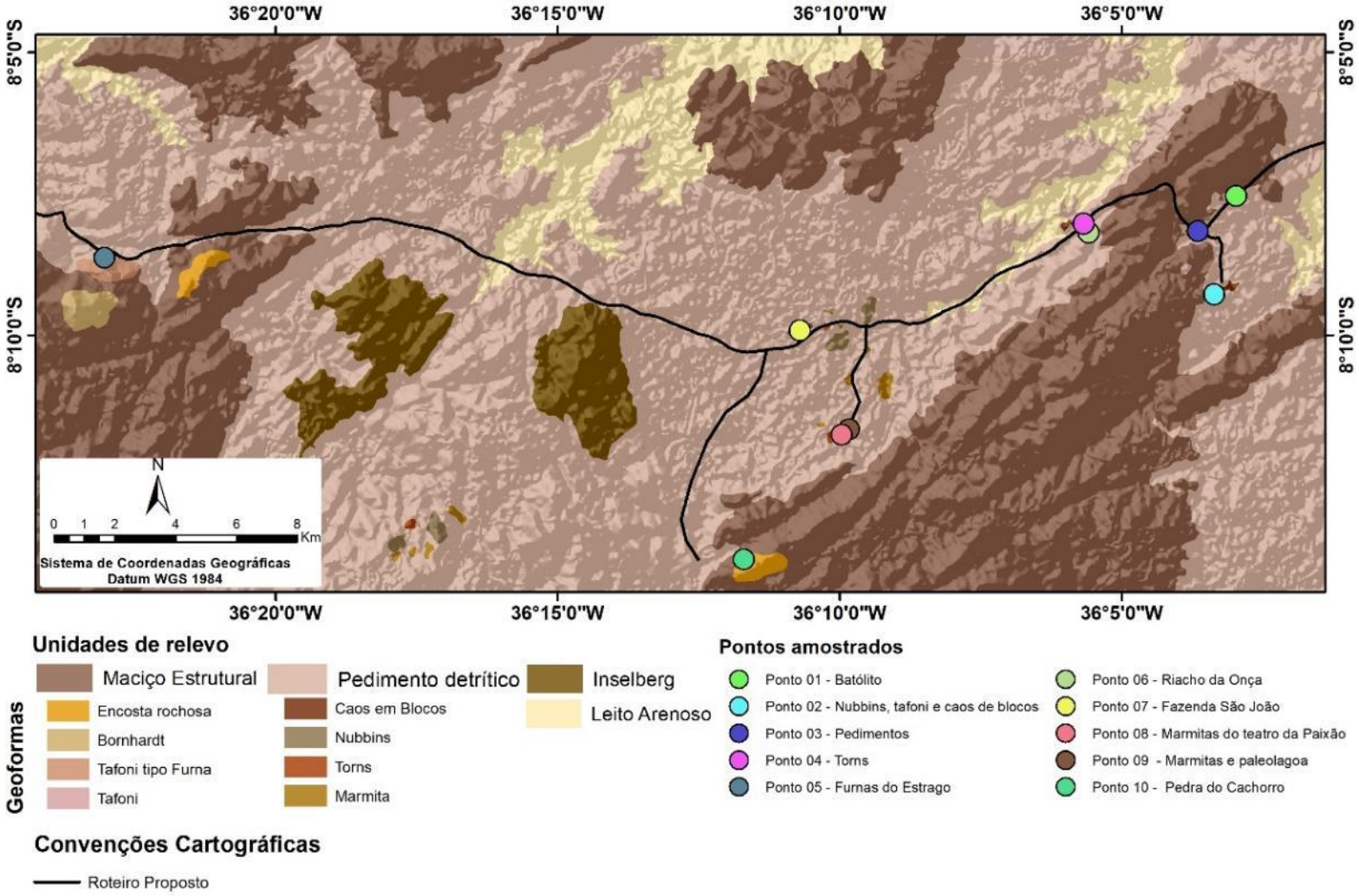
A Serra do Brejo da Madre de Deus está associada ao maciço residual do Batólito Caruaru-Arcoverde e seu entorno, representado pelo forte controle estrutural exercido pelo processo de dissecação ao longo das fraturas. Esse fraturamento condiciona a evolução morfológica do maciço e o arranjo da rede de drenagem da área.

O relevo de brejo em forma de serra e superfície rebaixadas representadas pelos diferentes níveis de dissecação atribuídos pelos fatores climáticos, litológicos e estruturais, sofreu influência de mecanismos e processos de intemperismo físico e químico, que foram responsáveis pela formação e desenvolvimento da paisagem granítica local, consideradas as condições climáticas atuais e pretéritas que foram preponderantes na formação e exposição deste relevo (LIMA, 2018).

Dessa forma, as variações climáticas quaternárias ocorridas no Nordeste brasileiro estão expressas no substrato rochoso presente na área de estudo, alterado em subsuperfície pela meteorização ocorrida nas fases pedogenéticas resultantes do amadurecimento do manto de alteração em diferentes espessuras, removido em fases morfogenéticas subsequentes de forma repetida.

A área em estudo apresenta feições formadas em rochas graníticas como bornhardts, tors, boulders, nubbins e gnammas e tafoni, foram também identificadas áreas mais dissecadas do relevo que apresentaram menor cobertura pedológica e superfície erosiva rebaixada em torno de 300 a 500 metros de altitude.

Figura 50 – Mapa das Geoformas em relação ao município de Brejo da Madre de Deus – PE para o roteiro Granítico do Agreste Pernambucano



Fonte: Autora, 2018.

Assim, as macroformas e microformas associadas ao relevo granítico em Brejo da Madre de Deus possuem grande singularidade geomorfológica e proporcionam a compreensão da evolução paleoclimática e geomorfológica regional, fatores determinantes para entender como a tectônica, constituição litológica e estrutural das rochas e os fatores climáticos determinaram a evolução geomorfológica e as feições identificadas na área de estudo.

Nesse contexto, as feições graníticas atreladas ao contexto regional vêm apresentadas na geodiversidade representadas pelos seus valores intrínsecos, científicos/ educacionais, histórico-cultural através dos geomorfssíticos identificados e representados pelas tipologias encontradas na paisagem local.

Portanto, definidos os valores da geodiversidade definidos pelas potencialidades a partir dos seus elementos geomorfológicos para geoconservação, determinado por um consórcio dos relevos graníticos presentes em Brejo da Madre de Deus, e sabendo que esses geomorfossítios encontram-se em áreas privadas em sítios e fazendas particulares, faz-se necessário tornar público o conhecimento desses valores pela comunidade em geral, trazendo para o debate a questão do potencial local e regional como área voltada ao turismo e ações pedagógicas para o aproveitamento dessas áreas.

b) Potencialidades e limites da área

Os geomorfossítios são áreas privadas e o município não apresenta equipamentos ligados ao turismo como hotéis e restaurantes que funcionem com regularidade o ano todo, exceto no teatro de Fazenda Nova que apresenta esse equipamento turístico voltado aos hóspedes que se destinam ao próprio teatro. Tal teatro torna o município representativo em uma época do ano, sendo o maior teatro ao ar livre do mundo, trazendo reconhecimento pela encenação da Paixão de Cristo, no período da semana santa.

Porém, o município não apresenta uma rede de hospedagem, sendo necessário formar um consórcio com esses proprietários dos geomorfossítios voltados para recepção dos visitantes, bem como junto ao poder público local para divulgação desse projeto denominado aqui “Rota granítica do Agreste Pernambucano”.

É necessário subsidiar estratégias de promoção e divulgação dessas áreas de interesse geomorfológico, envolvendo os atores do território como os moradores

locais, turistas, poder público local (prefeitos e vereadores), visando o processo de ressignificação dessas áreas do ponto de vista do geopatrimônio.

c) Potencialidade Paleontológica e arqueológica

No tocante à paleontologia e arqueologia, são encontradas algumas ocorrências da megafauna nas regiões de Brejo da Madre de Deus e distrito de Fazenda Nova, que podem e devem ser tombadas pelo patrimônio histórico nacional para que se tornem parques abertos à visitação pública.

Os fósseis de megafauna no Nordeste do Brasil são encontrados principalmente em depósitos de tanques e cavernas encontradas na área de estudo, esses depósitos são preferencialmente encontrados em plútons Brasilianos, da associação cálcio-alcalina de alto potássio, associada com dioritos. A erosão diferencial das rochas dioríticas favorece a formação das marmitas e cacimbas. O município de Brejo da Madre de Deus se enquadra nestes critérios, sendo uma área de alto potencial fossílifero da megafauna do Nordeste brasileiro (Silva *et al.*, 2006).

A maioria dos sítios foram encontrados em depressões nas rochas graníticas, denominadas de cacimbas pelos moradores locais, aqui descritas como marmitas. Há, no entanto, feições de marmitas que ainda não foram escavadas, a exemplo da Fazenda São João, em que o proprietário concedeu acesso para o presente estudo tendo sido identificadas diferentes macroformas e microformas graníticas.

A fazenda São João, apresenta achados arqueológicos, bem como pinturas rupestres, seria interessante nessa área deixar exposta a visitação da marmita aqui citada, como forma de registro dos fósseis e expostas suas seções para apreciação da megafauna. Dessa forma, a medida da geoconservação *in situ* seria beneficiada pela criação de sítios cobertos ou museu a céu aberto, como alternativa para proteção dos depósitos de fósseis expostos, de forma a proteger estes em relação às questões climáticas e ação de vândalos, assim salvaguardando o geopatrimônio.

Portanto, proporcionar o conhecimento sobre a importância desse patrimônio para a população local e visitantes, como ocorrem em ambientes congêneres em outros países, constitui uma iniciativa que também pode ser capitaneada pelo poder público municipal ou ser gerenciada por alguma universidade, a exemplo do Geopark Araripe, no Ceará, com apoio eminente dos setores não acadêmicos locais.

d) Perspectivas para o geoturismo

O relevo desenvolvido em Brejo da Madre de Deus, com cotas de até 1195 m, empresta beleza à região além de propiciar um clima bastante agradável com temperaturas amenas durante a noite. Estas condições favorecem a implantação de turismo ecológico de base geológica, que poderia ser associado ao relevo e ao clima, além dos atrativos relacionados à ocorrência de pinturas rupestres e fósseis da megafauna (CPRM, 2007).

A atividade turística local se resume ao distrito de Fazenda Nova, pelo maior teatro ao ar livre do Brasil, com encenação da Paixão de Cristo, durante a semana santa, e recentemente um auto de natal. No entorno do teatro, encontra-se a exposição permanente de estátuas feitas em granito grosso a porfirítico com temas variados, relacionados ao folclore local.

Para visitação desse geomorfossítios é necessária a criação de conteúdos para serem apresentados ao público durante a visitação, e, portanto, deve-se considerar a criação de painéis interpretativos, folders de divulgação e uma *homepage* com divulgação das potencialidades e a geovalorização dos atributos locais. Esse conjunto de características geológicas e geomorfológicas compõe a geodiversidade da região de Brejo da Madre de Deus e agrega valor ao potencial econômico da região.

No entanto, o município apresenta necessidade de desenvolver estratégias de geoconservação dos geomorfossítios para fins turísticos. O mesmo se beneficia do fato de apresentar ainda baixa vulnerabilidade dos geomorfossítios aos agravos ambientais e antropicamente condicionados, bom estado de conservação e potencial didático para implantação do geoturismo.

e) Perspectivas para geoeducação

Na questão da geoeducação deve ser priorizada a formação de monitores locais para integrar a composição das características da região, principalmente voltados a professores de Geografia e alunos do ensino médio, que podem ser agregados como jovens aprendizes que podem ser inseridos nos planos municipais de geoconservação. Dessa forma, proporciona-se acesso ao conhecimento da

compreensão das bases da geodiversidade local e do geopatrimônio, valendo-se da interdisciplinaridade para explicar os atributos relativos à conservação na região.

Nesse sentido é imprescindível realizar projetos pedagógicos voltados à geodiversidade, palestras e cursos de aperfeiçoamento para professores municipais, em especial professores de Geografia, inserir conteúdo dos geomorfossítios nas aulas de Geografia com destaque para a geodiversidade local, criando uma ponte entre a linguagem técnica e o conhecimento local, para que os temas da geodiversidade possam ser disseminados de forma a promover a geoconservação dos geomorfossítios.

Além disso, pode-se incentivar a criação de trilhas interpretativas para a compreensão da paisagem, considerando os geomorfossítios pelo seu grau de importância e relacioná-los com a questão regional, no sentido de promover a conscientização local e o conhecimento dessas áreas, principalmente para as escolas, numa forma de diálogo sobre como preservar e manter essas áreas para práticas socioculturais.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. A. de. O papel do clima na evolução do relevo: a contribuição de Julius Büdel. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n. 19, 2006. p. 111-118.

ABREU, A. A. de. A teoria geomorfológica e sua edficiação: análise crítica. **Revista do Instituto de Geologia**. São Paulo, v. 4, n.1/1, p. 5-23, jan/dez 1983.

AB'SABER, A. N. Participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do planalto brasileiro: considerações finais e conclusões. **Revista do Instituto Geológico**. n. 19, 1998. p. 60-67.

AB'SABER, A. N. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. In: **Estudos Avançados**. v. 13, n. 36, p. 7-59, Maio/agosto 1999.

AB'SABER, A. N. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Nordeste Brasileiro. **Boletim Geomorfologia,** n. 19, São Paulo, p. 1-38, 1969.

ANDRADE-LIMA, D. Present day forest refuges in Northeastern Brazil. PRANCE: G.T. (ed.). Biological Diversification in the Tropics. **Columbia University Press**, New York. Pp. 245-25n, 1982.

ANDRADE-LIMA, D. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. **Arquivo do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco**. v. 5, 1960. p. 305-341

ANDREOLI, R.V., KAYANO, M.T. A importância relativa do Atlântico tropical sul e Pacífico leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**. n.22, p. 63-74, 2007

ÁVILA, F. F. de; CARVALHO, V. L. M. Morfogênese, pedogênese e etchplanação: análise integrada dos aspectos geoquímicos, mineralógicos e micromorfológicos dos solos de uma topossequência na depressão de gouveia – serra do espinhaço - minas gerais. In: **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.13, n.2, p. 223-233, abr-Jun 2012.

BARRETO, A. M. F. et al. Os depósitos de cacimbas de Pernambuco: aspectos geomorfológicos, geológicos, paleontológicos e paleoambientais. *In*: XLII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA 1-2, Minas Gerais, Anais, Minas Gerais, 2004.

BÉTARD, F; PEULVAST, J-P; CLAUDINO SALES, V. Avanços recentes na geomorfologia e pedologia do estado do Ceará:o caso do maciço do Baturité e sua superfície de piso. *In:* SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 7.; ENSONTRO LATINO-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 2, Anais, Belo Horizonte, 2008.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. n. 13, São Paulo: Instituto de Geociências, p. 2-27, 1972.

BERTRAND, G; BERTRAND, C. **Uma Geografia Transversal e deTravessias**: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades. Maringá: Massoni, 2009. 360p.

BEZERRA, F, H; VITA-FINZI, C. How active is a passive margin? Paleoseismeicity in northeastern Brasil. **Geology**, v. 28: 591-594, 2000.

BIGARELLA, J. J. et al. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, v. 1, 1994.

BIGARELLA, J. J. et al. **Estrutura e Origem das Paisagens tropicais e Subtropicais.** Florianópolis: Editora da UFSC, v. 3. 2003.

BIGARELLA, J.J; BECKER, R. D; SANTOS, G. F. **Estruturas e origens das paisagens tropicais.** v. 1, 2 ed. Florianopolis: Ed. UFSC, 2009.

BIGARELLA, J.J & MOUSINHO, M. R. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzea. **Boletim paranaense de Geografia**, n. 16/17, p. 85-116, Jul. 1965.

BIGARELLA, J.J; MOUSINHO, M. R.; SILVA, J.X. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. **Boletim Paranaense de Geografia**, n. 16/17, p. 117-151, 1965.

BIGARELLA, J.J.; ANDRADE-LIMA, D.& RIEHS, P.J. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências***,* 47, p. 412-464, 1975.

BORBA, A. W. de. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**. Porto Alegre, n.38, v.1, p. 03-14, 2011.

BRILHA, J. Inventory and quantitative assessment of geossítios and geodiversity sites: a review. In: **Patrimônio Geológico/geomorfológico.** v. 8, n. 2, 119-134p, 2016.

BRILHA, J. B. R. **Patrimônio geológico e geoconservação:** a conservação da natureza na sua vertente geológica. São Paulo: Palimage, 2005. 183p.

BRILHA, J. B. R. Proposta Metodológica para uma Estratégia de Geoconservação. *In*: LIVRO DE RESUMOS DO VIII CONGRESSO NACIONAL DE GEOLOGIA, MIRÃO, J; ALBINO, A. (Coord.), Estremoz, 925-927p, 2006.

BRITO NEVES, B. B. de; SILVA FILHO, A. F. Superterreno Pernambuco-Alagoas na Província Borborema: ensaio de regionalização tectônica. **Geologia USP**, Série Cientifica, São Paulo, v. 19, n.2, p. 3-28, jun. 2019.

BRITO NEVES, B. B. de; SANTOS, E. J. dos; VAN SCHMUS, W. R. Tectonic history of the Borborema Province, Northeastern Brazil. In: CORDANI, Giuseppe Umberto; MILANI, Edison José; THOMAZ FILHO, Antonio; CAMPOS, Diogenes de Almeida

(Eds.). INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31, 2000, Rio de Janeiro. **Tectonic evolution of South America…** Rio de Janeiro: SBS, 2000. p. 151-182.

CAMPBELL, E. M. Granite landform. **Journal of the Royal Society of Western Australia**. V. 80, n. 3, September, 1997.

CARVALHO, A. M. G. **Geomonumentos.** Lisboa. 1999.

CAVALCANTI, L. C. de. S. **Cartografia de paisagens:** fundamentos. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CHORLEY, R.J. & KENNEDY, B. **A Physical Geography**. Englewood Cliffs: Printice-Hall, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais.** São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. Implicações Geográficas Relacionadas com as Mudanças Climáticas Globais. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, v. 23, n. 45-46, p. 18-31, 1993.

CHRISTOFOLETTI, A. Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física**. Bol. Geografia Teóretica**16-17 (31-34 e 119-128), Encontro de Geógrafos da América Latina, Rio Claro, 1986.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: HUCITEC, 1979.

COMISSÃO BRASILEIRA DE SÍTIOS GEOLÓGICOS E PALEOBIOLÓGICOS DO BRASIL (SIGEP). Disponível em: http://sigep.cprm.gov.br/ . Acesso em: 22 Jul. 2015.

CORRÊA, A. C. B. **Dinâmica geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil**. 386p. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, -. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

CORRÊA, A. C. B. História geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, NE do Brasil: a perspectiva da etchplanação. In: **Revista de Geografia***,* 20 (1):16-24, 2003.

CORREA, A. C. B. A Geografia Física: uma pequena revisão de seus enfoques. *In*: **RIOS**. Paulo Afonso, BA, Ano 1°, n° 1, nov/2005.

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

CORREA, A. C. B. **Mapeamento geomorfológico de detalhe do maciço da Serra da Baixa Verde, Pernambuco: estudo da relação entre a compartimentação geomorfológica e a distribuição dos sistemas geoambientais.** Dissertação

(Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1997.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS/Serviço Geológico do Brasil. **Belo Jardim - SC.24-X-B-III,** escala 1:100.000: nota explicativa. Pernambuco: UFPE, 2007.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Brasília: **Mapa geodiversidade do Brasil**, 2006. 68p.

DANTAS, M. E; ARMESTO, R. C. G; SILVA, C. R. DA; SHINZATO, E. Geodiversidade e análise da paisagem: uma abordagem teórico-metodológica. *In*: **Terrae didática**, 11(1), p. 04-13, 2015

EHLEN, Judy. Tor. In: GOUDIE, Andrew S. **Encyclopedia of geomorphology**. Londres: Taylor & Francis, p. 1054-1056, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009. 412 p.

FIGUEIRÓ, A. S; VIEIRA, A. A. B; CUNHA, L. Patrimônio geomorfológico e paisagem como base para o geoturismo e desenvolvimento local. *In*: **Climatologia e estudos da paisagem (CLIMEP).** v.8, 2013.

FORD, Derek; WILLIAMS, Paul. Karst Landform Development in Humid Regions. In: FORD, Derek; WILLIAMS, Paul (Orgs.). **Karst Hydrogeology and Geomorphology**. Rev. ed. England: John Wiley and Sons Ltd., 2007. p. 321-400.

FRANÇA, R. H. M; NEVES, S. P; BEZERRA, J. P. S. Análise Tectônica do segmento central da Zona de Cisalhamento Pernambuco Leste, Província da Boroborema, NE do Brasil. *In*: **Estudos Geológicos**. v. 28 (2), p. 32-52, 2018.

GRANDGIRARD, V. L´evaluation des géotopes (the evaluation of geotopes). Institut de Géographie, Université de Fribourg, Pérolles, CH-1700 Fribourg. **Geologia Insubrica**, v.4, n. 1, 1997.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Chichestrer, England: John Wiley e Sons Ltd., 2004. 450p.

GUERRA, A. J. T; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 189p.

GUTIERREZ, M. **Climatic geomorphology**. Elsevier Science & Techonology, 2005. 774p.

HUGGETT, R. **A history of the systems approach in geomorphology**. Géomorphologie: relief, process, environmentant, n. 2, p. 145-158, 2007.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2 ed, Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182p.

IBGE. **Atlas nacional do Brasil: região Nordeste**. IBGE, Rio de Janeiro, 1985.

KING, L. Geomorfologia do Brasil oriental. *In:* **Revista Brasileira de Geografia**. v. 18, n.1, p. 1-147, 1956.

KOZLOWSKI, S. **Geodiversity.** The concept and scope of geodiversity. Przeglad Geollogiczny, v.52, n.8/2, p. 833-837, 2004. Disponível em http://www.pgi.gov.pl/pdf/pg_2004_08_2_22a.pdf. Acesso em 20. mar.2017.

LACERDA, F., FERREIRA, M.A.F., SOUZA, W.M. Climas do Estado de Pernambuco, in: **Bacias Hidrográficas de Pernambuco**. Comunigraf Editora, Recife, p. 16-17, 2006.

LEITE, M. N; CASTRO, V. M. DE; CISNEIROS, D. Furna do Estrago, Brejo da Madre de Deus, PE: Reflexões sobre o lugar dos mortos na paisagem. In: **Fumdhamentos**. v. XI, p. 50-64, 2014.

LIMA, F. F. de. **Proposta metodológica para inventariação do patrimônio geológico brasileiro.** 2008, 103 f. Tese (Mestrado em Patrimônio Geológico e Geoconservação), Universidade do Minho, Portugal, 2008.

LIMA, Danielle Lopes de Sousa. **Geomorfologia em estruturas graníticas: o caso do Maciço de Uruburetama, Ceará, Brasil.** Dissertação (mestrado em Geografia) - Centro de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2018. 258p.

LIMA, D. L. S.; BASTOS, F. H. Geomorfologia em granito: estudo das feições graníticas no maciço de Urubetama, Ceará, Brasil. In: SINAGEO, 12, SINAGEO, Anais do XII SINAGEO, CRATO:UFCE, 2018.

LIMA, D. L. S.; BASTOS, F. H; CORDEIRO, a. m. n.; MAIA, R. P. Geomorfologia granítica do Maciço de Urubetama, Ceará, Brasil. In: **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 20, n. 2, 2019.

LINS, R.C. **As áreas de exceção do agreste de Pernambuco**. Sudene, Recife, 1989.

LOPES, Laryssa Sheydder de Oliveira. **Estudo metodológico de avaliação do patrimônio geomorfológico: aplicação no litoral do estado do Piauí**. Tese (doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017, 215p.

LYRA, A. L. R. T. **A condição de "Brejo": Efeito do relevo na vegetação de duas áreas no município do Brejo da Madre de Deus (Pernambuco).** Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, 1982. 106p.

MABESOONE, J. M.; CASTRO, C. Desenvolvimento do Geomorfológico do Nordeste Brasileiro. *In*: **Boletim da Sociedade de Geologia Núcleo Nordestino**, (3): 5-36, Recife, 1975.

MAIA, R. P; BEZERRA, F. H. R. Condicionamento estrutural do relevo do Nordeste setentrional brasileiro. *In:* **Mercator**. v. 13, n. 1, p .127-141, 2014.

MAIA, R. P; NASCIMENTO, M. A. L. do. Relevos Graníticos do nordeste brasileiro. *In:* **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 19, n. 2, 2018.

MAIA, R. P; BASTOS, F. de H.; NASCIMENTO, M. A. L.; LIMA, D. L. de S.; CORDEIRO, A. M. N. **Paisagens Graníticas do Nordeste Brasileiro**. Fortaleza: Edições UFC, 104p, 2018.

MAIA, R. P; BEZERRA, F. H. R; CLAUDINO-SALES, V. Geomorfologia do nordeste: concepções clássicas e atuais acerca das superfícies de aplainamento nordestinas. In: **Revista de Geografia.** Recife: UFPE – DCG/NAPA. v. especial VIII SINAGEO, n.1, set. 2010.

MANSUR, K. L. Patrimônio geológico, geoturismo e geoconservação: uma abordagem da geodiversidade pela vertente geológica. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. DO C. O. (Org.). **Geoturismo, geodiversidade e geoconservação** – abordagens geográficas e geológicas. São Paulo: Oficina de textos, 1-49p, 2018.

MANSUR, K. L; ROCHA, A. J. D; PEDREIRA, A; SCHOBBENHAUS, C; SALAMUNI, E; ERTHAL, F. da C; PIEKARZ, G; WINGE, M; NASCIMENTO, A. M. L. do; RBEIRO, R. R. Iniciativas institucionais de valorização do patrimônio geológico no Brasil. *In*: **Boletim Paranaense de Geociências**. v. 70, 2013.

MEIRA, S. A.; MORAIS, J. O. DE. OS CONCEITOS DE GEODIVERSIDADE, PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO: ABORDAGENS SOBRE O PAPEL DA GEOGRAFIA NO ESTUDO DA TEMÁTICA. *In*: **Boletim geográfico**. Maringá, v. 34, n. 3, p. 129-147, 2016.

MELO, S. C. **Estrutura, petrologia e geocronologia do batólito Brejo da Madre de Deus (estado de Pernambuco), relações com a zona de cisalhamento Pernambuco leste, Nordeste do Brasil.** Tese (Doutorado em Geologia). - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 2002. 118 p.

MENEZES, H.E.A., BRITO, J.I.B., SANTOS, C.A.C., SILVA, L.L., 2008. A relação entre a temperatura da superfície dos oceanos tropicais e a duração dos veranicos no estado da Paraíba. *In*: **Revista Brasileira de Meteorologia,** 23, p. 152-161, 2008.

MIGON, P. **Geomorphological landscape of the world: granite landscapes of the world**. New York: Oxford University Press Inc., 2006, 417p.

MONTEIRO, Carlos Augusto Figueiredo de. **Geossistema:** a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.

MONTEIRO, C. A. F. **Da noção da paisagem ao conceito de geossistema: Geografia e Paisagismo**. 1977.

MORAIS NETO, J. M; ALKMIN, F. F. A deformação das coberturas terciárias do Planalto da Borborema (PB-RN) e seu significado tectônico. *In*: **Revista Brasileira de Geociências**, v. 31, p. 95-106, 2001.

MOURA, L. S. **Paisagens, Geomorfossítios e Geoconservação do Parque Nacional da Serra da Capivara – PI**. Tese (Doutorado em Geografia). - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015. 120p.

NASCIMENTO, M. A. L; MANSUR, K. L; MOREIRA, J. C. Bases conceptuales para compreender geodiversidad, patrimônio geológico, geoconservación y geoturismo. *In:* **Revista Equador**. v. 4, n. 3, Edição Especial 02, 2015, p. 48-68.

NASCIMENTO, M. A. L. do; RUCHKYS, U. A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo:** trinômio importante para a conservação do patrimônio geológico. Rio de Janeiro: edição SBGeo, 2008.

NEVES, S. P.; MARIANO, G. Assessing the tectonic significance of a large-scale transcurrent shear zone system: the Pernambuco lineament, northeastern Brazil. **Journal of Structural Geology**, n. 21, 1999. p. 1369-1383.

OLIVEIRA, P. C. A. de; RODRIGUES, S. C. Patrimônio Geomorfológico: conceito e aplicações. *In*: **Espaço aberto**, PPGG:UFRJ, v.4, n.1, 2014. p. 73-86.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDADES PARA EDUCAÇÃO CIÊNCIA, EDUCAÇÃO E CULTURA (UNESCO). **Convenção para proteção do patrimônio mundial, cultural e natural.** 1972. Disponível em: http://whc.unesco.org/archive/convention-pt.pdf. Acesso em: 22 mar. 2017.

PANIZZA, M. Geomorphosites: Concepts, methods and examples of geomorphological survey. **Chinese Science Bulletin**, 46, Suppl. Bd, 2001. 4-6.

PANIZZA, M; PIACENTE, S. Geomorphosites and geotourism. *In:* **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 2, n. 1, 2008, p. 5-9.

PANIZZA, M; PIACENTE, S. Geomorphological assets evaluation. **Zeitschrift fur geomorphologie**, 87, Suppl. Bd, p.13-18, 1993.

PEREIRA, D.; BRILHA, J.; PEREIRA, P. **Geodiversidade: valores e usos**. Universidade do Minho, Braga, 2008, 16p. Disponível em: http://www.dct.uminho.pt/docentes/pdfs/jb_pereiras.pdf. Acesso em: 05 mai. 2015.

PEREIRA, A. R. Patrimônio geomorfológico no litoral sudoeste de Portugal. **Finisterra**, XXX, n.59-60, p. 7-25, 1995.

PEREIRA, D. Geoturismo e Geoparques em Portugal. In: J. M. Cotelo Neiva, Antonio Ribeiro, Mendes Vitor, Fernando Noronha, Magalhães Ramalho (orgs). **Eds. Ciências Geológicas – Ensino e Investigação e sua História,** Porto, 2010, Vol. II, 471-481p.

PEREIRA. P. J. da S. **Patrimônio Geológico:** conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural Montensinho. Tese (Doutorado em Ciências - Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Ciências, Universidade do Minho – UNMinho, Portugal, 2006. 370p.

PEREIRA, P; PEREIRA, D.; ALVES, M. I. C. Patrimônio Geomorfológico: Da actualidade internacional do tema ao caso português. **Actas do V Congresso da Geografia Portuguesa**, Universidade do Minho, Guimarães, 2004.

PEREIRA, P; PEREIRA, D.; ALVES, M. I. C. Avaliação do Património Geomorfológico: proposta de metodologia. **Associação Portuguesa de Geomorfólogos**, v. V, APGeom, Lisboa, 2006, p. 235-247.

PEREIRA, D; PEREIRA, P; ALVES, M. I. C; BRILHA J. Inventariação temática do patrimônio geomorfológico português. Geomorfologia, Ciência e Sociedade. **Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos.** v. 3, 2006, p. 155-160.

PEREIRA, P; PEREIRA, D. I; ALVES, M. I. C; MEIRELES, C. Paatrimônio geomorfológico e medidas para a sua valorização no Parque Natural de Montesinho (NE Portugal). *In:* MATA-PERELLÓ, J. (Ed.) **Actas del congresso Internancional de Patrimônio Geológico y Minero,** Madrid, 2004. p. 133-140.

PEULVAST, J. P; BÉTARD, F. A history of basin inversion, scarp retread and sahallow denudation: the Araripe basin as a keystone for understanding long-term landscape evolution in Ne Brazil. In: **Geomorphology**. 233, 2015. p. 20-40.

PEULVAST, J-P; CLAUDINO SALES, V. Aplainamento e geodinâmica: revisitando um problema clássico em geomorfologia. *In*:**Mercator.** v. 1, n. 1, 2002, p. 113-150.

REYNARD, E. Geomorphosites et paysages**.** ***Géomorphologie:*** *relief, processus, environment*, n.3, 2005, p.181-188.

REYNARD, E. Geomorphological sites, public policies and property rights. Conceptualizacion and examples from Swuitzerland. **II Quaternário, Special Issue,** Roma, 2004.

REYNARD, E; CORATZA, P. **Working group on geomorphosites: research, assessment and improvement**, 2001. Disponível em: http://www.geomorph.org/wg/wggs.htlm. Acesso em: 20 jan. 2018.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Editora Contexto, 1990. 85 p. (Col. Repensando a Geografia).

SALGADO, A. A. R. Superfície de aplainamento: antigos paradigmas revistos pela ótica dos novos conhecimentos geomorfológicos. *In:* **Revista de Geografia**, v. 3, n.1, Belo Horizonte, 2007. p. 64-78.

SANTOS, J. M; SALGADO, A. A. R. Gênese da superfície erosiva em ambiente semiárido Milagres/BA: considerações preliminares. *In*: **Revista de Geografia**. Recife: UFPE, v. especial, n. 1, VIII SINAGEO, 2010. p. 236-247.

SCHOBBENHAUS, C.; SILVA, C. R. **O papel indutor do Serviço Geológico do Brasil na criação de geoparques.** CPRM – Serviço Geológico Brasileiro, 2010. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/destaques/Schobbenhaus_Silva_2010.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2016.

SCHOBBENHAUS, C; CAMPOS, D. A; QUEIROZ, E. T; WINGE, M; BERBERT-BORN, M. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil.** Brasília: DNPM, 2002.

SERRANO, E. C; RUIZ-FLÃNO, P. Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial. El caso de Tiermes Caracena (Soria). **Boletín de la A. G. E. N.** n. 45, 2007.

SILVA, C. R. **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro.** Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p.

SILVA, D. G. **Reconstrução da dinâmica geomorfológica do semiárido brasileiro no quaternário superior a partir de uma abordagem multiproxy**. Tese (doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013, 275p.

SILVA, D.G. **Evolução Paleoambiental dos Depósitos de Tanques em Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus – PE.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007. 155p.

SILVA, D. G.; CORRÊA, A. C. B; AMORIM, R. DE F. Caracterização morfológica e dinâmica ambiental das marmitas (Weathering Pit) no distrito de Fazenda Nova, Pernambuco – Nordeste do Brasil. *In*: **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 18, n. 2, 2017.

SILVA, D. G.; CORRÊA, A. C. B. Contribuição à interpretação geomorfológica da gênese das cacimbas de Conceição das Crioulas, Salgueiro – PE, e dos seus preenchimentos sedimentares. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA*. 5,* SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA. **Anais** de Trabalhos Completos. Santa Maria, p. 1-11, 2004.

SILVA, D.G; CORRÊA, A.C.B; ALVES, R.S; BARRETO, A.M.F; MELO, J.S; SOUZA, A.O. Análise Geomorfológica e Sedimentológica dos Depósitos de Tanques em Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus – PE**.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA*. 7,* SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA. **Anais** de Trabalhos Completos, Goiana, 2006.

SILVA, J. F. de A.; AQUINO, C, M, S. de. Panorama geral das iniciativas de geoconservação do patrimônio geológico internacionais e nacionais*. In*: **Caderno de Geografia**, v. 27, N. especial 1, 2017.

SHARPLES, C. **Concepts and Principles of Geoconservation**. Tasmanian Parks & Wildlife Service, 2002, 79p.

STANLEY, M. Geodiversity – linking people, landscapes and their culture. In: Parkes, M. A. ed, **Natural and cultural landscapes – the geological foundation**, Dublin, royal Irish Academy, 2004, p. 47-52.

TAVARES, A.S.T.; BASTOS, F.H.; BELARMINO, Y.S. A DIVERSIDADE MORFOLÓGICA NA SERRA DA ARATANHA, CEARÁ, BRASIL: POSSÍVEIS DISCUSSÕES E INTERPRETAÇÕES. In: SINAGEO, 12, SINAGEO, **Anais** do XII SINAGEO**,** CRATO: UFCE, 2018.

THOMAS, M. F. Geomorprhology in the tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes. **Chischester:** Publisher John Wiley and sons, 1994. 460p.

TRICART, J. **Principés et Méthods de la Géomorphologie**. Paris: Masson, 1965. 496p.

TROPPMAIR, H. Geografia Física ou Geografia Ambiental? Modelos de Geografia Integrada. Simpósio de Geografia Física Aplicada. *In*: **Bol. de Geografia Teorética,** 15 (29-30): 63-69, Rio Claro, 1985.

TWIDALE, C. R. Granite Landforms*.* Amsterdam: **Elsevier Scientific Publishing Co**., 1982. 372p.

TWIDALE, C. R. The two-stage concept landform and landscape development involving etching: origin, development and implications of na idea. **Earth Science**. 2002.

TWIDALE, Charles Rowland; VIDAL ROMANÍ, Juan Ramon. **Landforms and Geology of Granite Terrains**. Boca Ratón, USA: CRC Press, 2005. 362 p.

UNESCO. **Convenção sobre a Proteção do Patrimônio Mundial Cultural e Natural**. 1972. Disponível em: http://www.unesco.org/new/pt/brasilia/culture/world-heritage/heritage-legacy-from-past-to-the-future/. Acesso em 20 mai. 2015.

VIDAL ROMANÍ, J. R.; TWIDALE, C.R. **Formas y Paisajes Graníticos.** A Coruña. Universidade da Coruña, 1998.

VIDAL ROMANI, Juan Ramon; TWIDALE, Charles Rowland. Structural or climatic control in granite landforms? The development of sheet structure, foliation, boudinage, and related features. **Cadernos do Laboratório Xeolóxico de Laxe**, v. 35, p. 189-208, 2010.

VIEIRA, A. Análise de Formas do Modelado Granítico de Pormenor na Serra de Montemuro: Factores de Génese e Evolução das Pias. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA. 7, SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA. **Anais do VII SINAGEO**, São Paulo: Tecart, 2008. p. 3860-3875.

VIEIRA, A. O patrimônio geomorfológico no contexto da valorização da geodiversidade: sua evolução recente, conceitos e aplicação. *In*: **Revistas Cosmos**. v.7, n.1, 2014.

VIEIRA, A; CUNHA, L. A importância dos elementos geomorfológicos na valorização da paisagem: exemplos em morfologia cársica e granítica. *In:* **COLÓQUIO IBÉRICO DE GEOGRAFIA**, **Anais** do IX. AEG e APG, Huelva, 2002.

VITTE, A. C. Breves considerações sobre a história da geomorfologia geográfica no Brasil. *In*: **Revista Geo UERJ**. Ano 12, v.1, no.21, 1º semestre de 2010. Disponível em: www.geouerj.uerj.br/ojs. Acesso em: 22 jan. 2017.

VITTE, A. C. O Desenvolvimento do Conceito de Paisagem e a sua Inserção na Geografia Física. *In*: **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, ano 06, número 11, 2007.

VITTE, A. C. ETCHPLANAÇÃO DINÂMICA E EPISÓDICA NOS TRÓPICOS QUENTES E ÚMIDOS. *In*: **Revista do Departamento de Geografia**, 16, 2005, p.105-118.

VITTE, A. C. Consideração sobrea teoria da *etchplanação* e sua aplicação nos estudos das formas de relevo nas regiões tropicais quentes e úmidas. In: **Terra livre,** São Paulo, n. 16, 2001. p. 11-24.

WINGE, M; SCHOBBENHAUS, C; SOUZA, C. R. de G; FERNANDES, A. C. S; QUEIROZ, E. T. de; BERBERT-BORN, M; CAMPOS, D. de A. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. v. 2, Brasília: CPRM, 2009.