



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

EDJANE MARIA DOS SANTOS

**A GEOCONSERVAÇÃO COMO FERRAMENTA
PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
EM REGIÕES SEMIÁRIDAS: ESTUDO APLICADO À
MESORREGIÃO DO AGRESTE DE PERNAMBUCO,
NORDESTE DO BRASIL**

**TESE DE DOUTORADO
2016**

**Avenida Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária
CEP: 50740-530, Recife-PE - Fone/Fax: (81) 2126-8726 / 2126-8902
Email: ppgeoc@ufpe.br / Homepage: <http://www.ufpe.br/ppgeo>**

EDJANE MARIA DOS SANTOS
Mestra em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 2012
Licenciada em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, 2009

**A GEOCONSERVAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA O
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM REGIÕES SEMIÁRIDAS:
ESTUDO APLICADO À MESORREGIÃO DO AGRESTE DE
PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL**

Tese apresentada à Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pelo Prof. Dr. Gorki Mariano (UFPE) e co-orientada pelos Profs. Dr. José Bernardo Rodrigues Brilha (UMinho) e Dr. Marcos Antônio Leite do Nascimento (UFRN), como requisito parcial e primordial para obtenção do grau de Doutora em Geociências na área de concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental.

RECIFE
2016

Catálogo na fonte
Bibliotecária Valdicêa Alves, CRB-4 / 1260

S237g

Santos, Edjane Maria dos.

A geoconservação como ferramenta para o desenvolvimento Sustentável em regiões semiáridas: estudo aplicado à mesorregião do agreste de Pernambuco, nordeste do Brasil / Edjane Maria dos Santos. - 2016.

242folhas, Il.; Qua. e Tab.

Orientador: Prof. Dr. Gorki Mariano.

Coorientadores: Prof. Dr. José Bernardo Rodrigues Brilha e Prof. Dr. Marcos Antônio Leite do Nascimento.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Geociências, 2016.

Inclui Referências, Anexos e Apêndices.

1. Geociências. 2. Quantificação. 3. Geoconservação.
4. Patrimônio geológico. 5. Geoconservação. 6. Desenvolvimento Sustentável. I. Mariano, Gorki. (Orientador) II. Brilha, José Bernardo Rodrigues e Nascimento, Marcos Antônio Leite do(Coorientadores). III. Título.

EDJANE MARIA DOS SANTOS

**A GEOCONSERVAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA O DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL EM REGIÕES SEMIÁRIDAS: ESTUDO APLICADO À
MESORREGIÃO DO AGRESTE DE PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de doutora em Geociências.

Aprovada em: 18/02/2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gorki Mariano (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Alcina Magnólia Franca Barreto
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira
Universidade Federal da Bahia

Dr. Rogério Ferreira Valença
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - SUREG/RE

Prof.^a Dr.^a Maria da Glória Motta Garcia
Universidade de São Paulo

Este trabalho é dedicado a Deus e aos meus pais (Maria do Carmo e Edécio) que, sempre ao meu lado e apesar de todos os sacrifícios, tornaram possível esse sonho.

AGRADECIMENTOS

AO CNPQ pela concessão da bolsa para financiamento desta pesquisa e também pela concessão da bolsa de estágio sanduíche na Universidade do Minho em Portugal;

Ao Programa de Pós-Graduação em Geociências por todo o apoio durante o curso de Doutorado até o presente momento, em especial, a Igor Bandim, da Secretaria do PPGGeoc;

Ao Orientador desta tese, Prof. Dr. Gorki Mariano, pelo voto de confiança, pela grande ajuda ao longo de todo trabalho e por todos os incontáveis ensinamentos;

Aos Co-Orientadores desta tese: Prof. Dr. José Brilha, que contribuiu com preciosos debates para a definição dos métodos e por todo o apoio prestado durante os seis meses de doutorado sanduíche na Universidade do Minho (Portugal) e o Prof. Dr. Marcos Nascimento, pelas dicas sobre a temática e por ter cedido valiosas bibliografias;

Aos membros da banca e suplentes: Geógrafo Dr. Rogério Valença (CPRM/PE), ao Prof. Dr. Ricardo Fraga (UFBA), a Profa. Dra. Maria da Gloria Garcia (USP) e a Profa. Dra. Alcina Magnólia (UFPE), Prof^o Dr. Renato Henriques (UMinho – Portugal) e Prof. Dr. Antônio Barbosa (UFPE), que tão gentilmente aceitaram o convite para participar da qualificação;

A todos os meus professores do PPGGeoc, em especial, ao Prof. Dr. Virgínio Neumann;

Um agradecimento especial aos senhores Arnaldo Vitorino e Aluizio Carvalho pela grande ajuda durante os trabalhos de campo no Agreste de Pernambuco. E a todas as pessoas que nos auxiliaram direta e indiretamente e permitiram o acesso as suas propriedades, compartilhando preciosas informações sobre o patrimônio geológico local;

Aos amigos da pós-graduação e que partilharam comigo momentos sérios e de descontração, tornando mais leve essa jornada. Em especial: Thais Guimarães, Alex Morais, Luciana França, Utaiguara Borges, Flaviana Lima, Renan Bantim, Paulo Victor e Fernando Barbosa.

Aos amigos, aos quais tive o privilégio de conhecer e/ou reencontrar durante o período de estágio sanduíche na Universidade do Minho: Joana Sanchez, Magda Ferreira, Débora Aguiar, Carla Gasparini, Carla Viveiros, Angelo Moura, Ivaneide Oliveira, Fabrícia Corsi, Beti Vasconcelos, Viviane Santos, Mariana Venda (e todas as demais colegas da residência), Barney, Rogério Ferreira, e tantos outros que me acolheram tão bem em Portugal;

À minha família amada, minha base e força para seguir essa caminhada. Sem o amor e o sacrifício de vocês eu não conseguiria: Edécio Liberato (Painho), Maria do Carmo (Mainha), Edson Liberato (meu irmão), Edson Victor (“Vitinho”) e Kátia Andrade (minha cunhada);

Ao meu Deus, por conceder saúde, força e paciência para a realização de desta tese;

A todas as pessoas que acreditarem no meu potencial, apesar de todas as dificuldades;

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA DE TODO O CORAÇÃO!

“Da mesma forma como uma velha árvore registra em seu tronco a memória de seu crescimento e de sua vida, assim também a Terra guarda a memória do seu passado... Uma memória gravada em níveis profundos ou superficiais. Nas rochas, nos fósseis e nas paisagens, a Terra preserva uma memória passível de ser lida e decifrada.”

(Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra - Digne, 1991)

RESUMO

A mesorregião do Agreste de Pernambuco possui uma rica geodiversidade composta por ambientes de litologia ígnea, sedimentar e metamórfica com feições de rara beleza e intrigante gênese. Essas áreas, que poderiam ser aproveitadas como verdadeiros “laboratórios ao ar livre” para pesquisa, ensino e popularização das Geociências, costumam ser subutilizadas e muitas vezes destruídas em decorrência da falta de conhecimento sobre sua real importância. O objetivo desta tese é defender a geoconservação com uma alternativa eficaz para auxiliar o desenvolvimento sustentável desta região. Para tal, foram selecionados três geossítios e nove “sítios de geodiversidade” que representam o patrimônio geológico da região, onde se aplicaram trabalhos de inventário e quantificação, através da criação e/ou adaptação de métodos europeus à realidade brasileira, utilizando bases matemáticas, organizacionais e representação gráfica para interpretação de dados. A partir dos resultados obtidos, foi definida uma proposta de estratégia de geoconservação adequada para o Agreste de Pernambuco. São apresentados ainda propostas de roteiros geoturísticos e materiais interpretativos diversos, de modo a divulgar os conhecimentos em Geociências em uma linguagem simples, entendida inclusive pelo público leigo. Essa pesquisa apresenta alternativas simples e viáveis para o uso do patrimônio geológico como fonte de ensino, pesquisa, renda e desenvolvimento para áreas que sofrem com sazonalidades climáticas que afetam diretamente a economia, como é o caso da região semiárida do nordeste do Brasil. Os métodos de quantificação e representação do patrimônio geológico propostos mostraram-se ferramentas eficazes para auxiliar o planejamento para uso e gestão dos geossítios/sítios de geodiversidade em benefício da sociedade.

Palavras-Chave: Quantificação, Geoconservação, Desenvolvimento Sustentável, Semiárido, Agreste de Pernambuco.

ABSTRACT

The middle region Agreste of Pernambuco has a rich geodiversity composed of igneous lithology environments, sedimentary and metamorphic with features of rare beauty and intriguing genesis. These areas, which could be used as true "outdoor laboratory" for research, teaching and popularization of Geosciences, often underutilized and even destroyed due to the lack of knowledge about their real significance. The objective of this thesis is to defend geoconservation these areas with an effective alternative to assist the sustainable development of the region. To this end, we selected three geosites and nine "geodiversity sites" that represent the geological heritage of the region, where inventory and quantification has been done through the creation and/or adaptation of European methods in the Brazilian context, using mathematical, organizational bases and graphical representation for interpretation of data. From the results obtained, it was defined a proposal for appropriate geoconservation strategy for the Agreste of Pernambuco. Are also presented proposals mechanisms geotouristic screenplays and several interpretative materials were created in order to disseminate the knowledge Geosciences in simple language, understood even by the lay public. This research offers simple and viable alternative to the use of geological heritage as an educational source, research, income and development to areas that suffer from climate seasonality that directly affect the economy, such as the semi-arid region of northeastern Brazil. The methods of measurement and representation of the geological heritage proposed were effective tools to assist planning for the use and management of geosites /geodiversity sites for the benefit of society.

Keywords: *Quantification, Geoconservation, Sustainable Development, semiarid, Agreste of Pernambuco.*

RESUMEN

La región Agreste de Pernambuco tiene una geodiversidad rica compuesta por ambientes de litología ígnea, sedimentaria y metamórfica con características de rara belleza y la génesis intrigante. Estas áreas, que podrían utilizarse como verdadero "laboratorio al aire libre" para la investigación, la enseñanza y la divulgación de las Ciencias de la Tierra, a menudo infrutilizados ya menudo destruidas debido a la falta de conocimiento acerca de su importancia real. El objetivo de esta tesis es defender la geoconservación con una alternativa eficaz para ayudar al desarrollo sostenible de la región. Para ello, se seleccionaron tres sitios geológicos y nueve "sitios de geodiversidad" que representan el patrimonio geológico de la región, con el inventario de aplicaciones y el trabajo de cuantificación a través de la creación y /o adaptación de métodos europeos a la realidad brasileña, utilizando bases organizativas matemáticas y la representación gráfica para la interpretación de los datos. De los resultados obtenidos, se definió una propuesta de estrategia de geoconservación apropiada para el Agreste de Pernambuco. Están también presentó propuestas de guiones geoturísticas y varios materiales interpretativos con el fin de difundir el conocimiento en Ciencias de la Tierra en un lenguaje sencillo, entendido incluso por el público lego. Esta investigación ofrece alternativa sencilla y viable al uso del patrimonio geológico como fuente de enseñanza, la investigación, los ingresos y el desarrollo de las zonas afectadas por la estacionalidad del clima que afectan directamente a la economía, tales como la región semiárida del noreste de Brasil. Los métodos de medición y representación del patrimonio geológico propuestos eran herramientas efectivas para ayudar a la planificación para el uso y manejo de sitios geológicos/sitios geodiversidad en beneficio de la sociedad.

Palabras Clave: *Cuantificación, Geoconservación, Desarrollo Sostenible, semiárido, Agreste de Pernambuco.*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Organograma com os procedimentos metodológicos aplicados durante a pesquisa desta tese.	32
Figura 2.2: Ficha de Inventário e Quantificação simultânea desenvolvida para o Agreste de Pernambuco.	35
Figura 2.3: Aba “Inserir Gráfico” do Excel, utilizada para confecção dos gráficos simples (de diversos tipos) e planos cartesianos.	37
Figura 2.4: Ferramenta “ <i>SmartArt</i> ”, comum nos principais programas do pacote Microsoft Office e utilizada para confecção de Matrizes e Diagramas com relações entre dados.	38
Figura 2.5: Tela inicial do Software livre <i>Quantum Gis</i> (QGis) na versão 2.8.1 e utilizado para a confecção dos mapas temáticos (geoprodutos) apresentados na tese.	39
Figura 3.1: A Geodiversidade e sua relação com diferentes temáticas.	40
Figura 3.2: Tipologia para classificação de geossítios.	44
Figura 3.3: Organograma sobre o enquadramento dos geossítios e sítios de geodiversidade nas medidas de geoconservação.	45
Figura 3.4: Etapas necessárias para geoconservação de geossítios.	46
Figura 3.5: Proposta de etapas para inventário e quantificação de geossítios e sítios de geodiversidade.	52
Figura 3.6: Bases para o exercício da geoconservação.	54
Figura 3.7: Diagrama representando as relações existentes entre os conceitos de geodiversidade, geossítios, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo.	57
Figura 3.8: Quadro representando os tipos de instrumentos de interpretação da geodiversidade mais adequados, levando em conta o nível intelectual dos “geoturistas”.	58
Figura 3.9: Esquema mostrando a relação entre População x Amostra.	59
Figura 3.10: Organograma explicando os diferentes tipos de amostragem de dados estatísticos.	60
Figura 3.11: Exemplo aplicação do diagrama de Venn (união e intersecção de dados).	61
Figura 3.12: Esquema do plano cartesiano em Y (Ordenada), X (Abscissa) e quatro quadrantes.	62
Figura 3.13: Esquema de ordenamento de dados em matriz de prioridade (<i>Hosti</i>).	63
Figura 3.14: Exemplo de organização de informações em Matriz GUT.	64

Figura 3.15: Diagrama QAP de Streckeisen (1776) como exemplo do uso de diagrama triaxial (triangular) para classificação de dados em Geociências.	65
Figura 4.1: Localização da Mesorregião e das Microrregiões do Agreste de Pernambuco.	66
Figura 4.2: Regiões de Desenvolvimento (RD's) do Agreste de Pernambuco.	67
Figura 4.3: Principais Rodovias que servem ao Agreste de Pernambuco.	68
Figura 4.4: Mortalidade Infantil por mil nascidos vivos nas microrregiões, Agreste, Pernambuco e Brasil nos anos de 1989, 1990, 1994 e 1998.	70
Figura 4.5: Índice de Desenvolvimento Humano – IDH no Agreste de Pernambuco (2010).	70
Figura 4.6: Tipos de Climas no Agreste de Pernambuco (2011).	71
Figura 4.7: Pluviosidade média anual no Agreste de Pernambuco - ITEP/Lamepe (2011).	72
Figura 4.8: Temperaturas médias anuais no Agreste de Pernambuco – ITEP/Lamepe (2011).	72
Figura 4.9: Rede Hidrográfica no Agreste de Pernambuco – CPRH (2010).	73
Figura 4.10: Vegetação primitiva no Agreste de Pernambuco (2003).	74
Figura 4.11: Solos no Agreste de Pernambuco – EMBRAPA (2012).	75
Figura 4.12: Registro de ocorrências de fósseis de animais da Megafauna no Agreste de Pernambuco - Silva (2013)	76
Figura 4.13: Índice de Geodiversidade calculado para o Agreste de Pernambuco - Ferreira (2014)	77
Figura 4.14: Unidades de Conservação no Agreste de Pernambuco – ICMBio (2011).	78
Figura 5.1: Modelo proposto por Santos (1998), onde o autor esquematiza a compartimentação da Província da Borborema em domínios e terrenos tectono-estratigráficos.	81
Figura 5.2: Litologia Predominante no Agreste de Pernambuco.	86
Figura 5.3: Unidades Geológicas no Agreste de Pernambuco.	87
Figura 5.4: Relevo do Agreste de Pernambuco – SRTM (2011).	89
Figura 5.5: Perfil topográfico do Estado de Pernambuco (corte: Oeste-Leste), onde o destaque corresponde à área aproximada da mesorregião do Agreste	90
Figura 5.6: Domínios Geomorfológicos no Agreste de Pernambuco.	91

Figura 5.7: Compartimentação “megageomorfológica” do Planalto da Borborema. Onde: 1) Cimeira Estrutural São José do Campestre; 2) Depressão Intraplanáltica Paraibana; 3) Depressão Intraplanáltica Pernambucana; 4) Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas; 5) Depressão Intraplanáltica do Ipanema; 6) Maciços Remobilizados Pernambuco-Alagoas; 7) Maciços Remobilizados Domínios da Zona Transversal; 8) Depressão Intraplanáltica do Pajeú.	94
Figura 5.7: Esquema mostrando a ação de barlavento sobre os brejos de altitude do Planalto da Borborema.	95
Figura 6.1: Diagrama exemplificado o processo de seleção da amostra de geossítios (retângulo com fundo verde) e sítios de geodiversidade (retângulo com fundo amarelo) no Agreste de Pernambuco.	101
Figura 6.2: Distribuição espacial do conjunto de geossítios (estrela vermelha) e sítios de geodiversidade (estrela azul) selecionados na mesorregião do Agreste de Pernambuco em: Microrregiões, Regiões de Desenvolvimento (RD Agreste Meridional - Verde; RD Agreste Central - Bege e RD Agreste Setentrional - Cinza) e nas porções em divisões hipotéticas Norte-Sul (linha azul) e Leste-Oeste (linha vermelha).	105
Figura 6.3: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios nas Regiões de Desenvolvimento (RD's) do Agreste de Pernambuco.	106
Figura 6.4: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios nas Microrregiões do Agreste de Pernambuco.	106
Figura 6.5: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade nas porções Norte, Sul, Leste e Oeste do Agreste de Pernambuco.	107
Figura 6.6: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade do Agreste de Pernambuco nos ambientes litológicos: ígneo plutônico, metamórfico e sedimentar.	108
Figura 6.7: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios/sítios de geodiversidade nos Domínios Tectono-Estratigráficos propostos por Santos (1998) e que representam o Agreste de Pernambuco, inseria na Província da Borborema.	109
Figura 6.8: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios/sítios de geodiversidade nos Terrenos Tectono-Estratigráficos propostos por Santos (1998) e que representam o Agreste de Pernambuco, inseria na Província da Borborema.	109
Figura 6.9: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade nas Unidades Geológicas (Gomes e Santos, 2001) do Agreste de Pernambuco.	110
Figura 6.10: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade nos Éons (Gomes e Santos, 2001) que representam a Geocronologia do Agreste de Pernambuco.	111
Figura 6.11: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade nas Unidades Geomorfológicas do Agreste de Pernambuco.	112

Figura 6.12: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade por tipos de afloramento e feições geomorfológicas no Agreste de Pernambuco.	113
Figura 6.13: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade inseridos em Brejos de Altitude no Agreste.	114
Figura 6.14: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade onde há registros de ocorrência de fósseis de animais da Megafauna. Silva (2013).	114
Figura 6.15: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade de acordo com a classificação de Brilha (2015).	115
Figura 6.16: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade por tipo de acordo com a classificação de Fuertes-Gutierrez e Fernández-Martinez (2010).	116
Figura 6.17: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade de acordo com a classificação do índice de geodiversidade proposto por Pereira <i>et. al.</i> (2013) e aplicado por Ferreira (2014).	117
Figura 6.18: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade de acordo com a proteção legal, conforme as unidades descritas na lei do SNUC.	117
Figura 7.1: Mapa com a distribuição da amostra dos geossítios e sítios de geodiversidade selecionados no Agreste de Pernambuco.	120
Figura 7.2: Recorte do mapa geológico com destaque para a área aproximada do geossítio milonito da Serra das Russas.	122
Figura 7.3: A) Visão geral do afloramento de milonitos; B) Antiforme em milonitos; C) Sinforme de cerca de 9m em milonitos; D) Planos de fratura dos milonitos e; E) Vale com influência tectônica do Lineamento Pernambuco.	123
Figura 7.4: Localização e área total do parque Nacional do Catimbau. Destaque em vermelho para o perímetro inserido no Agreste de Pernambuco.	124
Figura 7.5: A) “Vale do Chapadão”; B) “Cogumelos” formados por erosão diferencial + crosta laterítica e níveis conglomeráticos semelhantes à <i>tafonis</i> na base; C) “Pedra dos camelos” (formas erosionais do tipo “casco de tartaruga”); D) Intrusão (dique) cruzando perpendicularmente os planos estratigráficos; E) “Igrejinha” (relevo ruiforme com crosta laterítica e sob erosão eólico-mecânica); F) Caverna onde há indícios de paleoambientes (lentes de lama intercalada ao arenito); G) Relevo residual: morros testemunhos e <i>mesetas</i> .	125
Figura 7.6: Perímetro de proposta de Proteção e Área do Parque Municipal da Pedra Furada.	126
Figura 7.7: A) Visão geral (lateral) da Pedra Furada; B) Alvéolos na parte inferior/interna do arco granítico; C) Pinturas rupestres (valor arqueológico agregado); D) Enclave diorítico de grandes dimensões inserido no granito (o que sustenta a teoria de formação do arco por erosão diferencial; E) Contexto paisagístico (mirante) da Pedra Furada.	127

- Figura 7.8:** Imagem aérea do potencial sítio de geodiversidade “Pedra do Navio” obtida por intermédio de um *drone*. Fonte: Prefeitura da Cidade de Bom Jardim (2015). 129
- Figura 7.9:** A) Visão geral do matacão de sienito conhecido como “Pedra do Navio”; B) Feições erosionais na “popa” do navio; C) Visão lateral do modo de erosão do sienito, (semelhante ao que ocorre em rochas sedimentares) e formando o “casco” do navio; D) Cacimbas formadas na parte superior do matacão e indícios de vandalismo (pichações); E) Escadaria lateral instalada para melhorar o acesso dos visitantes ao topo do matacão (navio). 130
- Figura 7.10:** Recorte topográfico com destaque (em verde) para a morfologia da Serra do Pará. 131
- Figura 7.11:** A) Visão geral da Pedra do Pará, na serra de mesmo nome. Os números 1, 2 e 3 correspondem aos mirantes; B) Artefato lítico (valor arqueológico) encontrado na serra; C) Fóssil encontrado na Serra (provavelmente um dente de algum animal da megafauna); D) Gruta por colapso de blocos (mirante 1) – Foto: Arnaldo Vitorino; E) Cacimbas formadas por erosão diferencial, onde são encontrados fósseis – Foto: Arnaldo Vitorino; F) Pinturas rupestres diversas (inclusive uma em pigmentação clara); G) Fraturas por alívio de pressão em um paredão de ganisse com cerca de 15m de altura. 132
- Figura 7.12:** Imagem de satélite com a localização e delimitação do perímetro em formato de “concha” (destaque em amarelo) do potencial sítio de geodiversidade “Caneluras do Lajedão de Pedra”, no município de Pedra/PE. Notam-se perfeitamente as caneluras radiais sobre o afloramento. 133
- Figura 7.13:** A e B) Caneluras em grandes dimensões causadas por erosão diferencial; C) Fraturamento – possível início de processo de formação das caneluras; D) Valor cultural do afloramento (nome da cidade em função da geodiversidade); E) Cacimbas formadas por erosão diferencial (represamento natural da água pluvial); F) Mirante. 134
- Figura 7.14:** Pedra do Martelo vista da estrada de Cajazeiras, no município de Bezerros/PE. 135
- Figura 7.15:** Vista frontal do matacão conhecido como Pedra do Martelo, com cerca de 10m de altura e cujo equilíbrio incomum indica estabilidade tectônica da região e é atribuído por populares à presença de seres extraterrestres; B) cacimbas por erosão diferencial onde possivelmente existam fósseis de animais da megafauna; C) Vista lateral da pedra do martelo com um cruzeiro ao topo; D) Processo de formação das cacimbas por erosão de veios de pegmatito; E e F) Cisalhamentos de cinemática dextral e sinistral (respectivamente) no lajedado onde está apoiado o matacão. 136
- Figura 7.16:** Localização no município de Bonito/PE das oito principais cachoeiras e perímetro aproximado (em vermelho) da área do sítio de geodiversidade. 137
- Figura 7.17:** A) Cachoeira véu da noiva; B) Cachoeira Véu da Noiva II com intervenção antrópica (contenção de cimento para criar piscinas artificiais ao longo da queda d’água); C) Cachoeira Pedra Redonda (onde o “lúdico-popular associa o formato do matacão a uma cabeça de um extraterrestre; D) Estrutura venulada em pegmatito causada por erosão diferencial no granito; E) Estrias de 138

atrito indicando possivelmente plano de falha normal; F) Inclusão de Pegmatito; G) Cisalhamento transcorrente com cinemática sinistral.

Figura 7.18: Mapa artístico turístico da Serra Negra. Destaque para os elementos da geodiversidade destacados na ilustração. 139

Figura 7.19: A) Lajedo da Igreja (geodiversidade e arquitetura/valor cultural agregados; B) Associação de granitos máficos e félsicos “cortados” por enclaves dioríticos; C) Arquitetura serrana bem característica da região para se adaptar ao clima mais frio dos um brejo de altitude; D) Prédio do Centro de Artesanato de Pernambuco que se situa no município e muito próximo as áreas de interesse geológico, o que pode ser um impulsionador a mais para a atração de visitantes para a região; E) “Caverna do Deda” (gruta por colapso de blocos); F) Mirante do anfiteatro ao ar livre do município, onde se pode visualizar a geomorfologia serrana da região. 140

Figura 7.20: Escultura monumental em granito situada na entrada de município de Fazenda Nova. 141

Figura 7.21: A) Afloramentos de granitos com megacristais de K-Feldspato e abundantes enclaves dioríticos com forma lenticular (detalhe em vermelho); B e C) Esculturas monumentais construídas no granito porfirítico da região e que representam elementos da cultura local/regional – detalhe para os enclaves e veios em pegmatito; D) Muralhas do teatro de Nova Jerusalém – o maior teatro ao ar livre do mundo – construídas com as rochas da região. 142

Figura 7.22: Recorte topográfico com destaque (em verde) para a morfologia da Pedra do Rodeadouro. 143

Figura 7.23: A) Visão geral da Pedra do Rodeadouro e seu valor paisagístico; B) Ilustração alusiva ao período sebastianista (Sebastianismo) no nordeste do Brasil, C) e D) Amostra de granito grosso e matacão no sopé na Pedra do Rodeadouro; F) Visão lateral da Serra onde está situada a Pedra do Rodeadouro (detalhe para o filete de água eu escorre da rocha; G) Vila de agricultores situada ao sopé da Pedra do Rodeadouro. 144

Figura 7.24: Visão geral do santuário de Cimbres, na Serra do Ororubá, onde: escadaria antiga (azul); Suposto primeiro local de aparição da santa / santuário (vermelho); parte mais escura da rocha que, vista de longe, se assemelha ao numeral “1” indicando o suposto segundo local de aparição da santa, onde estariam impressos os pés da mesma em baixo relevo na rocha (amarelo). 145

Figura 7.25: A) Escadaria que leva os devotos até o mirante / local de aparição da santa; B) Local mais claro na rocha intemperizada onde supostamente teria surgido a imagem da santa; C) Erosão na rocha que é atribuída pelos devotos às pegadas de Nossa Senhora; D) Castelo construído por um morador na cidade de Pesqueira e que atrai muitos curiosos; E) Sede da aldeia Xucurú (os índios mais são os guias turísticos da região e cuidam da manutenção do santuário); F) Artesanato religioso feito pelos índios da tribo Xucurú com as rochas da região; G) Vista do Mirante. 146

Figura 8.1: *Rankings* de classificação segundo os critérios do método de Brilha (2005). 152

Figura 8.2: <i>Rankings</i> de Relevância segundo os critérios do método de Pereira (2010).	155
Figura 8.3: <i>Rankings</i> do valor científico de geossítios segundo os critérios do método de Brilha (2015).	157
Figura 8.4: <i>Rankings</i> do Potencial de Uso Educacional (PEU) de geossítios (quadrado vermelho em destaque) e sítios de geodiversidade, segundo os critérios do método de Brilha (2015).	158
Figura 8.5: <i>Rankings</i> do Potencial de Uso Turístico (PTU) de geossítios (quadrado vermelho em destaque) e sítios de geodiversidade, segundo os critérios do método de Brilha (2015).	159
Figura 8.6: <i>Rankings</i> do Risco de Degradação (RD) de geossítios (quadrado vermelho em destaque) e sítios de geodiversidade, segundo os critérios do método de Brilha (2015).	159
Figura 8.7: <i>Ranking</i> geral de quantificação dos geossítios no Agreste de Pernambuco utilizando o método proposto por Brilha (2015).	160
Figura 8.8: <i>Ranking</i> geral de quantificação dos sítios de geodiversidade no Agreste de Pernambuco utilizando o método proposto por Brilha (2015).	160
Figura 8.9: Gráficos de barras comparando os resultados dos <i>Rankings</i> de quantificação dos geossítios do Agreste de Pernambuco utilizando, respectivamente, os métodos de Brilha (2005) e Pereira (2010). Em comparação com o método de Brilha (2015): geossítios (vermelho) e sítios de geodiversidade (laranja).	162
Figura 8.10: Gráficos de barras comparando os resultados dos <i>Rankings</i> de quantificação dos geossítios do Agreste de Pernambuco utilizando os métodos de Brilha (2005) e Brilha (Simplificado). Destaque, em vermelho, para as únicas divergências de posicionamento dos geossítios nos <i>rankings</i> .	169
Figura 8.11: <i>Rankings</i> de quantificação dos geossítios (e sítios de geodiversidade) no Agreste utilizando as Fichas de Inventário desenvolvidas para a área de estudos desta tese	170
Figura 8.12: <i>Rankings</i> de quantificação dos geossítios (e sítios de geodiversidade) no Agreste de Pernambuco, utilizando uma simplificação – em caráter experimental – do método proposto por Brilha (2015).	174
Figura 9.1: Representação gráfica da classificação dos resultados de quantificação dos geossítios e sítios de geodiversidade no Agreste de Pernambuco utilizando gráficos simples (barras) – métodos Brilha Simplificado (“QS”) e Fichas de Inventário (“NP”).	178
Figura 9.2: Representação gráfica da classificação dos resultados de quantificação dos geossítios e sítios de geodiversidade no Agreste de Pernambuco, utilizando área de plotagem de Planos Cartesianos (XY) - métodos Brilha Simplificado (“QS”) e Fichas de Inventário (“NP”).	180
Figura 9.3: Classificação dos geossítios e sítios de geodiversidade no Agreste de Pernambuco utilizando Matrizes de Prioridade com os resultados dos métodos de quantificação Brilha Simplificado (“QS”) e as Fichas de Inventário (“NP”) desenvolvidas para a área de estudos desta tese.	181

Figura 9.4: Valores de A (“VI”), B (“UP”) e C (“NP”), do método de Brilha (2005), recalculados e plotados no Diagrama Ternário.	183
Figura 9.5: Valores de “PEU”, “PTU” e “RD”, aplicados aos sítios de geodiversidade através do método de Brilha (2015) recalculados e plotados no Diagrama Ternário.	185
Figura 9.6: Propostas de classificação de dados através do recálculo dos resultados de quantificação dos métodos Brilha, 2005 (ABC - à esquerda) e Brilha, 2015 (PEU/PTU/RD – à direita), ambos os exemplos com quatro categorias de análise distintas e trazendo sugestões para o tipo de uso apropriada para cada caso. Também se encontram nos gráficos, as áreas de interesse geológico utilizadas para os testes e suas respectivas classificações em cada um dos diagramas	186
Figura 9.7: Proposta de Classificação que indica as melhores possibilidades de uso dos geossítios e urgência de medidas de geoconservação, de acordo com seu posicionamento na área de plotagem do Diagrama Ternário, utilizado uma palheta de cores (do verde – menos urgente – ao vermelho – mais urgente) e os critérios “VI”, “UP” e “NP” do método da quantificação de Brilha (2005) recalculados.	187
Figura 9.8: Exemplos de aplicação de Matriz FOFA (<i>SWOT</i>) em um geossítio e um sítio de geodiversidade, respectivamente, no Agreste de Pernambuco	189
Figura 9.9: Exemplos de classificação em diagramas segmentados por grupos e escalas de cor, utilizando a classificação do ranking do método de Brilha (2015) aplicado aos geossítios e sítios de geodiversidade do Agreste de Pernambuco.	190
Figura 10.1: Organograma de estratégia de geoconservação proposta para o Agreste de Pernambuco com detalhamento dos grupos e suas respectivas medidas de ações.	191
Figura 10.2: Painel sobre o vulcanismo no litoral Sul de Pernambuco situado no “ <i>Espaço Ciência</i> ”, em Recife/PE e sendo utilizado para aulas de geociências com alunos de ensino fundamental II.	196
Figura 10.3: Exemplos de cartilhas informativas voltada para o ensino de Geociências: A) Guia infantil do <i>Geoparque Açores</i> , B) Guia Geológico de Noronha/PE e C) Cartilha “ <i>Riolito, o vulcão pernambucano</i> ”.	197
Figura 10.4: “Zé Pereira”, um dos guias do vale do Catimbau, utilizando roupas adequadas para o trabalho de campo, o que passou a fazer após um treinamento há alguns anos. Apesar do vasto conhecimento empírico, os guias locais ainda necessitam de informações mais detalhadas a respeito da geologia e geomorfologia da região, de modo a se sentirem mais seguros a repassar essas informações aos visitantes.	198
Figura 10.5: Exemplos de “ <i>geoprodutos</i> ” confeccionados pelos guias (e suas famílias) da Vila do Catimbau e comercializadas na sede da Associação de Guias do PARNA vale do Catimbau.	199
Figura 10.6: Exemplos de roteiros geoturísticos possíveis para a amostra de 03 geossítios e 09 sítios de geodiversidade que compõem o patrimônio geológico do Agreste de Pernambuco. Todos esses roteiros foram elaborados através da ferramenta “ <i>Google Maps</i> ” e considerando o automóvel como meio de locomoção.	202

Figura 10.7: Exemplos de guias de bolso (auto-guiados) e aplicativo para <i>smarthphone</i> contendo roteiros e dicas para aproveitamento (geo) turístico no Delta do Parnaíba (Piauí/Brasil).	203
Figura 10.8: Exemplos de painéis interpretativos totalmente integrados à paisagem no <i>Geoparkea</i> de Zumaia: A) Vertical; B) Vertical com Abrigo; C) Horizontal-inclinado, ideal para mirantes.	204
Figura 10.9: Panfleto desenvolvido pela equipe do geopark Açores, Portugal.	205
Figura 10.10: Exposição permanente no Museu de Geodiversidade (UFRJ), no Rio de Janeiro/RJ.	206

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1: Cronograma de todos os trabalhos de campo realizados no Agreste de Pernambuco.	41
Quadro 3.1: Levantamento da evolução dos métodos de quantificação do patrimônio geológico em um recorte temporal de 1997 a 2009.	48
Quadro 3.2: critérios dos métodos de qualificação de Brilha (2005), Pereira (2010) e Brilha (2015).	50
Quadro 4.1: Dados sócio-econômicos do Agreste de Pernambuco	69
Quadro 6.1: Etapas para a definição do número de áreas de interesse geológico a serem inventariadas no Agreste de Pernambuco	99
Quadro 6.2: Critérios para justificar a representatividade da amostra de áreas de interesse selecionadas para geoconservação no Agreste de Pernambuco.	103
Quadro 7.1: Amostra de geossítios selecionados no Agreste de Pernambuco.	119
Quadro 7.2: Inventário de geossítios (Brilha, 2015).	121
Quadro 7.3: Inventário de sítios de geodiversidade (Brilha, 2015).	128
Quadro 7.4: Classificação (qualificação) dos geossítios e sítios de geodiversidade no Agreste de Pernambuco – SIGEP (Adaptado).	147
Quadro 7.5: Análise qualitativa dos geossítios e sítios de geodiversidade no Agreste de Pernambuco – Gray, 2004. (Adaptado).	148
Quadro 8.1: Métodos de quantificação selecionados.	149
Quadro 8.2: Prioridades de ações, conforme critérios de Brilha (2005) no patrimônio geológico do Agreste de Pernambuco.	164
Quadro 8.3: Seleção dos critérios determinantes para a classificação dos geossítios segundo a quantificação de Bilha (2005).	167
Quadro 9.1: Matriz GUT (gravidade x urgência x tendência) aplicada ao gerenciamento de geossítios e sítios de geodiversidade.	188
Quadro 9.2: Prioridades de ações, conforme critérios de Brilha (2005) no patrimônio geológico do Agreste de Pernambuco.	190
Quadro 10.1: Considerações gerais sobre a geoconservação dos potenciais geossítios e sítios de geodiversidade no Agreste de Pernambuco.	192
Quadro 10.2: Medidas de geoconservação a serem aplicadas nos geossítios no Agreste de Pernambuco.	193
Quadro 10.3: Medidas de geoconservação a serem aplicadas nos sítios de geodiversidade no Agreste de Pernambuco.	194

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1: Acompanhamento de resultados de busca pelos termos “Geodiversidade”, “Biodiversidade”, “ <i>Geodiversity</i> ” e “ <i>Biodiversity</i> ” em páginas de pesquisa da web.	41
Tabela 8.1: Quantificação do patrimônio geológico do Agreste de Pernambuco - método de Brilha (2005).	151
Tabela 8.2: Quantificação do patrimônio geológico do Agreste de Pernambuco - método de Pereira (2010)	154
Tabela 8.3: Quantificação patrimônio geológico do Agreste de Pernambuco – Brilha (2015)	156
Tabela 8.4: Proposta de simplificação do método de quantificação de Brilha (2005).	168
Tabela 8.5: Proposta de metodologia de quantificação simultânea por critérios utilizados nas fichas de inventário - tese (Santos, 2016).	171
Tabela 8.6: Quantificação patrimônio geológico do Agreste de Pernambuco – método Brilha (2015) simplificado.	173
Tabela 8.7: Comparação dos rankings de quantificação dos três métodos testados e dos três métodos propostos Aplicados a mesma amostra de geossítios (e sítios de geodiversidade) no Agreste de Pernambuco.	176
Tabela 9.1: Cálculo dos valores de VI, UP e NP (Brilha, 2005) para plotagem no diagrama ternário.	182
Tabela 9.2: Cálculo dos valores de VC, PEU, PTU e RD (Brilha, 2015) para plotagem no diagrama ternário.	184

SUMÁRIO

RESUMO	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
<i>RESUMEN</i>	viii
ÍNDICES DE FIGURAS	ix
ÍNDICES DE QUADROS	xviii
ÍNDICES DE TABELAS	xiv
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	28
1.1 APRESENTAÇÃO	28
1.2 JUSTIFICATIVA	29
1.3 OBJETIVOS	31
1.3.1 Objetivo Geral	31
1.3.2 Objetivos Específicos	31
CAPÍTULO 2: MATERIAIS E MÉTODOS	32
2.1 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS	32
2.1.1 Levantamento Bibliográfico e Cartográfico	33
2.1.2 Adaptação de Metodologias para Seleção e Inventário	33
A. Metodologia para seleção de amostra	34
B. Metodologia para inventário e caracterização	34
2.1.3 Investigações em Campo	36
2.1.4 Adaptação e Testes de Metodologias de Quantificação e Classificação	37

2.1.5	Elaboração de Propostas de Geoconservação	38
CAPÍTULO 3: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA		40
3.1	PRINCIPAIS CONCEITOS TRABALHADOS	40
3.1.1	Geodiversidade	40
3.1.2	Geossítios, Sítios de Geodiversidade e Patrimônio Geológico	43
3.1.3	Métodos para Inventário e Quantificação	46
	• Método de Brilha (2005)	49
	• Método de Pereira (2010)	51
	• Método de Brilha (2015)	51
3.1.4	Geoconservação e Desenvolvimento Sustentável	53
3.1.5	Geoparques e Unidades de Conservação	55
3.1.6	Geoturismo e Meios Interpretativos	56
3.2	MÉTODOS MATEMÁTICOS UTILIZADOS NA TESE	59
3.2.1	Geoestatística: População x Amostra	59
3.2.2	Teoria de Conjuntos e Diagrama de Venn	61
3.2.3	Gráficos Simples e Planos Cartesianos	62
3.2.4	Matrizes Estratégicas	63
	• Matriz de Prioridade (Hosti):	63
	• Matriz GUT (Gravidade x Urgência x Tendência):	64
3.2.5	Diagramas Triangulares (Triaxiais ou Ternários)	65
CAPÍTULO 4: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS		66
4.1	LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO	66

4.2 DADOS SOCIOECONÔMICOS	68
4.3 ASPECTOS FÍSIOGRÁFICOS E ELEMENTOS DA GEODIVERSIDADE	71
4.3.1 Clima	71
4.3.2 Hidrografia	73
4.3.3 Cobertura Vegetal Primitiva	73
4.3.4 Solos	74
4.3.5 Registro de Fósseis da Megafauna	75
4.3.6 Índice de Geodiversidade	76
4.3.7 Unidades de Conservação	78
CAPÍTULO 5: GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA REGIONAIS	79
5.1 A PROVÍNCIA DA BORBOREMA	79
5.1.1 Gênese e Evolução Geológica	79
5.1.2 Subdivisões Tectono-Estratigráficas	80
5.2 GEOLOGIA DO AGRESTE DE PERNAMBUCO	82
5.2.1 Compartimentação Geotectônica	82
• Domínio externo (terreno TPA):	82
• Domínio da Zona Transversal (terrenos TRC e TAM):	83
• Bacia do Jatobá	83
• Lineamento Pernambuco	85
5.2.2 Litologia e Unidades Geológicas	85
• Complexo Belém de São Francisco	88
• Complexo Surubim-Caroalina	88
• Complexo Salgadinho	88

• Complexo Vertentes	88
• Suíte intrusiva Itaporanga	88
• Suíte Intrusiva Leucocrática Pelaruminosa	89
5.3 GEOMORFOLOGIA DO AGRESTE DE PERNAMBUCO	89
5.3.1 Perfil Topográfico	89
5.3.2 Domínios Geomorfológicos	90
• Planalto da Borborema	92
• .Depressão do Baixo Rio São Francisco	93
• Planalto Sedimentar da Bacia do Jatobá	93
• Patamares Orientais da Borborema	93
• Depressão Sertaneja	93
5.3.3 Os Brejos de Altitude	95
CAPÍTULO 6: SELEÇÃO E JUSTIFICATIVA AMOSTRAL DOS GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE	96
6.1 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO PARA A AMOSTRA DE GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE	96
6.2 MÉTODOS MATEMÁTICOS PARA JUSTIFICAR A SELEÇÃO DE GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE	100
6.2.1 Geoestatística: População x Amostra	100
6.2.2 Diagrama de Venn e Representação Gráfica da Teoria de Conjuntos	104
CAPÍTULO 7: INVENTÁRIO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO	118
7.1 O PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO AGRESTE DE PERNAMBUCO	118
7.2 INVENTÁRIO E CARACTERIZAÇÃO	119
7.2.1 Caracterização Dos Geossítios	121
• 01 - Milonitos da Serra das Russas	122

• 02 - Vale do Catimbau	124
• 03 - Pedra Furada	126
7.2.2 Caracterização Dos Sítios De Geodiversidade	128
• 04 - Pedra do Navio	129
• 05 - Serra do Pará	131
• 06 - Caneluras do Lajedão de Pedra	133
• 07 - Pedra do Martelo	135
• 08 - Cachoeiras de Bonito	137
• 09 - Serra Negra	139
• 10 - Fazenda Nova	141
• 11 - Pedra do Rodeadouro	143
• 12 - Serra do Ororubá /Cimbres	145
7.3 ANÁLISE QUALITATIVA DOS GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DE GEODIVERISDADE SELECIONADOS NO AGRESTE DE PERNAMBUCO	147
CAPÍTULO 8: QUANTIFICAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO NO AGRESTE DE PERNAMBUCO	149
8.1 APLICAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO	149
8.1.1 Aplicação do Método de Brilha (2005)	150
8.1.2 Aplicação do Método de Pereira (2010)	153
8.1.3 Aplicação do Método de Brilha (2015)	155
8.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO APLICADOS	161
8.2.1 Método Brilha (2005)	161
8.2.2 Método Pereira (2010)	161
8.2.3 Método Brilha (2015)	163

8.3 PROPOSTAS DE NOVOS MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO	165
8.3.1 Adaptação e Simplificação do Método Brilha (2005)	166
8.3.2 Sugestão de Novo Método com Base nas Fichas de Inventário da Tese	169
8.3.3 Simplificação e adaptação do Método Brilha (2015)	172
CAPITULO 9: REPRESENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS	177
9.1 GRÁFICOS SIMPLES (TIPO BARRAS)	177
9.2 PLANOS CARTESIANOS	179
9.3 MATRIZ DE PRIORIDADE (<i>HOSTI</i>)	179
9.4 DIAGRAMA TRIANGULAR (TERNÁRIO OU TRIAXIAL)	182
9.5 MATRIZ GUT (GRAVIDADE X URGÊNCIA X TENDÊNCIA)	188
9.6 MATRIZ FOFA (<i>SWOT</i>)	188
9.7 DIAGRAMA CIRCULAR SEGMENTADO	190
CAPÍTULO 10: SUGESTÃO DE ESTRATÉGIA DE GEOCONSERVAÇÃO PARA O AGRESTE DE PERNAMBUCO	191
10.1 SUGESTÕES DE MEDIDAS PARA A GEOCONSERVAÇÃO	193
10.1.1 Geossítios	193
10.1.2 Sítios de Geodiversidade	194
10.2 MEDIDAS DE GEOCONSERVAÇÃO PARA GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE	195
10.2.1 Medidas de Valorização	195
• Programa de valorização junto às escolas	195
• Criação de cartilhas informativas	197
• Curso de Capacitação de guias para Geoturismo	198
• Clube de Mães e Oficinas para Confecção de “Geoprodutos”	199

10.2.2 Medidas de Divulgação	200
• Roteiros Geoturísticos	200
• Mapas Auto-Guiados	203
• Painéis Interpretativos	204
• Panfletos	205
10.2.3 Medidas de Monitoramento e Manutenção	206
• Capacitação para Uso Geoturístico Sustentável, Manutenção e Geoconservação	206
• Museus, Coleções e Centros de Interpretação	207
• Obras de Acessibilidade e Infraestrutura	208
CONSIDERAÇÕES FINAIS	209
REFERÊNCIAS	212
APÊNDICES	220
A) FICHAS DE INVENTÁRIO PREENCHIDAS:	
01 - Milonitos da Serra das Russas	221
02 - Vale do Catimbau	222
03 - Pedra Furada	223
04 - Pedra do Navio	224
05 - Serra do Pará	225
06 - Caneluras do Lajedão de Pedra	226
07 - Pedra do Martelo	227
08 - Cachoeiras de Bonito	228

09 - Serra Negra	229
10 - Fazenda Nova	230
11 - Pedra do Rodeadouro	231
12 - Serra do Ororubá /Cimbres	232
B) CRITÉRIOS X PONTUAÇÃO FICHAS DE INVENTÁRIO (TESE)	233
ANEXOS	234
A) Critérios do Método de Quantificação de Brilha (2005)	235
B) Critérios do Método de Quantificação de Pereira (2010)	238
C) Critérios do Método de Quantificação de Brilha (2015)	239

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O Estado de Pernambuco apresenta uma grande geodiversidade, representada por uma infinidade de áreas de interesse geológico, algumas delas, inclusive, com potencial para se tornarem futuros geoparques, como é o caso do arquipélago de Fernando de Noronha, do Litoral Sul de Pernambuco e do Catimbau – Pedra Furada, indicados como propostas no “*Projeto Geoparques*” do Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Essas áreas são caracterizadas de acordo com seus principais atrativos de interesse geológico com caráter educativo e científico, além de agregar valores paisagísticos, históricos, culturais e econômicos que visam a interação da comunidade local e o desenvolvimento sustentável das regiões onde se aplicam e consistindo no principal “produto” da atividade geoturística.

Apesar da preocupação da CPRM em catalogar áreas de interesse geológico, percebe-se ainda no Brasil uma grande lacuna no que diz respeito ao desenvolvimento de pesquisas e políticas públicas voltadas para a criação de instrumentos que viabilizem a criação de estratégias de geoconservação adequadas, cujo principal objetivo seja agregar sustentabilidade econômica das comunidades do entorno (através do geoturismo e “*geoprodutos*”), arcabouço científico e educativo para os mais diversos níveis de conhecimento.

O Agreste de Pernambuco possui uma geodiversidade composta por: formações rochosas em formato peculiar, rara beleza e intrigante gênese (a exemplo da Pedra do Navio, em Bom Jardim e da Pedra Furada, em Venturosa); afloramentos com feições geológicas raras no Nordeste do Brasil (a exemplo de dobramentos – sinformes e antiformes – com dimensões de cerca de 10 metros, impressas em milonitos a ultramilonitos), que podem ser visualizadas em cortes de estrada às margens da BR-232, na Serra das Russas/Gravatá; além de diversas estruturas sedimentares e formas de relevo diversificadas impressas nos arenitos da formação Tacaratu, bacia sedimentar do Jatobá, no Vale do Catimbau (Buíque).

Esses são apenas alguns exemplos representativos do patrimônio geológico da Mesorregião Agreste, que foi o alvo de estudos desta tese. Ao todo, foram selecionadas 12 (doze) áreas de interesse geológico (03 geossítios com valor científico comprovado e 09 sítios

de geodiversidade com valores educativos e/ou turísticos, conforme a classificação de Brilha (2015) e selecionados, principalmente, por sua relevância geológica e geomorfológica. Nessas áreas foram realizados trabalhos de inventário, caracterização, quantificação, classificação e sugestões de medidas de geoconservação a serem adotadas em cada caso. Muitos dos procedimentos metodológicos utilizados (ficha de inventário, classificação, metodologia de quantificação e classificação de dados) foram desenvolvidos durante o trabalho de pesquisa desta tese e foram testados, ajustados e comparados com outros métodos já consagrados.

Atualmente, sabe-se que em grande parte desses potenciais geossítios e sítios de geodiversidade já está estabelecida algum tipo de atividade turística, gerando fonte de renda para os habitantes locais. O problema é que a falta de conhecimento sobre a importância da geoconservação dessas áreas, aliada ao manejo inadequado, podem levar os mesmos à destruição, uma vez que o meio abiótico pode erroneamente ser considerado "inatingível" pelos impactos decorrentes da ação humana, estando sujeito a depredações e danos muitas vezes irreversíveis. Deste modo, um estudo mais aprofundado sobre a temática e a proposta de alternativas viáveis torna-se fundamental para o uso sustentável desse patrimônio natural.

1.2 JUSTIFICATIVA

A mesorregião do Agreste pode ser considerada uma área estratégica de Pernambuco, pois por seu posicionamento geográfico central e também suas características fisiográficas tornaram-na propícia para a produção agrícola e pecuária, as quais abastecem as demais regiões do Estado. Em contrapartida, também é uma região muito pobre, com distribuição de renda muito desigual e restrições produtivas sazonais em decorrência das secas periódicas.

Geologicamente falando, trata-se de uma região diversificada, com feições muito singulares que englobam geoformas e estruturas encravadas em litologias diversas. Algumas dessas áreas, muitas das quais ainda pouco conhecidas pela comunidade científica, apresentam potencial científico que pode ser muito útil para entender a dinâmica terrestre que deu origem àquela região e, em alguns casos, explicar fenômenos e processos em escala global. Além disso, muitas estão associadas a paisagens com forte apelo turístico.

Todavia, mesmo nas áreas de interesse geológico que já se configuram objeto de estudo para a pesquisa científica e/ou uso para aulas de campo, a informação

geológica/geomorfológica ainda encontra-se muito restrita ao meio acadêmico e raras são as ações voltadas para conscientizar a população local a respeito da necessidade de conservar esse patrimônio geológico. Deste modo, esses registros da história da Terra ficam a mercê de danos muitas vezes irreversíveis e, em casos mais graves, à sua total destruição.

A falta de conhecimento acessível para todos os níveis de entendimento, somada à precariedade das condições de infraestrutura nesses locais e da ausência de proteção legal, tendem a produzir sobre o meio ambiente efeitos antagônicos, porém, igualmente nocivos: 1) total abandono/destruição desses locais ou 2) exploração (primordialmente turística) sem o mínimo de planejamento e normalmente agregada à construção de “obras de melhorias” que acabam por danificar ainda mais as feições geológicas e geomorfológicas existentes.

E inegável a necessidade de medidas que promovam o inventário, catalogação e plano de geoconservação para essas áreas, porém, o trabalho requer metodologias específicas que se adequem à realidade da região semiárida, além de um minucioso trabalho de conscientização da população local sobre os benefícios de conservar esse patrimônio para seu próprio benefício atual e também para usufruto das gerações futuras.

Já começam a surgir no Estado de Pernambuco algumas pesquisas importantes sobre o patrimônio geológico, porém, ainda há muito trabalho a ser feito. A utilização de ferramentas matemáticas, geoestatística e análise multivariada, podem trazer respostas eficientes para auxiliar o trabalho de justificativa de representatividade de seleção, inventário, quantificação e classificação dos geossítios e sítios de geodiversidade, visando o melhor planejamento para uso e gestão dessas áreas através de mecanismos de “direcionamento de ações” de acordo com as possibilidades em cada caso. Neste trabalho, será apresentado um plano de geoconservação, tomando como base, propostas de métodos de inventário e quantificação do patrimônio geológico, desenvolvidos e adaptados à realidade do semiárido nordestino.

A geoconservação pode se tornar uma eficaz ferramenta para o uso sustentável do patrimônio geológico do Agreste de Pernambuco, contribuindo para impulsionar o desenvolvimento socioeconômico da região, especialmente, através do geoturismo, se o mesmo for realizado de forma planejada e focado na transmissão de conhecimentos ao público visitante e na defesa da valorização da “identidade geológica” da região, contando para isso com a participação ativa da população local/regional.

Em médio e longo prazo, essas ações podem se reverter em melhorias significativas na vida dos habitantes da região, oferecendo uma alternativa de renda que resista aos períodos de estiagem, diminuindo assim a instabilidade econômica e o conseqüente êxodo rural, tão presentes na realidade de muitas famílias. Além de tudo isso, as medidas de geoconservação

também contribuem para manter os registros e feições geológicas mais importantes, o que colabora para o avanço das pesquisas e ensino em geociências.

Neste sentido, o presente trabalho se justifica uma vez que propõe a identificação, mapeamento e catalogação do patrimônio geológico do Agreste de Pernambuco, propondo ainda uma estratégia de geoconservação adaptada à realidade do semiárido nordestino e visando o desenvolvimento de atividades pautadas especialmente no envolvimento das comunidades locais para a valorização, o uso sustentável e a divulgação das geociências, através da transmissão de conhecimento sobre a importância do meio físico da região.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver estratégias para a geoconservação do patrimônio geológico do Agreste Pernambucano, através da proposta de novos métodos de inventário, quantificação e classificação das áreas de maior interesse geológico/geomorfológico em seu território.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver metodologias de validação amostral, inventário, quantificação, classificação, representação de dados e direcionamento de medidas de geoconservação e aplicá-las às áreas inventariadas no Agreste de Pernambuco;
- Realizar um inventário e caracterização do patrimônio geológico e geomorfológico da mesorregião do Agreste de Pernambuco;
- Apresentar estratégia de geoconservação, pautada principalmente no geoturismo e adequada à realidade do Agreste de Pernambuco, visando o desenvolvimento sustentável da região.

CAPÍTULO 2: MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada para esta pesquisa consistiu em **atividades de gabinete (1 e 2) e campo**, que podem ser agrupadas em cinco etapas: **1) Levantamento bibliográfico e cartográfico; 2) Adaptação de Metodologias para Seleção e Inventário; 3) Investigações em campo; 4) Adaptação e Testes de Metodologias de Quantificação e Classificação de Dados; 5) Elaboração de Proposta de Geoconservação para a Região**; além do trabalho de escrita e formatação da versão final da tese. Todos os procedimentos metodológicos adotados são listados na Figura 2.1e descritos com mais detalhes nos tópicos a seguir:

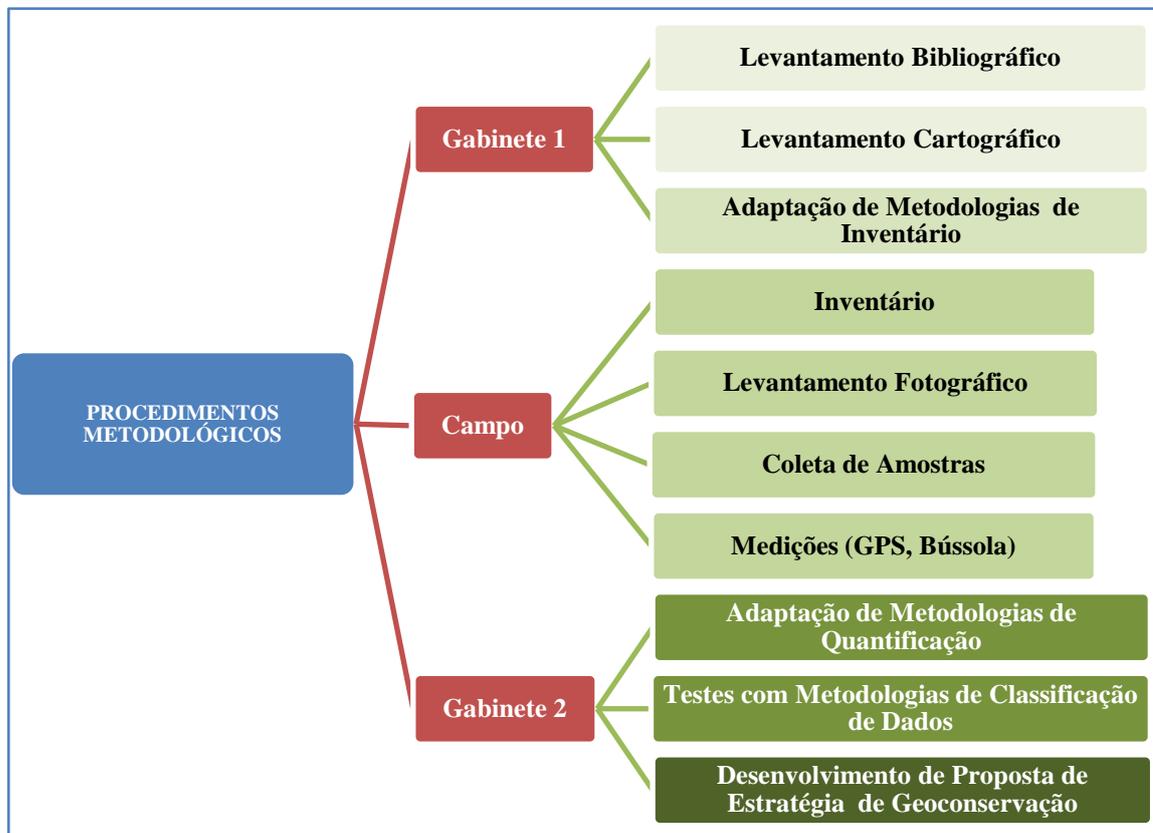


Figura 2.1: Organograma com os procedimentos metodológicos aplicados durante a pesquisa desta tese.

2.1.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO

Foi realizada revisão da literatura relacionada à temática, trabalhando os conceitos de **geodiversidade, geossítios, sítios de geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação, geoparques e geoturismo**; assim como aspectos socioambientais e o meio físico (com ênfase para a geologia e geomorfologia) da referida área de estudos, utilizando coleta de dados estatísticos secundários junto a órgãos públicos, especialmente o IBGE.

Para o levantamento cartográfico foram utilizados: o **Mapa Geológico de Pernambuco** (Gomes e Santos, 2001) na **escala de 1:500.000** e mais **07 (sete) mapas geológicos na escala de 1:100.000** e que cobrem parte da área estudada: **Buíque, Pesqueira, Sertânia e Santa Cruz do Capibaribe**, executados pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil; **Belo Jardim, Garanhuns, e Venturosa**, realizados pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE em convênio com a CPRM. Foram utilizadas ainda **12 (doze) cartas topográficas (SUDENE)**, na **escala de 1:100.000**, são elas: **Belo Jardim, Buíque, Caruaru, Garanhuns, Limoeiro, Palmares, Pesqueira, Santa Cruz do Capibaribe, Sertânia, Surubim, Venturosa e Vitória de Santo Antão**, que englobam o perímetro de toda a área do Agreste Pernambucano. Além destes, também foram empregadas **imagens de satélite** de domínio público, disponibilizadas pelo *Google Earth*.

2.1.2 ADAPTAÇÃO DE METODOLOGIAS PARA SELEÇÃO E INVENTÁRIO

A criação e/ou adaptação, para a realidade do semiárido nordestino, de metodologias de inventário e quantificação já existentes e geralmente dirigidas à realidade europeia, partiu da busca de solução de problemas distintos, que resultaram em quatro etapas: *Seleção, Inventário, Quantificação, Classificação* (direcionamento para medidas de geoconservação).

Na fase “pré-campo”, as adaptações e/ou propostas consistiram em: a) definição de uma **metodologia para escolha e validação da amostra** das áreas de interesse geológico a serem inventariadas, de modo que o número final de geossítios e sítios de geodiversidade (BRILHA, 2015) fossem o mais representativas possível do patrimônio geológico da região, enfatizando primordialmente os elementos geológicos e geomorfológicos da geodiversidade;

b) desenvolvimento de uma **ficha de inventário simplificada** para a coleta de dados para a caracterização, **onde também seria possível realizar uma pré-quantificação** e definição de *ranking* entre as áreas inventariadas no campo. Ambas as etapas, descritas a seguir:

A) Metodologia para Seleção da Amostra:

Por se tratar de uma área extensa e complexa, tornou-se mais viável que as estratégias de geoconservação a serem aplicadas no Agreste de Pernambuco fossem direcionadas às “**áreas-piloto**”, que representariam um grupo amostral representativo do patrimônio geológico da região. A escolha inicial da amostra se deu por critérios qualitativos-respresentativos, da seguinte forma: dentro das principais unidades geológico-geomorfológicas inseridas na região, foram selecionadas áreas com maior interesse científico/educativo/turístico, dentro de cinco categorias temáticas principais: **serras, recursos hídricos, geformas, vales e patrimônio ex situ**. Nesses grupos foram listados os principais exemplos encontrados na região e, em seguida, utilizando base estatística (**população x amostra**), foram “filtrados” os mais representativos dentro de cada grupo, o que resultou em **12 áreas de interesse geológico-geomorfológico** – ver mapa no sétimo capítulo, dedicado ao inventario (Figura 7.1) - e que aparentemente seriam suficientes, mas que deveriam ser **validadas como representativas** do patrimônio geológico da região. Para validar o grupo de geossítios e sítios de geodiversidade da amostra foram utilizados métodos de **Teoria de Conjuntos (Diagrama de Venn)**, através do cruzamento de informações pela união e intersecção de dados, considerando mais **18 (dezoito) categorias temáticas** pertinentes à região e tomando o cuidado para que, em cada caso, os elementos do conjunto se adequassem à maior parte das opções em casa categoria analisada.

B) Metodologia para Inventário e Caracterização:

A confecção de material para o trabalho de campo partiu da elaboração de **Fichas para Inventário dos Potenciais Geossítios (Figura 2.2)**, adaptadas a realidade do semiárido nordestino e baseadas nas metodologias utilizadas pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), Associação Européia para a Conservação do Patrimônio Geológico (ProGeo) e do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), através do

programa *Geossit*. A principal vantagem da ficha proposta foi a praticidade, uma vez que é muito objetiva, ocupando apenas uma página (o que agiliza o trabalho em campo). A mesma está dividida em dois grupos, com um total de 20 critérios e cada um destes, com três opções de quantificação valendo de um a três pontos cada, o que traz a possibilidade de realizar uma pré-quantificação simultânea (Apêndice B).

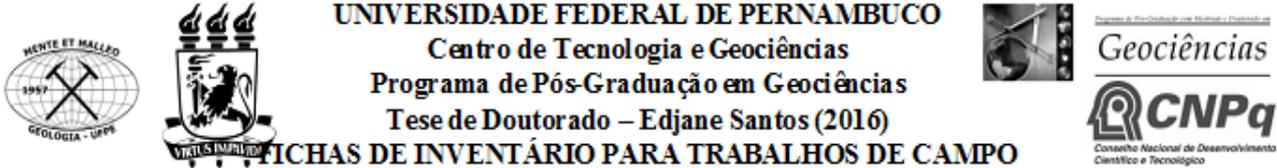
	
Nome	Código
Localização	Categoria
Coordenadas	Tipo
Unidade Geomorfológica	Cota Topográfica
Contexto Geológico	Litologia Predominante
Folha Geológica CPRM (1:500.000)	Carta Topográfica SUDENE (1:100.000)
Descrição Geral do Potencial Geossítio	
<i>Espaço para anotações.</i>	
Potencial Geológico/ Científico (PG)	
Raridade	Potencial para Uso e Gestão (PU)
<input type="checkbox"/> Raro <input type="checkbox"/> Eventual <input type="checkbox"/> Comum	Acessibilidade <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim
<i>Espaço para anotações.</i>	
Visibilidade	Propriedade
<input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim	<input type="checkbox"/> Pública <input type="checkbox"/> Privada <input type="checkbox"/> Mista
<i>Espaço para anotações.</i>	
Local-Tipo	Dimensão/Área
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Secundário <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> até 1ha <input type="checkbox"/> até 5ha <input type="checkbox"/> > 10ha
<i>Espaço para anotações.</i>	
Diversidade de Elementos	Infra estrutura Local
<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa	<input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Inexistente
<i>Espaço para anotações.</i>	
Temáticas de Interesse*	Unidade de Conservação
<input type="checkbox"/> 4 ou mais temáticas diferentes <input type="checkbox"/> de 2 até 3 <input type="checkbox"/> Apenas uma	<input type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Particular <input type="checkbox"/> Pública Nacional/Estadual
<i>Espaço para anotações.</i>	
Valores Associados**	Uso Atual da Área
<input type="checkbox"/> Três ou mais <input type="checkbox"/> Até 2 tipos <input type="checkbox"/> Nenhum	<input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Turístico <input type="checkbox"/> Mineiro/Outros
<i>Espaço para anotações.</i>	
Integridade do Local	Público em Potencial
<input type="checkbox"/> Integro <input type="checkbox"/> Alguma Degradação <input type="checkbox"/> Muito Degradado	<input type="checkbox"/> Inclusive Leigos <input type="checkbox"/> Estudantes <input type="checkbox"/> Especialistas
<i>Espaço para anotações.</i>	
Fragilidade Natural	Povoamento Mais Próximo
<input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Povoado/Vila <input type="checkbox"/> Cidade <input type="checkbox"/> Município Vizinho
<i>Espaço para anotações.</i>	
Coleta de Amostras	Indicadores de Degradação
<input type="checkbox"/> Possível <input type="checkbox"/> Possível com Restrições <input type="checkbox"/> Não deve coletar	<input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Reversíveis <input type="checkbox"/> Irreversíveis
<i>Espaço para anotações.</i>	
Conhecimento Científico	Ameaças Futuras
<input type="checkbox"/> Tese/Dissertação <input type="checkbox"/> Artigo ou Livro <input type="checkbox"/> Nenhuma Publicação	<input type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Expansão urbana /industrial <input type="checkbox"/> Mineração/Outros
<i>Espaço para anotações.</i>	
Pontuação atribuída a cada tópico analisado (da esquerda para a direita): [3] > [2] > [1] - * Mineralogia, Geomorfologia, Hidrologia, Paleontologia, Estratigrafia, Petrologia ígnea/metamórfica, etc; ** Estético, Histórico, Cultural, Arqueológico, etc.	

Figura 2.2: Ficha de Inventário e Quantificação simultânea desenvolvida para o Agreste de Pernambuco.

2.1.3 INVESTIGAÇÕES EM CAMPO

Durante a fase de campo, em cada geossítio ou sítio de geodiversidade selecionado foram realizados os seguintes procedimentos: **Inventário, levantamento fotográfico da área, obtenção de coordenadas UTM com uso de GPS, localização dos pontos em cartas topográficas e geológicas, medições *in lócus* com o auxílio de bússola (lineação, foliação, fratura, sentido de mergulho) e coleta de amostras** de rochas para realização de análise macroscópica e também para posterior confecção de lâminas delgadas para a realização de microscopia óptica para uma melhor identificação das rochas que compõem as áreas de interesse geológico. Ao todo, foram realizadas **09 (nove) viagens a campo**, concentradas num **período de 2011 a 2014**. Os detalhes e roteiros são descritos no Quadro 2.1:

QUADRO 2.1: CRONOGRAMA DE TODOS OS TRABALHOS DE CAMPO REALIZADOS NO AGRESTE DE PERNAMBUCO		
DATA/PERÍODO	CONTEXTO	ROTEIRO
08/02/2011 a 10/02/2011	Campo da Dissertação	Pedra do Rodeadouro; Cachoeiras de Bonito (Véu da noiva I e II, Barra Azul, Pedra Redonda, da Gruta, Corrente, Bonito/Mágico e Paraíso)
19/06/2011	Campo Bom Jardim	Pedra do Navio
07/09/2011	Campo UFPE-CPRM	Pedra do martelo; Serra Negra (Mirante/Lajedo da Igreja); Fazenda Nova (Teatro/Afloramentos e Parque das Esculturas).
09/04/2013	Campo UFPE-USP	Serra das Russas
12/08/2013 a 16/08/2013	Campo Geologia Geral	Vale do Catimbau (trilha da caverna); Pedra Furada; Lajedo de Pedra (reconhecimento).
03/11/2012	Bonito	Cachoeira da Corrente
12/11/2013	Campo XXVSGNE¹	Serra Negra (Mirante/Lajedo da Igreja)
09/12/2013 a 13/12/2013	Campo Principal da Tese	Pedra do Navio; Serra Negra (caverna do Deda); Lajedo de Pedra; Vale do Catimbau (trilhas do chapadão e da igreja); Cimbres; Serra do Pará; Brejo da Madre de Deus (secretaria de turismo/sopé da serra do ponto).
28/01/2014 a 30/01/2014	Campo Geomorfologia	Pedra Furada; Vale do Catimbau (Trilhas: Alcobaça, Jerusalém).

Onde: XXVSGNE = 25º Simpósio de Geologia do Nordeste, realizado na cidade de Gravatá/PE.

2.1.4 ADAPTAÇÃO E TESTES DE METODOLOGIAS DE QUANTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Após a coleta de dados em campo, foram iniciadas as etapas de **Quantificação** e **Classificação** dos dados. Ao todo, foram **testadas 03 (três) metodologias de quantificação** já existentes: **Brilha (2005, 2015) e Pereira (2010)** e também **propostas mais 03 (três) novas metodologias** para quantificação: **Brilha (2005 e 2015 – Simplificados)**, que consistem em reduções/adaptações e **Quantificação por Fichas de Inventário**, desenvolvida para esta tese. Foram utilizados **critérios matemáticos** para a seleção e **redução da quantidade de critérios**, de modo a facilitar os trabalhos, porém, **sem perder a qualidade** na precisão dos cálculos de criação de *rankings* entre as áreas de interesse geológico analisadas.

Para a **classificação, representação dos dados e direcionamento de medidas de geoconservação** para cada geossítio e sítios de geodiversidade selecionado foram utilizados métodos matemáticos que compreendem o uso de **Gráficos Simples** (Pizza, Barra, Colunas, Dispersão), **Planos Cartesianos**, **Matriz de Prioridade (Hosti)**, **Matriz Swot (FOFA)**, **Matriz GUT** (Gravidade x Urgência x Tendência) e **Diagramas Triaxiais (ou Ternários)**. A confecção dos gráficos apresentados nesta tese se deu através do uso de ferramentas estatísticas simples e disponíveis no programa Excel da Microsoft: os gráficos simples e planos cartesianos foram construídos através do uso da aba **“Inserir Gráfico”**, a mais utilizada para esse fim no Excel (Figura 2.3). Já os gráficos de relações entre dados (Matrizes e Diagramas) foram construídos através da ferramenta **“SmartArt”**. (Figura 2.4)



Figura 2.3: Aba “Inserir Gráfico” do Excel, utilizada para confecção dos gráficos simples (de diversos tipos) e planos cartesianos.

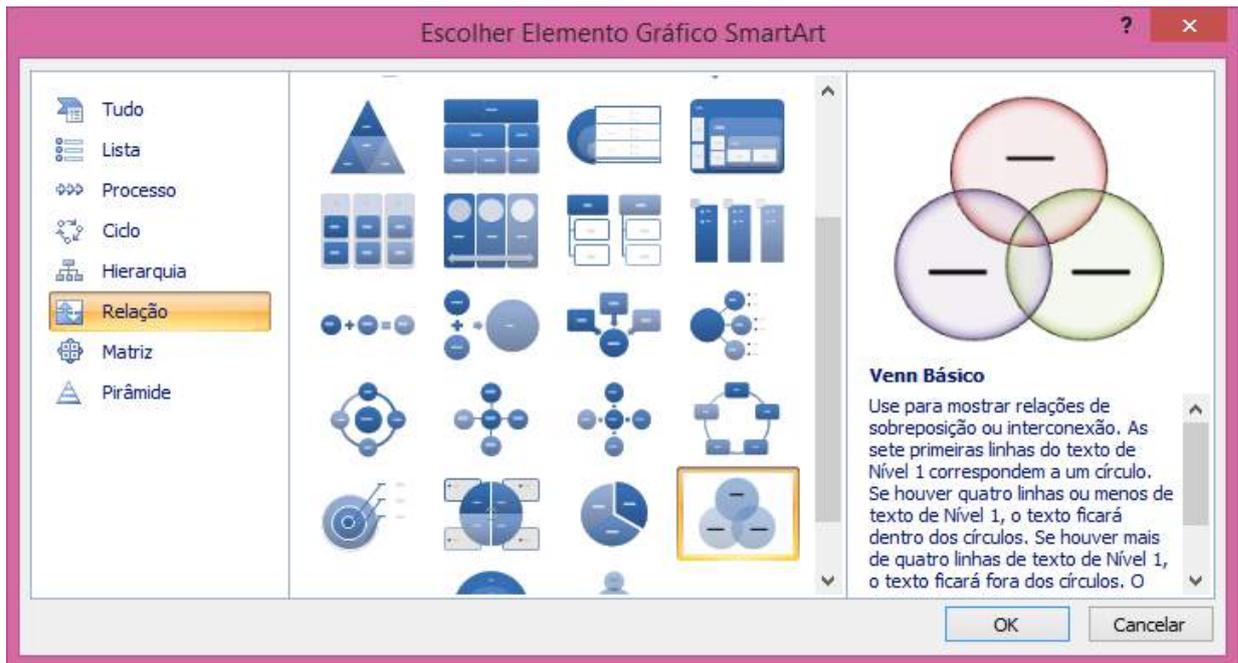


Figura 2.4: Ferramenta “*SmartArt*”, comum nos principais programas do pacote Microsoft Office e utilizada para confecção de Matrizes e Diagramas com relações entre dados.

2.1.5 ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS DE GEOCONSERVAÇÃO

E, posteriormente, foi desenvolvida uma estratégias de geoconservação adequada á realidade da mesorregião do Agreste de Pernambuco, cujos mecanismos consistem, dentre outras medidas, em **Representação Espacial** desses dados se deu através de confecção de **mapas temáticos**, a princípio, relacionado ao meio fisiográfico da região e sua caracterização utilizando **o programa de SIG por software livre *Quantum Gis (QGis)* na versão 2.8.1** (Figura 2.5), além das bases (*Shapefiles*) disponibilizados gratuitamente pela **CPRM, 2014 e FUNDARPE, 2014** (Governo de Pernambuco). Também foram sugeridos como **materiais interpretativos** para serem implantados na estratégia de geoconservação do Agreste de Pernambuco: **placas de informação geoturística, cartilhas, folhetos e roteiro para curso de formação de guias**, cujos layouts devem ser especialmente desenvolvidos pensando na realidade da referida área de estudos, agregando traços da cultura local. Também foi proposto o desenvolvimento de uma **página na web** para divulgar a importância da geoconservação do patrimônio geológico da região. E, por fim, a escrita, formatação e revisão da tese, conforme as normas exigidas pelo regimento do PPGEOC-UFPE.

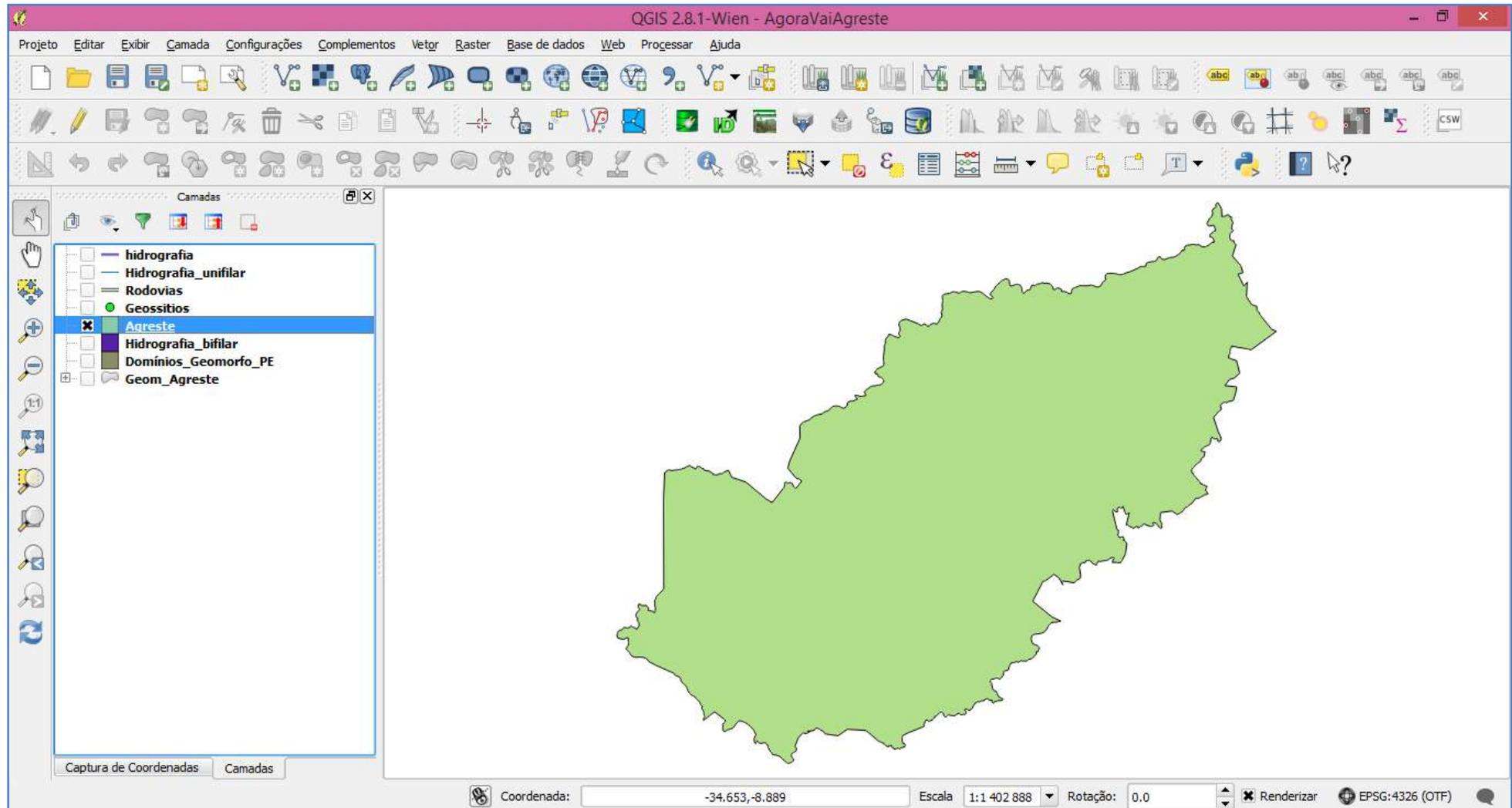


Figura 2.5: Tela inicial do Software livre *Quantum Gis* (QGIS) na versão 2.8.1 e utilizado para a confecção dos mapas temáticos (geoprodutos) apresentados nesta tese.

CAPÍTULO 3: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PRINCIPAIS CONCEITOS TRABALHADOS

3.1.1 GEODIVERSIDADE

Os estudos sobre os “4G’s” (geodiversidade, geoconervação, geoturismo e geoparques) tiveram início na década de 1990 em países da Europa e Austrália. Acredita-se que o termo “*Geodiversidade*” foi citado pela primeira vez em 1993, durante a Conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística, no Reino Unido.

Segundo Stanley (2000), a **Geodiversidade** pode ser compreendida como: “*variedade de ambientes, fenômenos e processos ativos, de caráter geológico, geradores de paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que constituem a base para a vida na Terra*”. Definição essa utilizada pela *Royal Society for Nature Conservation*, que compreende a importância da geodiversidade de forma holística. (Figura 3.1)



Figura 3.1: A Geodiversidade e sua relação com diferentes temáticas. Fonte: Silva, 2008

A geodiversidade, assim como a biodiversidade faziam parte do meio natural, que garante a subsistência dos seres humanos na Terra. Apesar da similaridade dos nomes e da equivalente importância, quando se trata do nível de divulgação dos mesmos entre a sociedade como um todo, existe uma grande diferença entre os termos. Enquanto que a biodiversidade é amplamente divulgada, o termo geodiversidade ainda é pouco expressado e automaticamente, menos conhecido. Essa disparidade pode ser explicada pelo fato de que os termos geológicos não costumam fazer parte da linguagem cotidiana da maioria das pessoas, sendo inclusive, pouco utilizados por profissionais de outras áreas de conhecimento, que não a Geologia. (MOREIRA, 2008 *op. cit.* MONDEJAR e REMO, 2004b).

Santos (2012) realizou um acompanhamento comparativo, durante o período de seis meses – junho a novembro de 2011 – dos resultados dos termos “geodiversidade” e “biodiversidade” (Português/ Inglês) em ferramentas de busca da internet. Experimento semelhantes haviam sido realizados anteriormente por Nascimento *et al.* (2008), porém, cabe destacar que são apenas comparativos, sem caráter estatístico válido. A tabela 3.1 mostra os resultados de 2011 comparados com novembro de 2014 e novembro de 2015.

Tabela 3.1: Acompanhamento de Resultados de Busca Pelos Termos “Geodiversidade”, “Biodiversidade”, “Geodiversity” e “Biodiversity” em Páginas de Pesquisa da Web							
Termos	Busca	2011*				2014	2015
		Jun	Setembro	Outubro	Novembro	Novembro	Outubro
Geodiversidade	G.C.	44.200	57.000	60.100	504.000	68.500	68.200
	G.A.	382	433	451	459	1.160	1.460
Biodiversidade	G.C.	4.380.000	5.350.000	5.830.000	5.230.000	5.480.000	6.100.000
	G.A.	45.200	48.700	47.800	50.700	128.000	150.000
Geodiversity	G.C.	98.600	145.000	141.000	342.000	193.000	188.000
	G.A.	1.720	1.880	1.900	1.940	4.160	4.970
Biodiversity	G.C.	35.600.000	47.500.000	46.200.000	45.600.000	51.600.000	44.400.000
	G.A.	872.000	929.000	916.000	927.000	1.360.000	1.470.000

* A busca foi realizada no 5º dia de cada um dos meses no período de acompanhamento. Onde: “G.C” = “Google Comum”; “G.A.” = “Google Acadêmico”. Amarelo = grande variação mês/mês (anormal)

Os dados apresentados na Tabela 2.1 mostram uma grande disparidade entre o número de resultados para a busca dos termos: biodiversidade/*biodiversity* x geodiversidade/*geodiversity*, com os primeiros em número muito maior, se comparados aos segundos. Nas buscas gerais (“GC”), há uma relação média do termo em Inglês de 1/327 e em Português de 1/97 (Outubro/2011). Na atualização de dados para novembro de 2014, essa relação se mantém um pouco menor, mas consideravelmente estável: 1/267 em Inglês e 1/80 em Português. Já em outubro do ano seguinte (2015), a disparidade nos resultados da buscas entre os termos volta a subir: 1/236 em Inglês e 1/89 em Português.

O mês de novembro de 2011 mostra uma anormalidade, com números muito elevados comparados aos meses anteriores e com queda brusca nos anos seguintes, o que pode ser explicado, provavelmente, pelo fato desta época coincidir com a divulgação dos primeiros eventos específicos na área, a exemplo do “I Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico”, realizado em setembro, na cidade do Rio de Janeiro.

No que diz respeito à pesquisa pautada na produção acadêmica (“GA”), a biodiversidade também domina o número de ocorrências no mês de outubro de 2011, com relações ainda maiores: de 1/482 em Inglês e 1/106 em Português, em relação à geodiversidade. Nos anos seguintes: Inglês (1/267) e Português (1/110) em novembro de 2014 e Inglês (1/236) e Português (1/103) em outubro de 2015, a tendência geral foi uma sutil diminuição nas proporções entre “*bio*” e “*geo*”, porém, ainda há uma disparidade grande na produção acadêmica entre as duas vertentes, o que pode se justificar pela tradição da primeira, que sempre foi muito mais largamente divulgada que a segunda.

De uma forma geral, em números absolutos e com algumas oscilações não muito expressivas, nota-se um crescimento do número de ocorrências de resultados de busca dos termos geodiversidade/*geodiversity* desde 2011 a 2015 sejam nas buscas gerais ou na busca específica por material científico. Este último, especialmente, sempre vem apresentando crescimento de um ano para outro, ao contrário das buscas na pesquisa geral, que dos momentos acompanhados, apresenta números inferiores aos anteriores.

Gray (2004) foi um dos primeiros autores a tentar classificar a geodiversidade, atribuindo à mesma, seis valores: **Intrínseco** (O mais subjetivos de todos: a importância do geossítio por si só, pelo simples ato de existir); **Cultural** (associação a elementos históricos, arqueológicos, sócio-culturais e/ou religioso); **Estético** (paisagens, beleza cênica); **Econômico** (O mais objetivo dos valores. Relacionado à exploração dos recursos minerais e energéticos, além da utilização de elementos da geodiversidade como matéria-prima na

fabricação de artesanatos, jóias e componentes de decoração); **Valor Funcional** (caráter utilitário para o homem, *in situ* ou não) e **Educacional/Científico** (capacidade de ilustrar processos). Esses valores geralmente são avaliados de forma qualitativa e subjetiva, de acordo com a sensibilidade do pesquisador que aplica esses critérios a determinada área de interesse geológico. Por exemplo, Santos (2012) aplicou os valores propostos por Gray (2004), classificando-os em **Alto (A), Médio (M), Baixo (B), Inexistente (I)**.

Da mesma forma que listou e definiu os diversos valores relativos à geodiversidade, Gray (2004), também exemplificou algumas das suas principais **ameaças**, que são: exploração dos recursos geológicos; desenvolvimento de obras e estruturas; excesso de cobertura vegetal (“florestação”), desmatamento e agricultura; atividades militares; atividades recreativas e turísticas; coleta de amostras para fins não científicos e desconhecimento do assunto.

Pereira *et al.* (2013), visando atribuir mais precisão à valoração do meio abiótico, apresenta um método para quantificação da geodiversidade, o qual denominou de “**índice de geodiversidade**”, método este que consiste na atribuição de valores numéricos (pontuação) a cada incidência ou variedade de determinados elementos da geodiversidade (solos, unidades de relevo, unidades geológicas, recursos hídricos), inseridos em cada quadricula que compõe um malha homogênea sobre toda a área pesquisada. O índice de geodiversidade é calculado através soma dos valores atribuídos aos elementos quantificados em cada quadrícula, podendo gerar mapas de intensidade. O método funciona muito bem e áreas extensas e que dispõem de boas bases cartográficas (mapeamentos prévios: mapas temáticos atualizados).

3.1.2 GEOSSÍTIOS, SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE E PATRIMÔNIO GEOLÓGICO

Compreendendo a abrangência da distribuição da geodiversidade na Terra e de modo à melhor direcionar as pesquisas, a mesma deve ser selecionada, devendo ser enfocados seus pontos de maior interesse geológico. Deste modo criou-se o conceito de **geossítio** (ou geotopo ou Lugar de Interesse Geológico – *LIG*, como classificam os espanhóis), que corresponde à ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade que afloram à superfície terrestre quer seja em resultado da ação de processos naturais ou devido à intervenção humana, devendo ser bem delimitada geograficamente e que apresente um valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico ou outros. (BRILHA, 2005)

Definir os limites geográficos de um geossítio não é uma tarefa muito fácil, esta forma, alguns parâmetros necessitam ser adotados. As dimensões podem variar muito, particularmente no Brasil, país de dimensões continentais, muitas geossítios se estendem por áreas que englobam muitos hectares. Alguns tipos de geossítios, porém, apresentam dificuldades quanto a sua delimitação espacial em decorrência da impossibilidade e de determinar uma abrangência precisa: a exemplo dos mirantes, que geralmente correspondem soma da área do ponto de observação e tudo o que a vista alcança a partir dele.

Fuertes-Gutiérrez e Fernandez-Martinez (2010) desenvolveram uma metodologia de classificação dos geossítios, dividindo-os em cinco tipos diferentes: **ponto, seção, área, mirante e área complexa** (Figura 3.2). Os autores também listam, conforme cada caso, as respectivas fragilidades, vulnerabilidades, resistência às pressões e propostas. Para a classificação dos geossítios desta tese, foi adotada essa metodologia.

No Brasil, existe um banco de dados para cadastro de geossítios conhecido como SIGEP (Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos), fundada em 1997 e vinculada ao Serviço Geológico do Brasil-CPRM, atualmente possui 116 geossítios cadastrados e muitas outras propostas em análise. Os geossítios cadastrados são publicados em formato de capítulo de livro, que fica disponível par consulta pública e download gratuitos. Até o momento, foram publicados três volumes: I (58); II (40) e III (18).

Typology	Definition	Fragility	Vulnerability	Resistance to pressure	Proposals
Point		Low to high	High	Low	Need protection
Section		Medium	Medium	Medium	A marked route has to be followed
Area		Low	Low	High	Easy to popularize
Viewpoint		Low	High (the panoramic)	High	Good sites to popularize
Complex area		Low, but locally high	Low, but locally high	High	Incorporation to natural protected areas

Figura 3.2: Tipologia para classificação de geossítios.
Fonte: Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martinez (2010)

Recentemente, o artigo de Brilha (2015) reformulou conceitos e trouxe modificações na nomenclatura das áreas de interesse geológico. O autor considera geossítios apenas aqueles locais (ou elementos da geodiversidade) com comprovada relevância científica voltada para as geociências e, mesmo que apresente outros valores agregados (estético, cultural, turístico), o valor científico deve preponderar. As demais, que apresentam elementos da geodiversidade (*in situ* e *ex situ*) que não possuam tanta relevância científica, mas que se destacam por caráter educativo e outros valores, o autor denominou de “**sítios de geodiversidade**”. O mesmo reforça ainda a idéia de que ambos (geossítios e sítios de geodiversidade) são passíveis de geoconservação, porém, devem ser tomadas estratégias distintas em cada caso. (Figura 3.3)

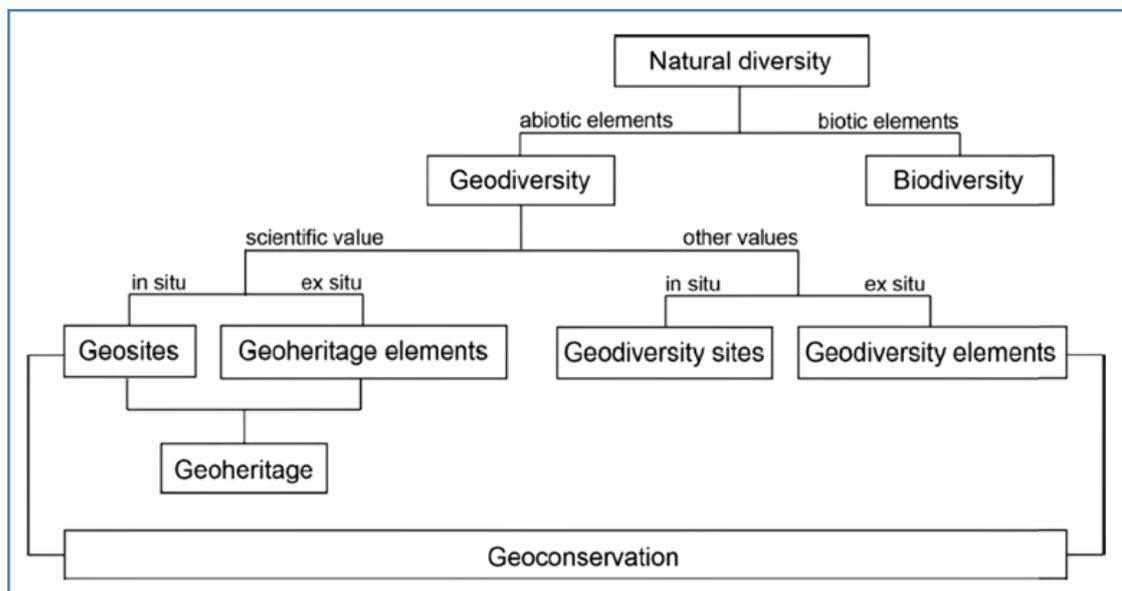


Figura 3.3: Organograma sobre o enquadramento dos geossítios e sítios de geodiversidade nas medidas de geoconservação. Fonte: Brilha (2015)

Entende-se por **patrimônio geológico** o conjunto de geossítios de um local, delimitado geograficamente, onde ocorrem elementos de geodiversidade, com valores singulares do ponto de vista científico, pedagógico, cultural ou turístico. É constituído por todos os recursos naturais não renováveis, quer sejam formações geológicas ou geomorfológicas, paisagens, afloramentos mineralógicos e paleontológicos (BRILHA, 2005). Nesta tese, porém, serão utilizados os conceitos referentes à metodologia descrita na Figura 3.3 (BRILHA, 2015).

Carcavilla Urquí (2012) utiliza o termo **geopatrimônio** como sinônimo de patrimônio geológico, onde menciona, inclusive, que os “4G’s” na verdade, são “5G’s” (geodiversidade, geossítios, geopatrimônio, geoconservação e geoturismo). Alguns autores, porém, evitam

utilizar essa terminação, pois acreditam que a palavra geopatrimônio é muito mais abrangente, englobando todas as dinâmicas da “geoesfera” e não especificamente o patrimônio geológico.

Sendo assim, a geodiversidade compreende um conjunto mais amplo, no qual o patrimônio geológico está inserido. Este último pode ser considerado como o “topo da geodiversidade”, ou seja, algo que se destaca nesse conjunto, apresentando valor excepcional. Sendo assim, “todo o patrimônio geológico faz parte da geodiversidade, mas nem toda geodiversidade é considerada um patrimônio geológico” (NASCIMENTO *et al.*, 2008).

3.1.3 MÉTODOS PARA INVENTÁRIO E QUANTIFICAÇÃO

Os estudos a respeito do patrimônio geológico envolvem alguns procedimentos metodológicos que englobam as seguintes etapas: Inventário, Quantificação, Classificação e Geoconservação. Estas primeiras quatro etapas precisam seguir uma seqüência temporal, sendo realizada uma após a outra. Na fase de conservação, porém, torna-se necessário que aconteçam simultaneamente a valorização, a divulgação e o monitoramento das ações, de modo que as medidas se mantenham e a geoconservação seja um ciclo constante. (Figura 3.4)



Figura 3.4: Etapas necessárias para geoconservação de geossítios.
Fonte: Nascimento *et al.* (2008)

A elaboração do inventário de geossítios depende de informações coletadas em campo com uso da caderneta ou através do preenchimento de fichas que auxiliam esse processo, direcionando as questões voltadas ao patrimônio geológico e criando categorias de análise que podem ser evidenciadas no campo (ex.: integridade, estado de conservação, diversidade de interesses, etc.). Uma das fichas muito utilizadas para esse fim foi desenvolvida pelo ProGEO (Associação Europeia para a Conservação do Patrimônio Geológico).

Após a realização do inventário é necessário que os geossítios sejam quantificados e classificados, de modo a determinar quais deles são mais relevantes dentro do conjunto (patrimônio geológico de determinado recorte espacial). Cabe destacar que o termo “classificação” em Portugal tem o significado de “proteção legal”, portanto, em algumas adaptações e traduções do “português de Portugal” para o brasileiro, há certa confusão, uma vez que a palavra classificação, no Brasil, significa “selecionar”. A quantificação e a classificação servem, principalmente, para o planejamento do uso dessas áreas, de modo que os investimentos sejam empregados conforme a necessidade de cada uma delas. A questão da proteção legal, no que diz respeito ao Brasil, muitas vezes torna-se a última etapa a ser efetivada nas estratégias de geoconservação. Isso ocorre, principalmente devido à morosidade dos processos judiciais e os conflitos de interesses entre políticos, sociedade (proprietários das respectivas terras) e legislação ambiental (lei do SNUC).

Para a quantificação dos geossítios são utilizadas metodologias específicas que atribuem valores numéricos a alguns dos elementos listados durante o inventário e que, somados, determinam o “valor” do geossítio. Assim que se definem os valores dos geossítios que representam o patrimônio geológico de uma determinada área, é definido um *ranking* do mais urgente (ou importante) para o menos. E também podem existir outras classificações associadas, a exemplo da classificação de relevância “regional”, “nacional” ou “internacional”. Muito desses métodos utilizam cálculos adicionais e médias ponderadas.

Pereira (2010) realizou um levantamento das principais propostas de métodos de quantificação do patrimônio geológico em um recorte temporal que vai de 1997 a 2009. (Quadro 3.1) Apesar de algumas propostas apresentarem direcionamentos diferentes (maior peso para critérios científicos, turísticos e/ou educativos), esses métodos têm em comum, além da difícil tarefa de atribuir valores numéricos a elementos subjetivos da natureza, o uso de categorias e critérios, aos quais são atribuídos pontos que, somados, definem através da criação de *rankings* dentro de um conjunto de locais aleatórios ou região, as áreas com maior necessidade de geoconservação e outras especificações correlatas.

Rivas <i>et al.</i> (1997)	Bruschi e Cendrero (2005)	Coratza & Giusti (2005)	Serrano & Gonzalez Trueba (2005)	Pralong (2005)	Pereira (2006)	Zouros (2007)	García-Cortés & Urquí (2009)
Estado de Conservação 1. Grau de preservação / deterioração Qualidade do Sítio de interesse Geomorfológico (SGI) 2. Abundância relativa 3. Diversidade de elementos de Interesse 4. Extensão (área percentual em relação aos demais SGI) 5. Representatividade para processos geológicos-geomorfológicos 6. Grau de conhecimento científico Uso Potencial 7. Possibilidade de realização de atividades 8. Numero de habitantes nos arredores 9. Disponibilidade de serviços nos arredores 10. Acessibilidade 11. Condições de observação	Qualidade Intrínseca (mérito científico) 1. Abundância /raridade 2. Grau de conhecimento científico 3. Uso como exemplo de modelos ou processos 4. Diversidade de elementos de interesse 5. Idade 6. Local-tipo 7. Associações com patrimônio histórico, arqueológico ou artístico 8. Associações com outros elementos do patrimônio natural 9. Estado de conservação Uso Potencial 10. Atividades que podem ser desenvolvidas (Cient., educ., turísticas, coleta de materiais,...) 11. Condições de observação 12. Acessibilidade 13. Extensão (área) 14. Proximidade com centros urbanos 15. Condições sócio-econômicas da área Ameaças Potenciais e Necessidades de Proteção	Valor Científico 1. Grau de conhecimento por especialistas 2. Valor para pesquisa científica 3. Valor Educativo 4. Área 5. Raridade 6. Grau de Conservação 7. Exposição (visibilidade, impacto visual) 8. Valor adicional (turístico, ecológico,...)	Valor Científico 1. Gênese 2. Morfologia 3. Dinâmica 4. Cronologia 5. Litologia 6. Estruturas geológicas 7. Estruturas sedimentares Valor Adicional 8. Paisagem e valor cênico (estética) 9. Elementos culturais 10. Valor educativo 11. Valor científico 12. Valor turístico Valor de uso e gestão 13. Acessibilidade 14. Fragilidade 15. Vulnerabilidade 16. Intensidade do uso 17. Risco de degradação 18. Estado de conservação 19. Impactos (elementos antrópicos que afetam diretamente o sítio) 20. Condições de observação 21. Potencial para absorver alterações	Valor Cênico 1. Quantidade de miradouros 2. Distância média entre os miradouros 3. Superfície 4. Altitude 5. Contraste de cores com os arredores Valor Científico 6. Interesse paleogeográfico 7. Representatividade 8. Percentagem de área em relação à sítios do mesmo tipo 9. Raridade 10. Integridade 11. Interesse ecológico Valor Cultural 12. Hábitos histórico- culturais 13. Representação iconográfica 14. Relevância histórica e arqueológica 15. Relevância religiosa e metafísica 16. Eventos culturais e/ou artísticos Valor Econômico 17. Acessibilidade 18. Numero anual de visitantes 19. Nível oficial de proteção 20. Atratividade (local, regional, nacional, internacional) Grau de uso da área 21. Área utilizada 22. Numero de infraestruturas 23. Ocupação sazonal 24. Ocupação diária Modalidade de uso 25. Uso do valor cênico 26. Uso do valor científico 27. Uso do valor cultural 28. Uso do valor econômico	Valor Científico 1. Integridade 2. Representatividade 3. Diversidade de elementos geomorfológicos de importância 4. Elemento Geológico 5. Existência de conhecimento científico associados a nível nacional 6. Abundância/raridade a nível nacional Valor de Uso 7. Valor Cultural 8. Valor Estético 9. Valor Ecológico Valor Adicional 10. Condições de acessibilidade 11. Condições de visibilidade 12. Uso atual de interesse geomorfológico 13. Outros interesses naturais e culturais e usos atuais 14. Proteção oficial e limitações de uso 15. Equipamentos e serviços de apoio ao uso Valor de Preservação 16. Integridade 17. Vulnerabilidade à deterioração antrópica	Valor Científico e Educacional 1. Integridade 2. Raridade 3. Representatividade 4. Exemplaridade 5. Geodiversidade 6. Valor Ecológico e Estético 7. Valor Cultural Ameaças potenciais e Necessidade de Proteção 8. Proteção legal 9. Vulnerabilidade Uso Potencial 10. Reconhecimento 11. Distribuição geográfica 12. Acessibilidade 13. Potencial econômico	Valor Intrínseco 1. Representatividade 2. Caráter de localidade tipo ou de referência 3. Grau de conhecimento científico do lugar 4. Estado de conservação 5. Condições de observação 6. Raridade 7. Diversidade geológica 8. Espetacularidade e beleza Valor Intrínseco e de Uso 9. Contéudo de divulgação / Uso divulgativo 10. Contéudo didático / Uso didático 11. Possíveis atividades a serem realizadas Valor de Uso 12. Infraestrutura logística 13. Enquadramento socio-econômico 14. Associação com outros elementos do patrimônio natural, histórico e etnológico (tradições) Valor de Uso e Proteção 15. Densidade populacional 16. Acessibilidade 17. Fragilidade intrínseca 18. Proximidade com zonas recreativas Valoração da vulnerabilidade 19. Vulnerabilidade antrópica 20. Interesse para a exploração mineira 21. Vulnerabilidade natural 22. Fragilidade intrínseca 23. Regime de proteção 24. Proteção física ou indireta 25. Acessibilidade 26. Regime de propriedade do solo 27. Densidade populacional 28. Proximidade de zonas recreativas

Quadro 3.1: Levantamento da evolução dos métodos de quantificação do patrimônio geológico em um recorte temporal de 1997 a 2009.

Fonte: Pereira (2010) – Adaptado.

Os métodos de quantificação e classificação tem se aperfeiçoado desde o final da década de 1990. Os principais desafios são reduzir a subjetividade das análises e determinar critérios de diferenciação em geossítios que possuem a mesma pontuação, mas que na prática, apresentam características muito distintas entre si, inclusive, determinadas pelas questões sócio-espaciais. No geral, o que temos visto é que as metodologias mais recentes acabam se configurando em adaptações das mais antigas, acrescentando, removendo ou redistribuindo critérios e valores, utilizando-se de médias ou valores absolutos de modo a aperfeiçoar a análise e também adequá-las a diferentes realidades.

Para a quantificação das áreas de interesse geológico no Agreste de Pernambuco, objeto de estudo desta tese, serão utilizados os métodos de **Brilha (2005)**, **Pereira (2010)** e **Brilha (2015)**, apresentados no quadro 3.2. A escolha desses métodos se deu por três motivos principais: 1º) apresentam relação espaço-temporal uniformes entre si (cinco anos) e acabam por representar momentos diferentes da evolução das propostas de métodos de quantificação; 2º) possuem número de critérios, categorias, pesos e modos de cálculos de valores distintos e; 3º) os métodos de Brilha (2005/2015) são mundialmente conhecidos e criados considerando a realidade européia e o método de Pereira (2010) foi uma das primeiras propostas voltadas à realidade brasileira, especificamente em regiões do semiárido nordestino. Acredita-se que as diferenças entre a configuração dos três métodos aplicados a uma área comum podem servir como uma interessante fonte de análise. Os mesmos são descritos com mais detalhes a seguir:

Método de Brilha (2005):

O **método de Brilha (2005)** possui 22 (vinte e dois) critérios divididos em três categorias de análise: Valor intrínseco (A), Uso potencial (B) e Necessidade de proteção (C). (Quadro 3.2). A quantificação se dá através da pontuação de cada critério (1 a 4 pontos), que são somados e, posteriormente, aplica-se uma média aritmética $(A+B+C/3)$, que possibilita criar um *ranking* entre um grupo de geossítios, determinando seu valor de quantificação (Q). Se um geossítio satisfaz aos pré-requisitos de pontuação de uma série critérios específicos, passa a ser considerado de **relevância nacional/internacional**. Neste caso, a média para sua quantificação torna-se ponderada, onde: $2A + B + 1,5C/3$. Os demais são classificados como de relevância **local/regional**. Cabe ressaltar que sua criação foi baseada na metodologia de Uceda/Cendrero (2000) e, posteriormente, adaptado pela CPRM para a quantificação dos geossítios brasileiros através do programa *Geossit* (cadastro de geossítios), criado em 2012.

QUADRO 3.2: MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO		
Brilha (2005)	Pereira (2010)	Brilha (2015)
Estabelecimento de critérios objetivos para definir o valor intrínseco dos geossítios, o seu uso potencial e a necessidade de proteção.	Desenvolvido e aplicada à área da Chapada Diamantina (Bahia, Brasil) e baseia-se na análise dos valores intrínseco, científico, turístico e de uso.	Critérios específicos para quantificar “geossítios” (com valor científico) e sítios de geodiversidade (que possuem outros valores, mas o científico não é tão relevante).
<p>Valor Intrínseco</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Abundância/raridade 2. Extensão superficial 3. Grau de conhecimento científico 4. Utilidade como modelo para ilustração de processos geológicos 5. Diversidade de elementos de interesse 6. Local tipo 7. Associação com elementos de índole cultural 8. Associação com outros elementos do meio natural 9. Estado de Conservação <p>Uso Potencial</p> <ol style="list-style-type: none"> 10. Possibilidade de realizar as atividades propostas 11. Condições de observação 12. Possibilidade de colheita de objetos geológicos 13. Acessibilidade 14. Proximidade a povoações 15. Número de habitantes 16. Condições sócio-econômicas <p>Critérios relacionados com a necessidade de proteção dos geossítios</p> <ol style="list-style-type: none"> 17. Ameaças atuais e/ou potenciais 18. Situação atual 19. Interesse para exploração mineira 20. Valor dos terrenos 21. Regime de propriedade 22. Fragilidade 	<p>Valor Intrínseco</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vulnerabilidade associada a processos naturais 2. Abundância/Raridade 3. Integridade 4. Variedade de elementos da geodiversidade <p>Valor Científico</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Objeto de referências bibliográficas 6. Representatividade de materiais e processos geológicos 7. Diversidade de interesses/temáticas associados 8. Relevância didática <p>Valor Turístico</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Aspecto estético 10. Acessibilidade 11. Presença de infraestrutura 12. Existência de utilização em curso 13. Presença de mecanismos de controle de visitantes <p>Valor de Uso/Gestão</p> <ol style="list-style-type: none"> 14. Relevância cultural 15. Relevância econômica 16. Nível oficial de proteção 17. Passível de utilização econômica 18. Vulnerabilidade associada ao uso antrópico 19. População do núcleo urbano mais próximo 20. Condições sócio-econômicas dos núcleos urbanos mais próximos 	<p>Valor Científico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Representatividade 2. Local-tipo 3. Publicações 4. Integridade 5. Diversidade 6. Raridade 7. Limitações de uso <hr/> <p>Valor Educacional (Potencial de Uso Educacional)</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. Vulnerabilidade 9. Acessibilidade 10. Limitações 11. Segurança 12. Logística 13. População 14. Outros valores 15. Beleza cênica 16. Singularidade 17. Observação 18. Didática 19. Diversidade <p>Valor Turístico (Potencial de Uso Turístico)</p> <ol style="list-style-type: none"> 20. Vulnerabilidade 21. Acessibilidade 22. Limitações 23. Segurança 24. Logística 25. População 26. Outros Valores 27. Beleza Cênica 28. Singularidade 29. Observação 30. Interpretação 31. Economia 32. Lazer <p>Risco de Degradação</p> <ol style="list-style-type: none"> 33. Deterioração 34. Proximidade Risco 35. Proteção Legal 36. Acessibilidade 37. Densidade Populacional

Quadro 3.2: critérios dos métodos de qualificação de Brilha (2005), Pereira (2010) e Brilha (2015).
 Fonte: Pereira (2010) – Adaptado e atualizado a partir de 2010.

Método de Pereira (2010):

Pereira (2010), através de adaptações de vários métodos, criou um uma nova quantificação adaptada à realidade da Chapada Diamantina, no semiárido brasileiro. (Quadro 3.2). Sua metodologia foi definida através de 20 critérios divididos em quatro categorias: Valor Intrínseco (Vi), Valor Científico (Vci), Valor Turístico (Vtur) e Valor de Uso/Gestão (Vug), nos quais a ênfase se dá, principalmente, nas possibilidades de uso dessas áreas (turismo/uso), que correspondem a 60% do total de critérios elencados. O tipo de cálculo utilizado para determinar o *ranking* entre as áreas de interesse geológico mostra-se um pouco mais complexo do que comumente era utilizado nas propostas de quantificação anteriores. Pereira (2010) chamou o valor final dos geossítios de “**Ranking de Relevância (R)**”, cujo resultado é obtido a partir da seguinte equação: $R = \{2*[(VUC/20)*100] + [(VUT/20)*100]\}$, onde: “VUC” (Valor de Uso Científico) é determinado a partir de $VUC = (2*Vi + 3*Vci)/5$, “VUT” (Valor de Uso Turístico) é $VUT = (3*Vtur + 2*Vug)/5$ e “VC” (Valor de Conservação) corresponde ao resultado de $VC = (3*Vi + Vci + Vug)/5$.

Método de Brilha (2015):

No início de 2015, surge uma nova proposta de método de quantificação do patrimônio geológico. Enquanto que os métodos, até então, costumavam submeter geossítios com especificidades diferentes ao mesmo conjunto de critérios, o método de **Brilha (2015)** apresenta uma proposta mais dinâmica, atribuindo uma análise mais detalhada e personalizada para cada tipo de especificidade das áreas de interesse geológico estudadas, evitando-se generalizações e perda de informações relevantes através da definição de médias finais.

Um dos pontos interessantes nessa nova proposta é uma maior homogeneidade entre as etapas de inventário e quantificação. Antes de iniciar a atribuição de valores, o pesquisador deve ter consciência da relevância científica daquela área, para assim poder classificá-la como um “geossítio” (caso possua valor científico comprovado) ou “sítio de geodiversidade (quando possua outros valores associados e o científico não seja o principal motivo para a sua conservação). Esta identificação, ainda na fase do inventário, determinará as diretrizes para a quantificação das áreas selecionadas. Geossítios (Figura 3.5) e sítios de geodiversidade são analisados de modos distintos, com base em grupos de critérios específicos.

GEOSITES	
Inventorying limited areas	Inventorying large areas
Geological literature review	
Consulting with experts that have worked in the area	
	Definition of geological frameworks and assignment of the respective scientific coordinators Scientific characterisation of each geological framework Identification of geosites representative of each geological framework
List of potential geosites	List of potential geosites by geological framework
Fieldwork for the identification of new geosites and for the qualitative assessment of each geosite in the list of potential geosites, based on the following four criteria: <ul style="list-style-type: none"> - representativeness - integrity - rarity - scientific knowledge 	
Final list of geosites with complete characterization	Final list of geosites by geological framework with complete characterization
Quantitative assessment of SV	
Quantitative assessment of the degradation risk	
Final geosites list of the area sorted by the SV and degradation risk	Final geosites list of the area by geological framework, sorted by the SV and degradation risk
Eventual quantitative assessment of educational and touristic potential uses	

Figura 3.5: Proposta de etapas para inventário e quantificação de geossítios em áreas restritas e extensas. Fonte: Brilha (2015)

O método Brilha (2015) possui, ao todo, 37 (trinta e sete) critérios que se dividem em quatro categorias de análise: **Valor Científico (VC)**, **Potencial de Uso Educacional (PEU)**, **Potencial de Uso Turístico (PTU)** e **Risco de Degradação (RD)**. Definidos os Geossítios, sua quantificação é realizada com todos os 37 critérios (7-VC, 12-PEU, 13-PTU e 5RD). Já nos sítios de geodiversidade, os critérios referentes ao valor científico não necessitam ser quantificados, uma vez que não apresenta tanta relevância, ou seja, a questão científica não é o principal motivo que justifique a geoconservação daquela área. Deste modo, aos sítios de geodiversidade são atribuídos 30 critérios a serem quantificados (12-PEU, 13-PTU e 5RD). Neste novo método, não há presença de médias gerais: a análise se dá através do valor absoluto final de cada categoria e os dados são cruzados de forma mais independente.

O ponto mais importante da contribuição do método Brilha (2015), acredita-se que seja a maior facilidade de interpretação, contribuindo para que as informações sejam analisadas em conjunto e individualmente. Por exemplo, um geossítio pode ter um grande valor científico e um baixo valor turístico, mesmo assim, dependendo dos objetivos do inventário e da relevância do mesmo, pode se tornar prioritário para a geoconservação, em detrimento de outros com apelo turístico mais elevado. O fator “*Risco de Degradação*” (RD), comum a geossítios e sítios de geodiversidade, também pode ser o critério primordial no momento em decidir quais os pontos que são considerados mais urgentes de intervenções públicas/privadas. Dentre as quatro categorias de análise neste novo método, esta é a única que apresenta uma classificação através de grupos de valores, que pode enquadrar os locais analisados com riscos de degradação Alto (301-400), Moderado (201-300) e Baixo (<200).

3.1.4 GEOCONSERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Alguns autores defendem que o surgimento das idéias de geoconservação do patrimônio natural tenha ocorrido em 1991, durante o “I Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico”, em Digne – França, quando foi elaborada a “Declaração Internacional dos Direitos da Memória da Terra.” (MOREIRA, 2008). Em 1992, foi criada uma das primeiras iniciativas voltadas para a conservação do patrimônio geológico, o “ProGEO” (Associação Européia para a Conservação do Patrimônio Geológico), voltado para a catalogação e conservação de sítios e paisagens de interesse geológico existentes na Europa.

As principais estratégias de proteção aplicáveis ao patrimônio natural são a preservação e a conservação. A preservação defende que o patrimônio deve ser mantido intacto, “isolado”, protegido de toda e qualquer intervenção humana. A conservação, porém, admite o uso desse mesmo patrimônio, desde que realizado de modo sustentável. Dentre essas duas estratégias, a que mais se aplica a proteção do patrimônio geológico é a conservação ou, mais especificamente, a **geoconservação**. (RUCHKYS, 2007 *op. cit.* PELLEGRINI, 2000).

Segundo Brilha (2005), a geoconservação tem como objetivo a conservação e gestão do patrimônio geológico e dos processos naturais a ele associados, podendo atuar em sentido

amplo e também em sentido restrito. Em seu sentido mais amplo, a geoconservação visa o uso e gestão sustentável da geodiversidade como um todo; já no sentido restrito, prioriza apenas elementos da geodiversidade que possuam algum tipo de valor excepcional, acima da média.

Sharples (2002) apresenta uma listagem das atribuições pertinentes à geoconservação da natureza, são elas: conservar e assegurar a manutenção da geodiversidade; proteger e manter a integridade dos locais com relevância em termos de geoconservação; minimizar os impactos adversos dos locais importantes em termos de geoconservação; interpretar a geodiversidade para os visitantes de áreas protegidas e; contribuir para a manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos dependentes da geodiversidade. (Figura 3.6)

Para Ruchkys (2007), a geoconservação da natureza representa uma responsabilidade internacional, uma vez que as áreas de interesse geológico e seus atributos não "respeitam" os limites impostos pelas fronteiras político-administrativas e, muitas vezes, as ultrapassam. Neste contexto, são extremamente importantes as iniciativas voltadas para o desenvolvimento de estratégias de geoconservação a nível mundial, colocando a proteção do patrimônio geológico como necessidade universal, acima de qualquer instância política ou geográfica.



Figura 3.6: Bases para o exercício da geoconservação.
Fonte: Nascimento *et al.* (2008) *op. cit.* Brilha (2005)

3.1.5 GEOPARQUES E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Seguindo essa tendência de valorização e conservação do patrimônio geológico mundial, no ano de 2004, a UNESCO (Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura) decidiu apoiar a criação da “Rede Global de Geoparques” (em inglês, *Geoparks*) e em 2015, aprovou o Programa Internacional Geociências e Geoparques. No Brasil, essa vertente teve início em 2006, quando a CPRM lançou o Projeto Geoparques.

Um geoparque deve ser um território de limites bem definidos, com uma área suficientemente grande para servir de apoio ao desenvolvimento socioeconômico local. Deve abranger um determinado número de sítios geológicos relevantes ou um mosaico de aspectos geológicos de especial importância científica, raridade e beleza, que seja representativo de uma região e da sua história geológica, eventos e processos. Além do significado geológico, deve também possuir outros significados, ligados à ecologia, arqueologia, história e cultura. (UNESCO, 2004).

Para ingressar na Rede Mundial de *Geoparks*, a área proposta deve possuir um número representativo de geossítios e passar por uma criteriosa seleção que leva em consideração diversos fatores. A partir daí, é realizada a análise da relevância desta área potencial por uma comissão de especialistas da UNESCO. Desde a sua criação, o programa *Geoparks* fundou 120 geoparques globais, em 33 países membros (UNESCO, 2015).

Em 2005, a CPRM (Serviço Geológico do Brasil), por meio do Departamento de Gestão Territorial, lançou o "Projeto Geoparques", com o objetivo identificar, classificar, descrever, catalogar, georreferenciar e divulgar os geoparques do Brasil, além de definir diretrizes para seu desenvolvimento sustentável. Dentre as áreas no território nacional com potencial para se tornarem futuros Geoparques, podem ser citadas: o arquipélago de Fernando de Noronha (PE), a Chapada Diamantina (BA), as Cataratas do Iguaçu (PR), o Quadrilátero Ferrífero (MG) e os Lençóis Maranhenses (MA). (SCHOBENHAUS, 2005).

Em 2006, o *Geopark Araripe*¹ foi reconhecido pela UNESCO como o primeiro geoparque do Brasil, do Hemisfério Sul e das Américas. Situado na porção cearense da bacia sedimentar do Araripe (extremo sul do Estado do Ceará), ocupa uma área aproximada de 4.000km². Ao todo, possui nove geossítios de grande valor geológico e paleontológico,

¹ Fonte: Site do Geopark Araripe. Disponível em: <http://www.geoparkararipe.org.br/geopark-website/newsCommand.do?METHOD_KEY=findLatestNews> Acesso em: 25/09/2014.

localizados nos municípios do Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri. Atualmente, além do Geoparque Araripe, a UNESCO também concedeu chancela a um segundo geoparque na América Latina: o Geoparque “*Grutas del Palacio*”, no Uruguai e outras propostas estão na iminência de aprovação.

Algumas propostas de geoparques brasileiros encontram entraves para aprovação da chancela da UNESCO. Alguns desses problemas podem estar relacionados ao fato de que muitos deles, tratam de projetos para uso futuro, que ainda não funcionam na prática. Outro fator complicador pode ser o embate com a lei do SNUC (Lei Federal 9.985/2000), que determina que a maioria das Unidades de Conservação, a exemplo dos Parques Nacionais (PARNA), deve ser “preservada”, o que implica a desapropriação da população local para que a área fique menos sujeita aos danos decorrentes da ação antrópica. O problema é que o conceito de geoparque advoga justamente o oposto: que a população residente deve permanecer e deve aprender a lidar com o patrimônio geológico de modo sustentável, garantindo através dele sua subsistência e conservando-o para as gerações futuras. Desta forma, alguns potenciais geoparques que estão inseridos integralmente em áreas de Parques Nacionais e devem ser ampliados para englobar populações próximas, fora das áreas do parque e assim, cumprir o pré-requisito da UNESCO, mesmo de forma paliativa.

3.1.6 GEOTURISMO E MEIOS INTERPRETATIVOS

Nos geoparques, o turismo de base geológica ou **geoturismo** torna-se uma importante (senão a principal) ferramenta para o uso sustentável dos geossítios, protegendo o patrimônio geológico através da conscientização dos visitantes e da divulgação do conhecimento das Geociências de forma mais acessíveis a diversos níveis de entendimento. O termo, citado pela primeira vez por Hose (1995) e passou por alguns ajustes ao longo dos anos. Em definição mais recente, desenvolvida por Ruchkys (2007), conceitua o geoturismo da seguinte forma:

Um segmento da atividade turística que tem o patrimônio geológico como seu principal atrativo e busca sua proteção por meio da conservação de seus recursos e da sensibilização do turista, utilizando, para isto, a interpretação deste patrimônio tornando-o acessível ao público leigo, além de promover a sua divulgação e o desenvolvimento das ciências da Terra.

Compreende-se ainda que a geoconservação deva ser prioritária ao geoturismo e a educação, pois esses últimos devem existir somente quando reunidos mecanismos suficientes para o conhecimento e controle efetivo dos elementos que compõem a geodiversidade de uma determinada região (MOREIRA, 2008; BRILHA, 2005; ARAÚJO, 2005). (Figura 3.7)

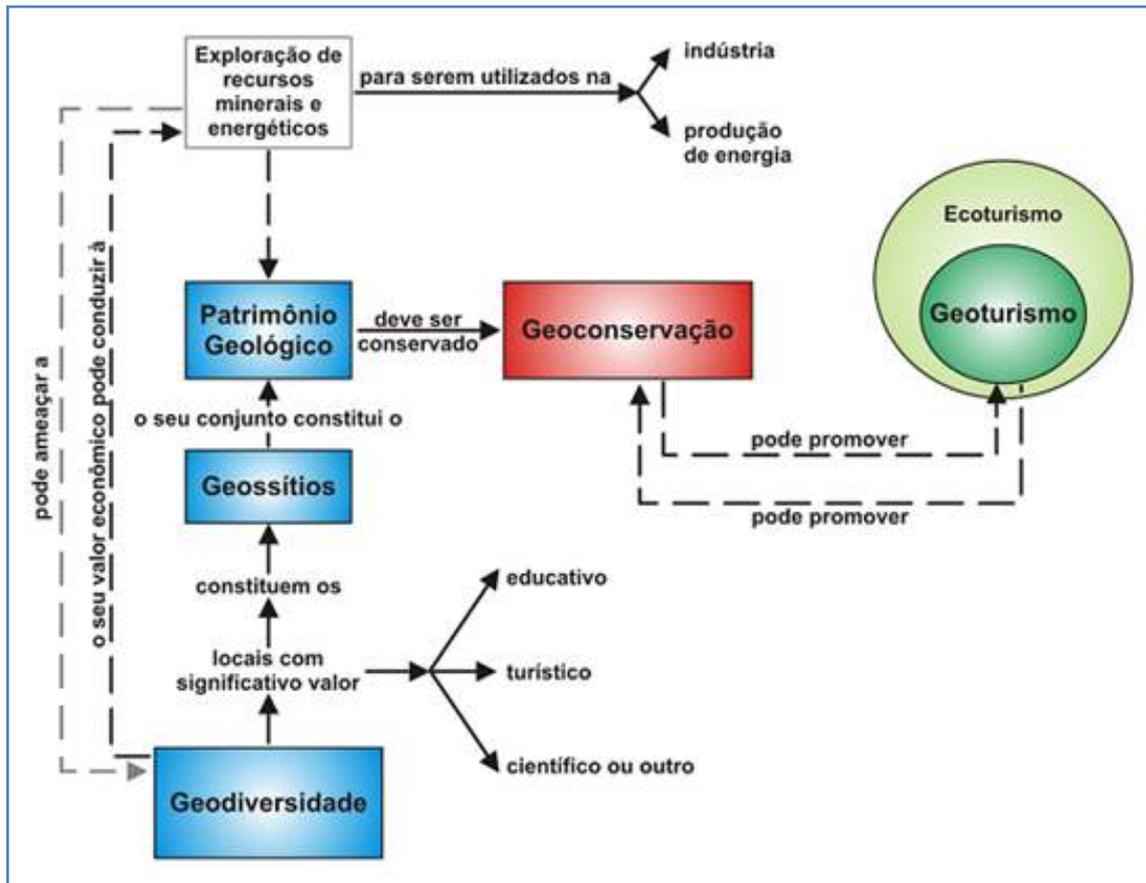


Figura 3.7: Diagrama representando as relações existentes entre os conceitos de geodiversidade, geossítios, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo (ARAÚJO, 2005.)

Segundo Brilha (2005), o geoturismo apresenta uma grande importância na valorização e geoconservação do patrimônio geológico, podendo constituir-se ainda em instrumento na concretização do desenvolvimento sustentável. Dentre os mecanismos utilizados nesse processo, procura-se estimular a criação de atividades econômicas suportadas pela geodiversidade da região, assim como o envolvimento das comunidades locais no manejo adequado desses sítios geológicos e a transmissão desse conhecimento aos visitantes.

Para Hose (2000) os chamados “geoturistas” podem ser agrupados em dois grupos principais: os “geoturistas dedicados”, ou seja, pessoas que escolhem deliberadamente visitar locais de interesse geológico/geomorfológico e exposições relacionadas, com o intuito de

lazer e também de adquirir novos conhecimentos e; os “geoturistas casuais”, que visitam essas mesmas áreas com o principal objetivo de lazer, sem nenhuma pretensão de conhecimento.

O mesmo autor, baseado em estudos realizados no Reino Unido, descreve as principais características que definem o perfil dos típicos “**geoturistas**”: 1) Em sua maioria são turistas acidentais, que descobrem o patrimônio geológico por acaso; 2) Possuem muito pouco ou nenhum conhecimento sobre Geologia; 3) Os adultos costumam ter idades superiores a 30 anos; 4) Geralmente são casais ou pequenos grupos familiares com crianças; 5) Apreciam a presença de centros com painéis interpretativos; 6) Estão dispostos a pagar apenas entradas moderadas; e 7) Só observam os painéis interpretativos durante um curto período de tempo.

De modo a facilitar o acesso a essa informação relativa à geodiversidade e à geoconservação do patrimônio geológico é importante que sejam desenvolvidas estratégias específicas, utilizando os mais diversos meios de informação disponíveis, adequando-os aos mais variados níveis intelectuais (Figura 3.8):

Tipos de Geoturistas e Meios de Interpretação			
Fora de Campo	<p>Revistas Científicas e Periódicos</p> <p>Exposições Tradicionais em Museus</p> <p>Revistas Geológicas</p>	<p>Alto Nível Intelectual (Acadêmicos)</p> <p>Geólogos Graduados e Pós-Graduados</p> <p>Colecionadores</p> <p>Guias de Turismo</p>	Em Campo
	<p>Exposições Inovadoras em Museus</p>	<p>Estudantes de Nível Médio</p> <p>Aficionados em Geologia com Fins Recreativos</p> <p>Exposições em Centros de Convenções</p> <p>Estudantes de Nível Básico</p> <p>Turistas em Geral</p> <p>Baixo Nível Intelectual (Público em Geral)</p> <p>Folhetos</p> <p>Exposições em Receptivos Turísticos</p> <p>Painéis</p>	

Figura 3.8: Quadro representando os tipos de instrumentos de interpretação da geodiversidade mais adequados, levando em conta o nível intelectual dos “geoturistas”. (HOSE, 2000).

Acredita-se, que para ser realizado de forma efetiva e eficaz, o geoturismo deve se pautar no papel interdisciplinar das Geociências, visando estimular a interação entre geocientistas, estudantes, profissionais de outras áreas de conhecimento e o público leigo. Também é necessário ordenamento e gestão, de modo a contribuir para que a divulgação dos saberes geológicos não ponha em risco a geoconservação do patrimônio natural. Esse desafio deve ser superado através da aplicação de práticas econômicas sustentáveis, que promovam o desenvolvimento efetivo das regiões que abrigam esses geossítios, onde o “conhecer” torna-se a principal ferramenta para instigar, nos atores envolvidos, o desejo de “conservar”.

3.2 MÉTODOS MATEMÁTICOS UTILIZADOS NA TESE

3.2.1 GEOESTATÍSTICA: POPULAÇÃO X AMOSTRA

De acordo com Leone *et al*, (2007), a técnica de **Amostragem** pode ser definida como: “conjunto de procedimentos necessários para descrever e selecionar as amostras, de maneira aleatória ou não, e quando bem utilizado é um fator responsável pela determinação da representatividade da amostra.” Seus elementos principais são o **Universo** ou **População**, que se configura em um conjunto de elementos que apresentam pelo menos uma característica em comum e a **Amostra**, que é um sub-conjunto representativo desse universo. (Figura 3.9)

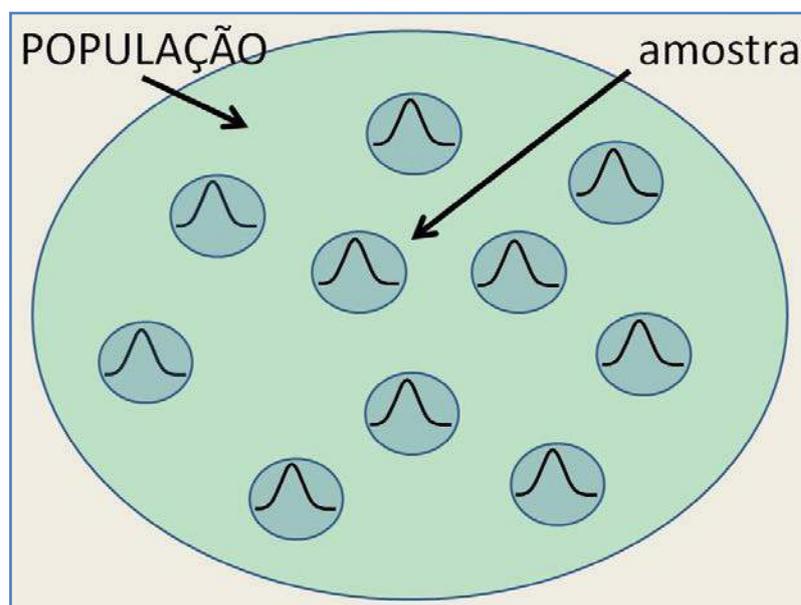


Figura 3.9: Esquema mostrando a relação entre População x Amostra.
Fonte: https://ferraudo.files.wordpress.com/2011/02/popu_amo1.jpg

Fernandes (1999) afirma que, para ser considerada válida, uma amostra deve apresentar duas características essenciais: 1º) **Representatividade**: nas proporções quantitativas e qualitativas referentes à população que a possui e, 2º) **Imparcialidade**: todos os elementos da população devem ter as mesmas possibilidades de compor a amostra.

Deste modo, pode-se definir que a estatística e seleção de amostras entre geossítios não é uma ferramenta viável, uma vez que se trata de áreas selecionadas em um conjunto por possuírem características excepcionais (qualitativas) e não quantitativas, sendo, portanto, únicas. Já nos sítios de geodiversidade, o emprego da análise estatística pode ser útil, desde que se tomem os devidos cuidados para que os valores quantitativos não sobreponham e anulem completamente aos fatores qualitativos dessas áreas de interesse geológico.

De forma geral, são utilizados dois tipos de amostragem: a Probabilística e a Não Probabilística. **Amostragem Probabilística** (ou aleatória) pode ser submetida a tratamento estatístico e ocorre quando “cada elemento da população tem uma chance conhecida e diferente de zero de ser selecionado para compor a amostra.” (MATTAR, 2001). O mesmo autor afirma que: na **Amostragem não probabilística** “a seleção dos elementos da população para compor a amostra depende ao menos em parte do julgamento do pesquisador ou do entrevistador no campo.” Marconi e Lakatos (2002), complementam ainda que, por não se utilizar de formas aleatórias e seleção, a amostragem não probabilística não pode ser objeto de certos tipos de tratamentos estatísticos para correção de dados. A Figura 3.10, detalha os subtipos de análise estatística probabilística e não probabilística.

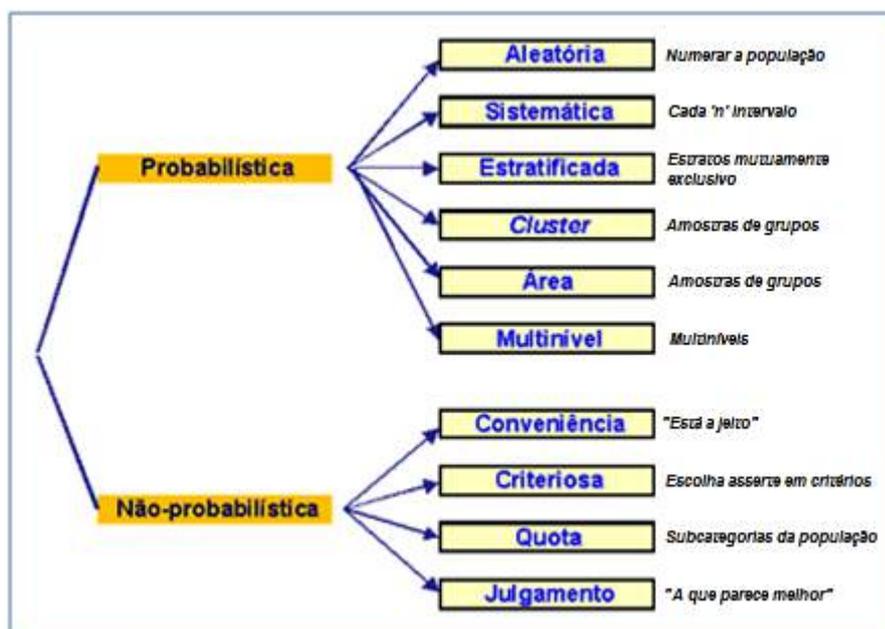


Figura 3.10: Organograma explicando os diferentes tipos de amostragem de dados estatísticos.
Fonte: <http://www2.spi.pt/documents/books/hortofruticolos/pics/livros/capitulo/texto/028fig8-2.gif>

A seleção das amostras de sítios de geodiversidade que foram trabalhados nesta tese se deu através de análise estatística não probabilística - mais precisamente, foi utilizado o método de “**juízo**” - escolhendo os “que pareciam” serem os melhores exemplos por tipos dentro da área (Universo/População) que é a mesorregião do Agreste de Pernambuco. A escolha dos mesmos, portanto, não se sujeita a correções com tratamento de dados, uma vez que sua escolha se dá principalmente por características qualitativas e não quantitativas. Os geossítios (com valor científico – BRILHA, 2015) não serão submetidos à análise estatística.

3.2.2 TEORIA DE CONJUNTOS E DIAGRAMA DE VENN

Criado pelo matemático John Venn (1834-1923), o diagrama que leva seu nome é considerado uma boa ferramenta para representação de união e intersecção de dados na teoria de conjuntos (Figura 3.11). O diagrama de Venn poderá ser importante para a representação gráfica da sobreposição (ou não) de características em comum de cada um dos geossítios e sítios de geodiversidade selecionados, de modo a perceber se o conjunto de todos eles contempla as principais características geológicas e geomorfológicas que representam o Agreste de Pernambuco, a área de estudos (universo) em questão.

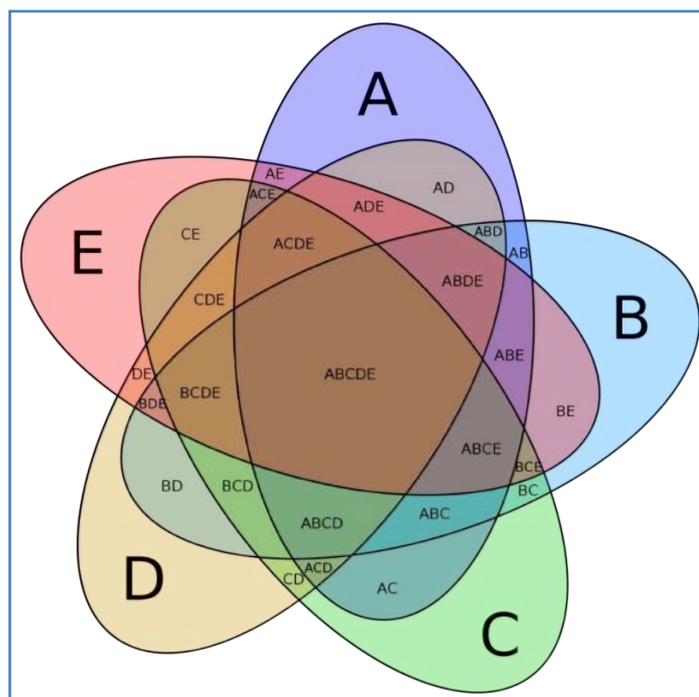


Figura 3.11: Exemplo aplicação do diagrama de Venn (união e intersecção de dados).
 Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Venn#mediaviewer/File:Symmetrical_5-set_Venn_diagram.svg

3.2.3 GRÁFICOS SIMPLES E PLANOS CARTESIANOS

Gráficos simples (pizza, barras, linhas, dispersão) são ferramentas muito utilizadas para a representação gráfica e podem apresentar muitas variáveis de apresentação. A disposição das informações, mesmo sem a necessidade de cruzamento de dados, pode gerar boas classificações entre as áreas de interesse geológico e/ou suas principais características. Para tal, podem ser definidas subcategorias, através da fragmentação em partes iguais dos resultados dentro do intervalo numérico (maior e menor valores) em sua área de plotagem.

O **Plano Cartesiano** foi criado pelo matemático René Descartes, como uma forma de representar graficamente expressões algébricas. É formado por dois eixos: X (Abscissa) e Y (ordenada), cujo encontro/cruzamentos é chamado de **origem**. Cada ponto do plano cartesiano é formado por um par ordenado (x , y) que normalmente, ocupa um dos quatro quadrantes que correspondem a área de plotagem (Figura 3.12). Pode ser muito útil na classificação de geossítios e sítios de geodiversidade como base para criação de matrizes de prioridade, mas principalmente, para o ordenamento de grupos/subgrupos levando em consideração, resultados de quantificação dessas áreas e seus respectivos posicionamentos nos quadrantes.

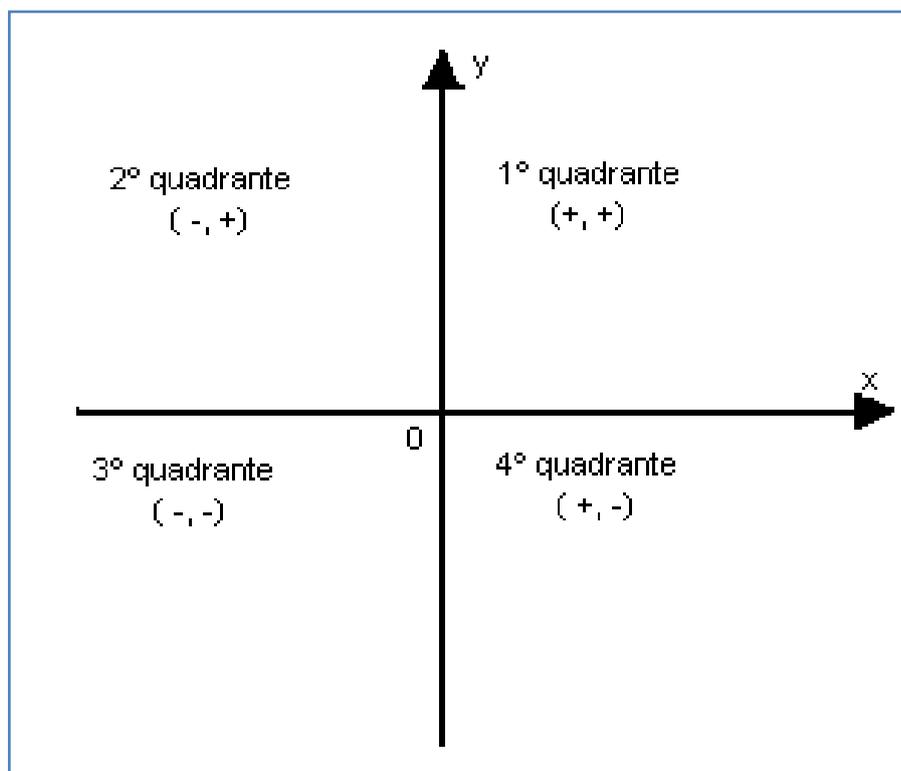


Figura 3.12: Esquema do plano cartesiano em Y (Ordenada), X (Abscissa) e quatro quadrantes. Fonte: <http://1.bp.blogspot.com/-8RcJcWnMm7w/UFcBDvawUiI/AAAAAAAAAEE/YPccrZ85R44/s1600/Pronto+2.gif>

3.2.4 MATRIZES ESTRATÉGICAS

Setores que abordam gestão empresarial e logística geralmente utilizam-se das matrizes estratégicas para definir ações de planejamento, análise e realizar projeções futuras de resultados e/ou conseqüências das mesmas. Dentre os tipos de matrizes estratégicas mais comuns: *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats* (SWOT/FOFA), *Boston Consulting Group* (BCG), Matriz de Prioridade (*Hosti*), Gravidade x Urgência x Tendência (GUT), as que melhor se adequaram para a análise dos sítios de geodiversidade e geossítios do Agreste de Pernambuco foram as matrizes *Hosti* e GUT, que serão descritas a seguir:

Matriz de Prioridade (*Hosti*):

Matrizes de Prioridade (*Hosti*) são muito utilizadas em planos de gestão empresarial para estabelecimentos de prioridades x gravidade de ações de planejamento. Normalmente estão fundamentadas em quatro quadrantes principais, por exemplo: Urgente x Não urgente / Importante x Não Importante (Figura 3.13), que definem as principais situações aplicáveis a determinados problemas ou objetivos. Pode ser muito útil na definição de áreas prioritárias no que diz respeito à necessidade de geoconservação e ao risco de degradação.



Figura 3.13: Esquema de ordenamento de dados em matriz de prioridade (*Hosti*). Fonte: <https://rejanasantos.files.wordpress.com/2012/06/matriz-urgenteimportante.jpg>

Matriz GUT (Gravidade x Urgência x Tendência):

A **matriz GUT** (*Gravidade x Urgência x Tendência*) assim como a matriz *Hosti*, também é uma ferramenta muito utilizada para planejamento estratégico empresarial. Seus principais objetivos são identificar a gravidade de possíveis problemas ou situações, identificar a prioridade de resolução dos mesmos e realizar projeções, sejam elas positivas ou negativas em curto, médio ou longo prazo.

A confecção de uma matriz GUT compreende três etapas básicas: Listagem, Pontuação e Classificação dos problemas a serem resolvidos. Sua configuração torna mais simples a visualização de um quadro geral mais complexo, facilitando a execução das etapas de tomada de decisões para a resolução de problemas ou cumprimento de metas. (Figura 3.14)

Matriz GUT (para priorizar problemas a serem tratados)				
VALOR	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	G x U x T
5	Extremamente grave	Extremamente urgente	Agravar rápido	125
4	Muito grave	Muito urgente	Piorar em curto prazo	64
3	Grave	Urgente	Piorar em médio prazo	27
2	Pouco grave	Pouco urgente	Piorar em longo prazo	8
1	Sem gravidade	Sem urgência	Sem tendência de piorar	1
G	GRAVIDADE	Impacto do problema sobre operações e pessoas da empresa. Efeitos que surgirão a longo prazo em caso de não resolução.		
U	URGÊNCIA	O tempo disponível e necessário para resolver o problema.		
T	TENDÊNCIA	Potencial de crescimento (piora) do problema.		

Figura 3.14: Exemplo de organização de informações em Matriz GUT.

Fonte: <http://gerenciamentodeproducao.blogspot.com.br/2013/01/matriz-gut.html>

O uso da matriz GUT em áreas de interesse geológico, como as estudadas no Agreste de Pernambuco, torna-se uma ferramenta muito útil para o planejamento de ações de geoconservação, determinando não somente a urgência das medidas a serem tomadas neste sentido em determinados geossítios e/ou sítios de geodiversidade, mas principalmente, em relação aos riscos de degradação aos quais essas áreas estão submetidas e definir quais as medidas diretas (por exemplo: placa informativa, controle de visitantes, obras de contenção) que podem ser aplicadas em cada caso, dependendo da sua gravidade.

3.2.5 DIAGRAMAS TRIANGULARES (TRIAXIAIS OU TERNÁRIOS)

Diagramas triangulares (triaxiais ou ternários), como o próprio nome já remete, são formados por três bases principais. Costumam ser bastante utilizados em pesquisas de geoestatística, geoquímica e Biologia para classificação de dados, concentração de elementos químicos, minerais e/ou espécies de seres vivos. Na Geologia, um diagrama triangular muito conhecido é o Diagrama QAP (*Quartz, Alkali-feldspar, Plagioclase*), desenvolvido por Streckeisen (1976), para a classificação de rochas ígneas plutônicas. (Figura 3.15)

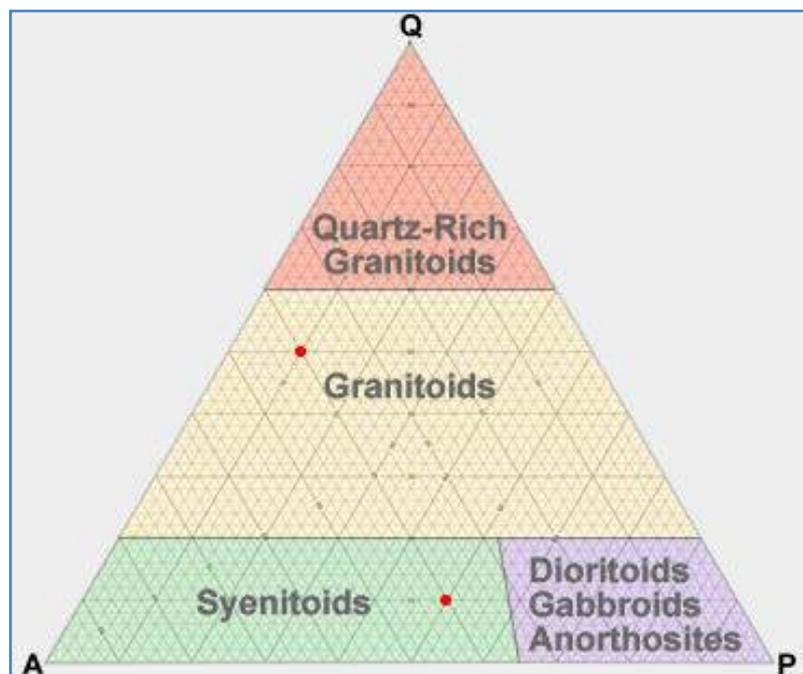


Figura 3.15: Diagrama QAP de Streckeisen (1976) como exemplo do uso de diagrama triaxial (triangular) para classificação de dados em Geociências.

Fonte: <http://www.waterproofpaper.com/graph-paper/ternary-rocks.png>

No que diz respeito à aplicação de diagramas ternários nas áreas de interesse geológico, acredita-se que pode ser válido, desde que se obedeça a determinados critérios. Primeiramente, devem-se selecionar as três características principais que determinem a necessidade de geoconservação dessas áreas (ex.: valor intrínseco, uso potencial, riscos de degradação) e realizar diversos testes para averiguar as possibilidades de cruzamento de dados, sem que haja divergências que alterem a posição do ponto na área de plotagem. Também é fundamental que, assim como ocorre com o QAP, os três valores sejam recalculados, para que somados, resultem em um percentual de 100%.

CAPÍTULO 4: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

Localizada na parte central do estado de Pernambuco, no Nordeste do Brasil, a mesorregião do Agreste ocupa uma área aproximada de **24.400 km²**, que corresponde a cerca de 1/3 da área total do Estado. Atualmente, o Agreste pernambucano possui 71 municípios, divididos em seis microrregiões: **Alto Capibaribe, Médio Capibaribe, Vale do Ipojuca, Brejo Pernambucano, Vale do Ipanema e Garanhuns.** (Figura 4.1)

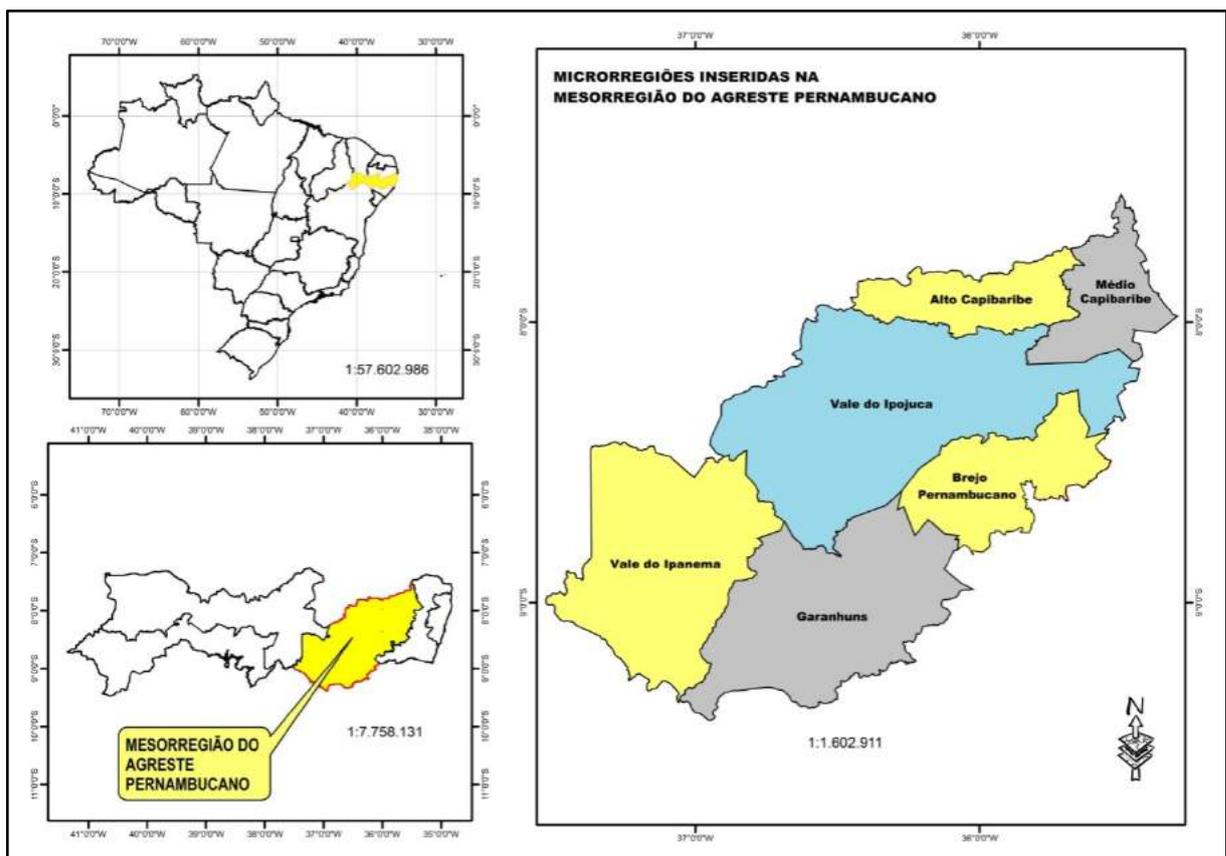


Figura 4.1: Localização da Mesorregião e das Microrregiões do Agreste de Pernambuco.
Fonte de Dados: IBGE, 2010.

Também é dividido em três Regiões de Desenvolvimento (RD): **Agreste Setentrional** (Alto Capibaribe e Médio Capibaribe), **Agreste Central** (Vale do Ipojuca e Brejo

Pernambucano) e **Agreste Meridional** (Vale do Ipanema e Garanhuns). Divisões criadas com fins político-administrativos para facilitar ações do governo na região. (Figura 4.2)

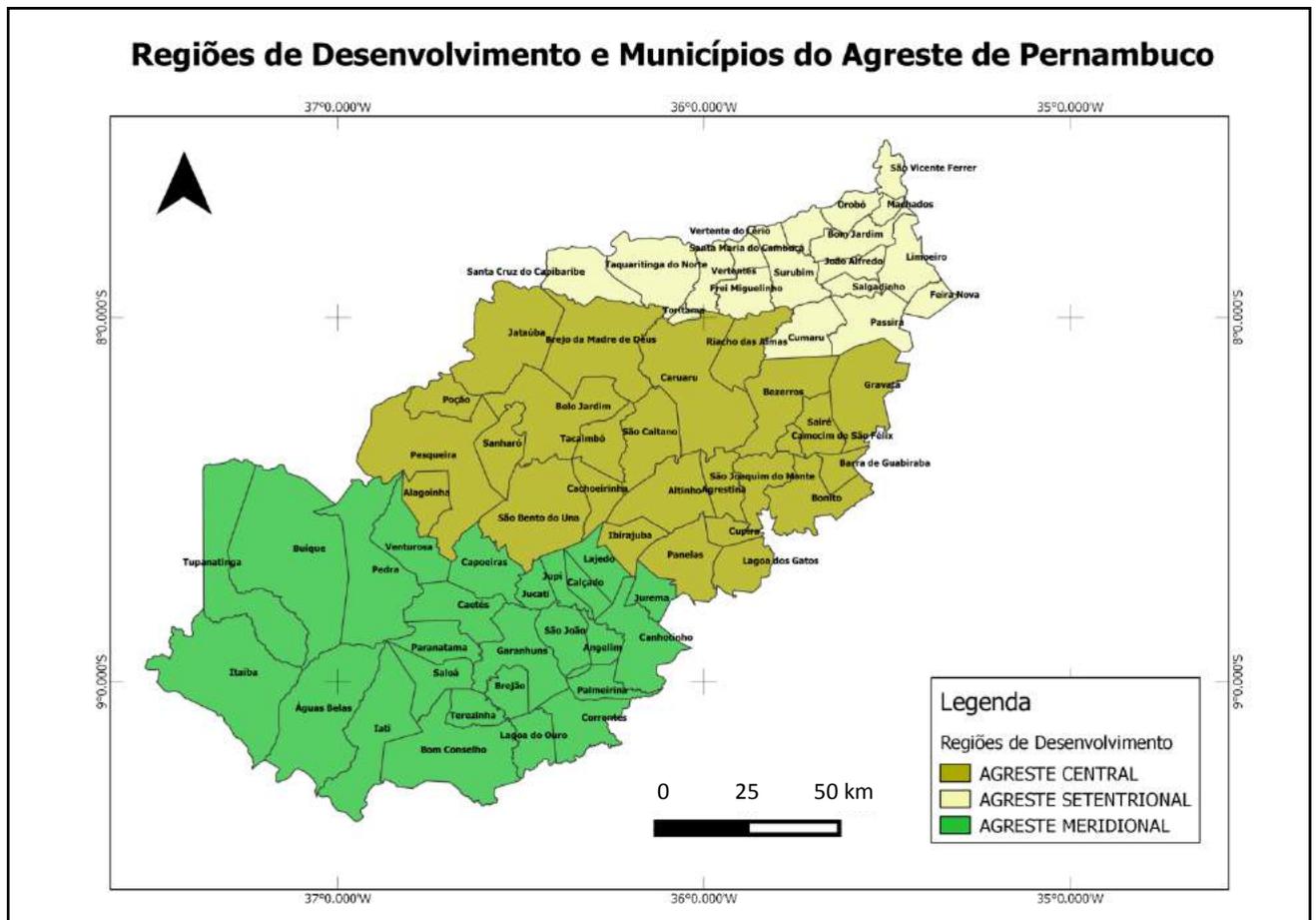


Figura 4.2: Regiões de Desenvolvimento (RD's) do Agreste de Pernambuco.
Base de dados para a construção do mapa: FUNDARPE (2014)

O principal acesso se dá através da rodovia BR-232, que em sua extensão aproximada de 552 km, cruza o Estado na direção leste-oeste e interliga todas as mesorregiões, da Região Metropolitana do Recife ao Sertão. Outras rodovias federais importantes para o Agreste são: a BR-104 (perpendicular à BR-232, cruzando a mesorregião em direção norte-sul), a BR-423 e a BR-424. Também possui importantes rodovias estaduais, geralmente perpendiculares à BR-232, a exemplo da PE-008 (Norte) que atravessa o município de Bom Jardim e a PE-103 (Sul), conhecida como “estrada das cachoeiras”, no município de Bonito. (Figura 4.3)

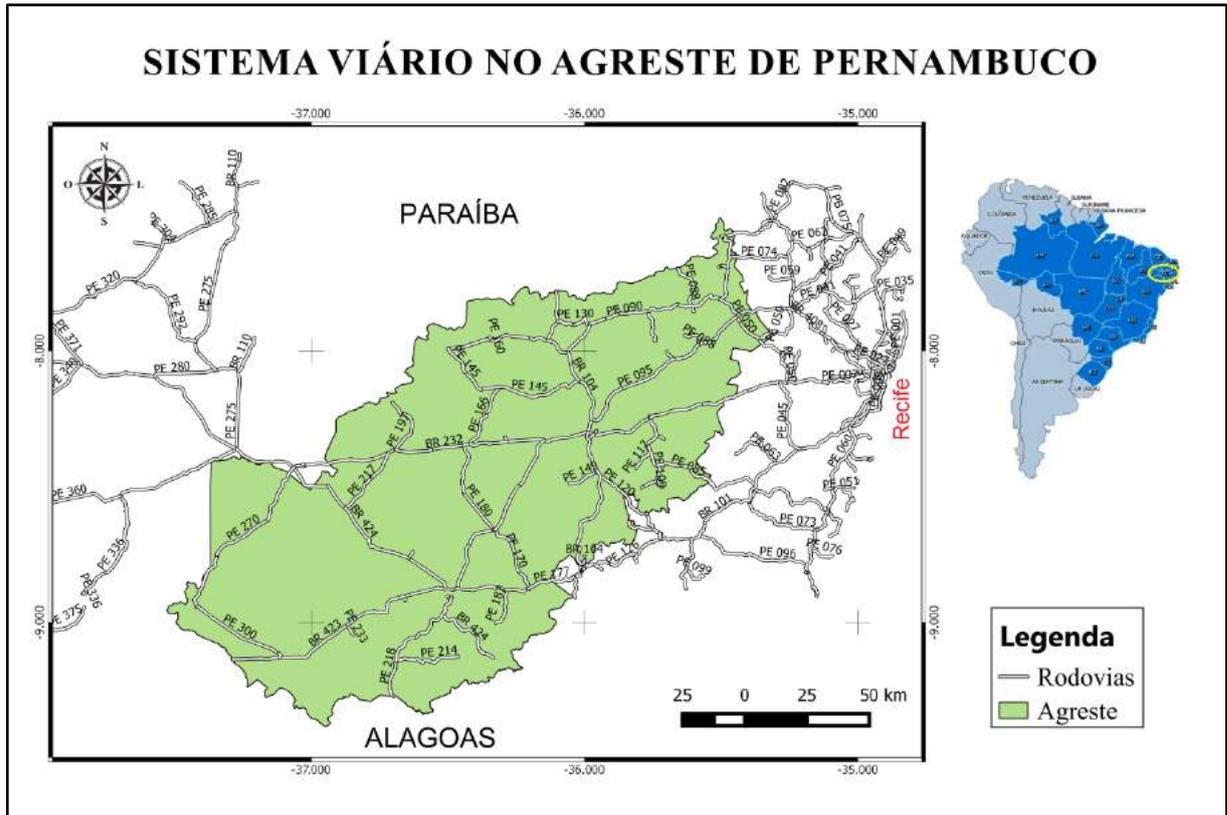


Figura 4.3: Principais rodovias que servem ao Agreste de Pernambuco.

Fonte dados para a confecção do mapa: CPRM, 2014.

A maioria das estradas locais (municipais) no Agreste de Pernambuco ainda não é asfaltada (encontram-se em terra batida), apresenta más condições de conservação, má iluminação e má sinalização, fato esse que prejudica o acesso a determinados locais de interesse geológico, especialmente para pessoas que não conhecem bem a região.

4.2 DADOS SOCIOECONÔMICOS

O Agreste de Pernambuco apresenta uma **economia bastante diversificada**, que engloba **desde a agricultura e a pecuária (gado de corte e leite) até o setor industrial**, especialmente nos ramos têxteis e alimentícios. Como destaque, a região abriga a maior bacia leiteira do estado e também o segundo maior pólo de confecções do País. Esses três setores da economia por vezes são afetados pela ação das secas periódicas que assolam a região e causam prejuízos na produção das matérias-primas e insumos. (ANDRADE, 2003)

Segundo dados do último censo do IBGE (2010), a mesorregião do Agreste possui **2.302.411 habitantes** e em 2011 arrecadou um PIB de R\$15.416,448 (IBGE, 2011). Apesar do PIB per capita girar em torno de R\$ 5.770 (Quadro 4.1), a **distribuição de renda é muito desigual na região**, o que se reflete nos **indicadores sociais básicos (educação, saúde, etc.) que normalmente apresentam números inferiores a média estadual e nacional**, como pode ser visualizado, por exemplo, no gráfico do DATASUS sobre mortalidade infantil por mil nascidos vivos nas seis microrregiões, Agreste, Pernambuco e Brasil nos anos de 1989, 1990, 1994 e 1998. (Figura 4.4.)

QUADRO 4.1: DADOS SOCIOECONÔMICOS DO AGRESTE DE PERNAMBUCO	
HABITANTES	2.302.411 HABITANTES (IBGE, 2010)
DENSIDADE DEMOGRÁFICA	94,36 hab/km²
BASES DA ECONOMIA	AGRICULTURA, PECUÁRIA, INDÚSTRIA TÊXTIL E ALIMENTÍCIA
PIB	R\$ 15.416,448 (IBGE, 2011)
PIB PER CAPITA	R\$ 5.778,29 (IBGE, 2011)

Quadro 4.1: Dados socioeconômicos do Agreste de Pernambuco.
Base de dados: IBGE (2010; 2011)

Apesar de apresentar indicadores socioeconômicos mais baixos que a média nacional, estadual e das grandes capitais e regiões metropolitanas, dentre as regiões mais pobres, o Agreste ainda apresenta uma posição privilegiada, com Caruaru apresentando um IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) entre 0,670 e 0,778, que pode ser considerado “ótimo” e outros municípios, a exemplo de Gravatá, Garanhuns e Pesqueira que apresentam IDH “bom” (entre 0,600 e 0,699). À medida que os municípios vão se aproximando da mesorregião do Sertão, especialmente na Região de Desenvolvimento Agreste Meridional, os números do IDH vão ficando mais críticos. Muitos municípios chegam a apresentar classificação “muito baixa” (0,487 a 0,550), a exemplo de Buíque, Tapanatinga, Itaíba e Águas Belas (Figura 4.5).

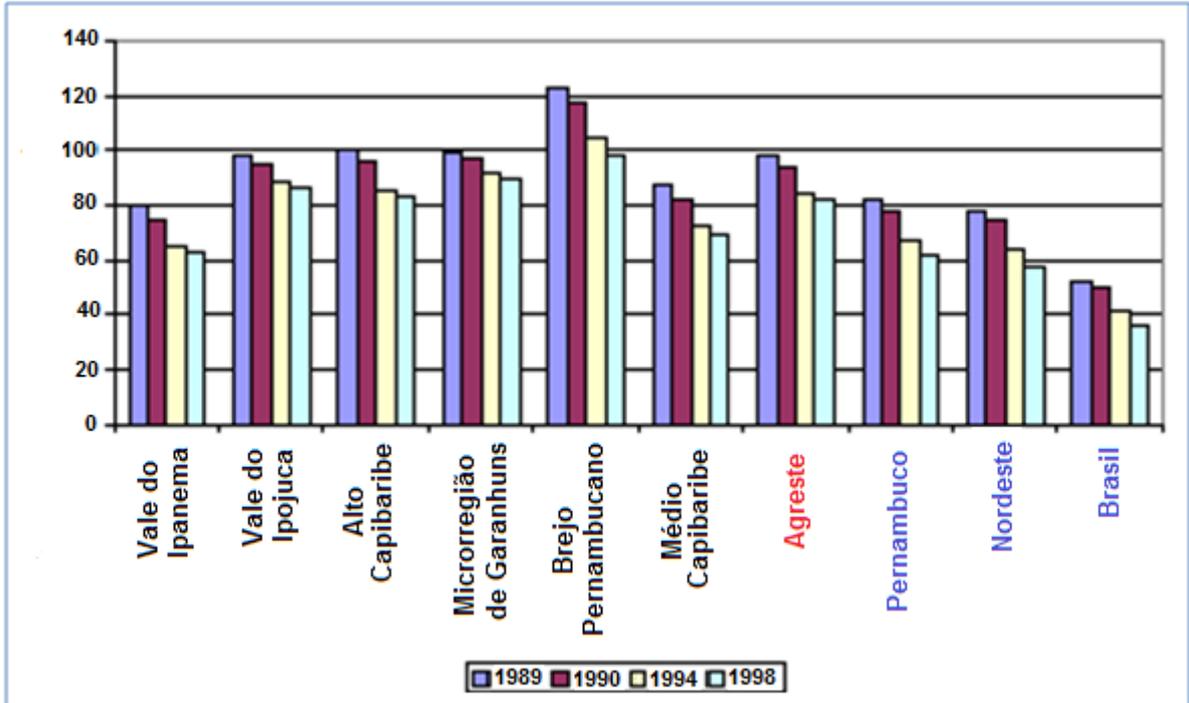


Figura 4.4: Mortalidade Infantil por mil nascidos vivos nas microrregiões, Agreste, Pernambuco e Brasil nos anos de 1989, 1990, 1994 e 1998. (Editado).

Fonte: SILVA JÚNIOR *et al.* (2012). Base de dados: DATASUS?Ministério da Saúde

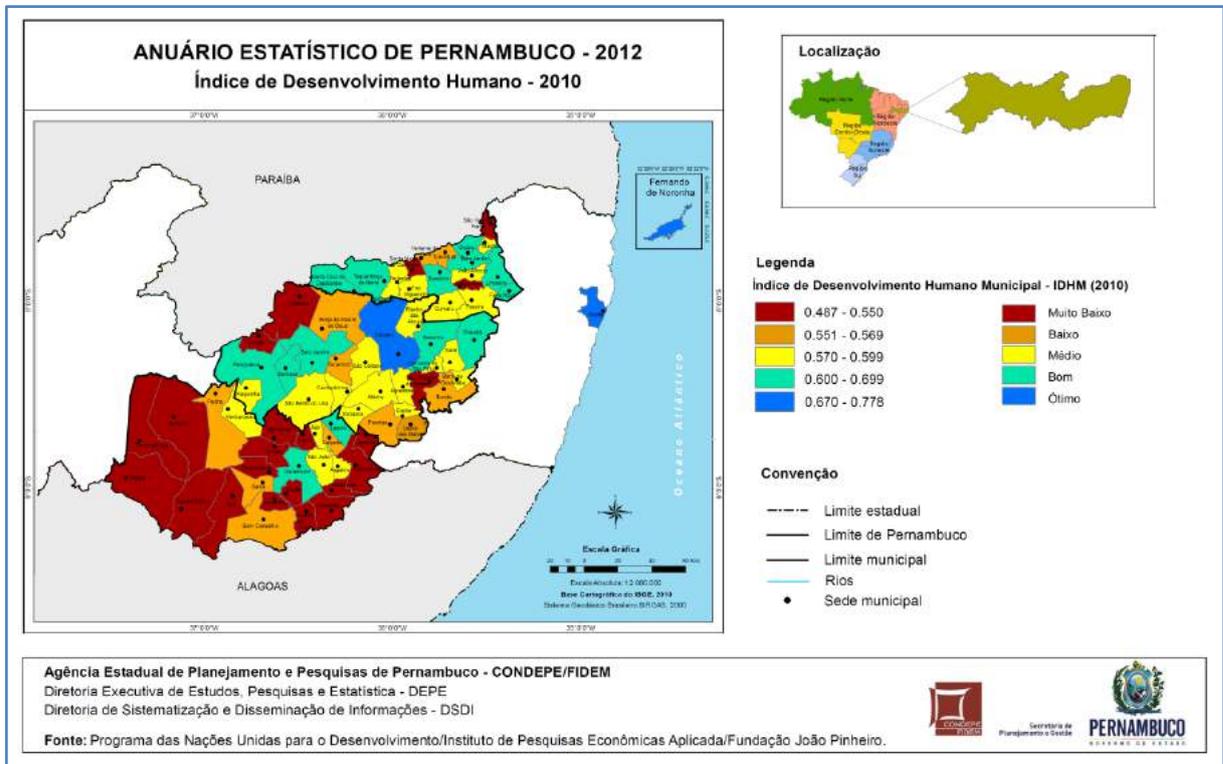


Figura 4.5: Índice de Desenvolvimento Humano – IDH no Agreste de Pernambuco (2010)

Fonte: Governo do Estado de Pernambuco (2012) – Editado.

4.3 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E ELEMENTOS DA GEODIVERSIDADE

4.3.1 CLIMA

O clima predominante no Agreste de Pernambuco é do tipo **semiárido (tropical quente e seco)**, caracterizado por secas periódicas e temperaturas médias mais elevadas. Inseridos nas áreas semiáridas ocorrem “brejos de altitude” que consistem em zonas que apresentam destaque topográfico em relação às áreas circunvizinhas e representam verdadeiras “ilhas de umidade” (clima Tropical de altitude), contrastando com as regiões mais secas no entorno (LINS, 1989). Nas áreas de transição a Leste, encontram-se climas mais úmidos, como o Tropical quente subúmido seco (clima de transição) e também o clima da Tropical quente e úmido, característico da Zona da Mata. (Figura 4.6).

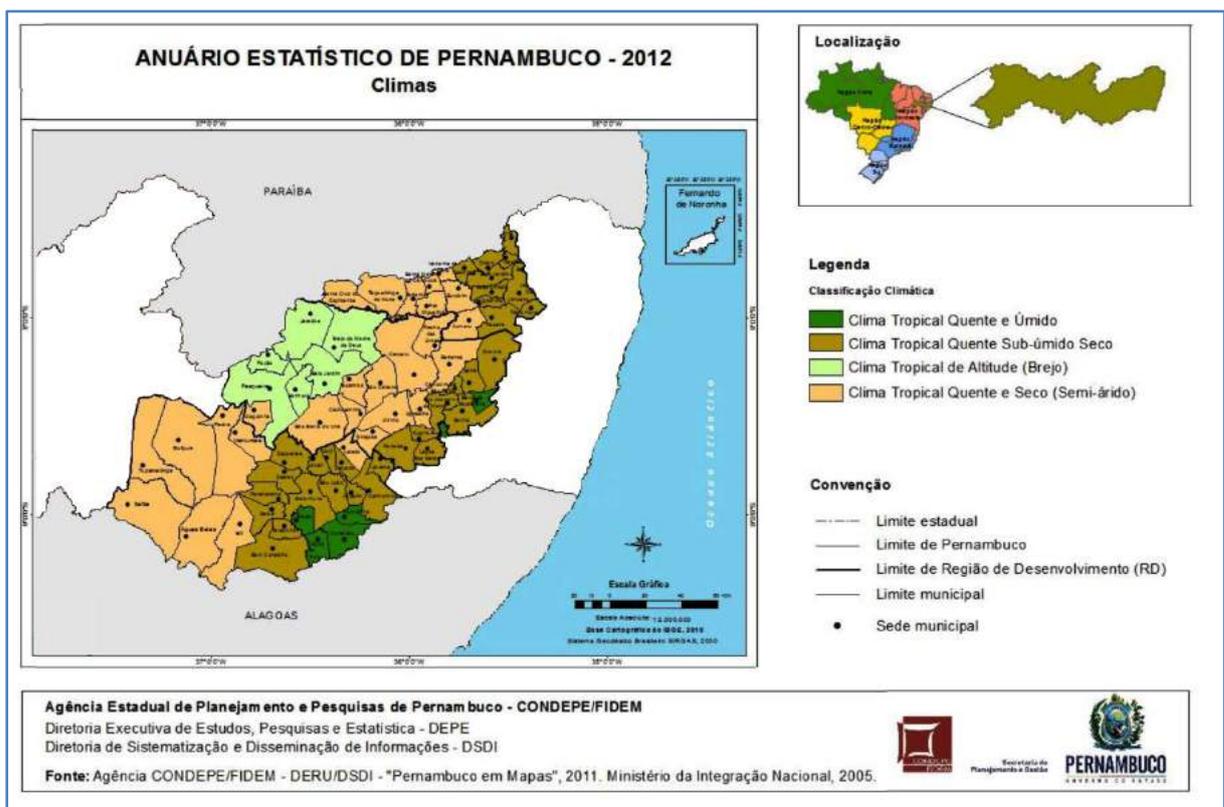


Figura 4.6: Tipos de Climas no Agreste de Pernambuco (2011)

Fonte: Governo do Estado de Pernambuco (2012) – Editado.

A pluviosidade média anual na maior parte dos municípios situados no Agreste de Pernambuco está abaixo dos 750 mm. Fato esse que pode ser justificado pela existência

de secas periódicas na região. Os brejos de altitude apresentam médias pluviométricas mais elevadas, podendo chegar aos 1750 mm/ano, mas mesmo assim, ainda são mais baixas que as da capital (Recife), que superam os 2300 mm. (Figura 4.7). Já as temperaturas médias anuais costumam ser mais baixas nas áreas de brejos (19 a 22°C) e mais altas nas demais localidades (22,1 a 27°C), conforme pode ser visualizado na Figura 4.8.

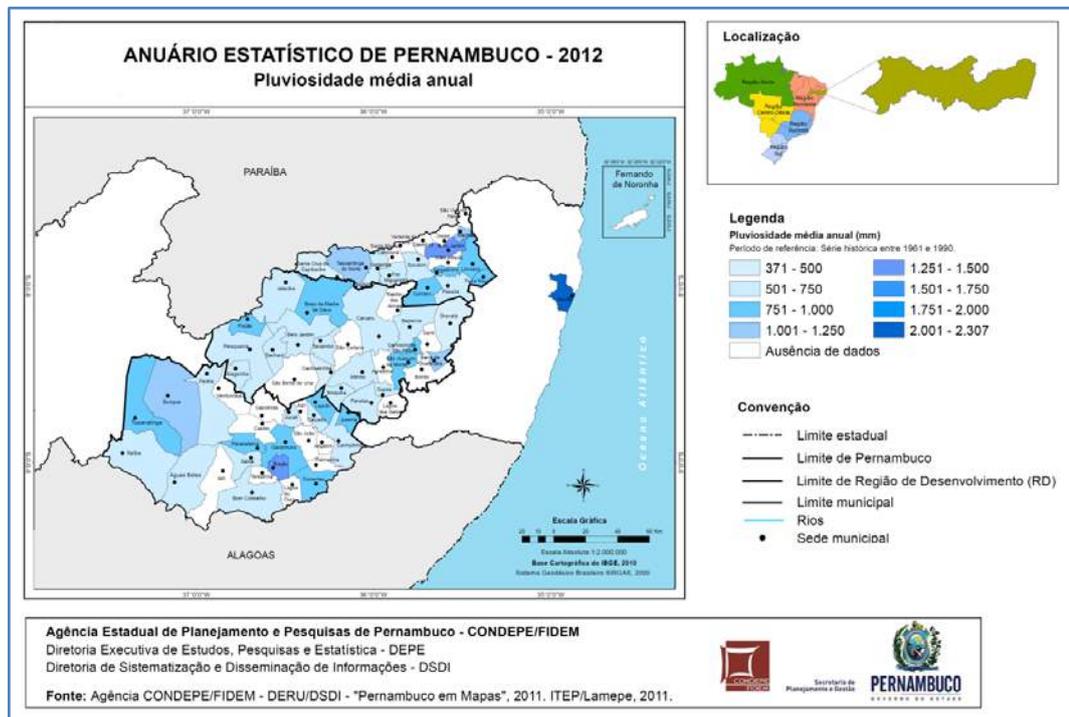


Figura 4.7: Pluviosidade média anual no Agreste de Pernambuco - ITEP/Lamepe (2011)
Fonte: Governo do Estado de Pernambuco (2012) – Editado.

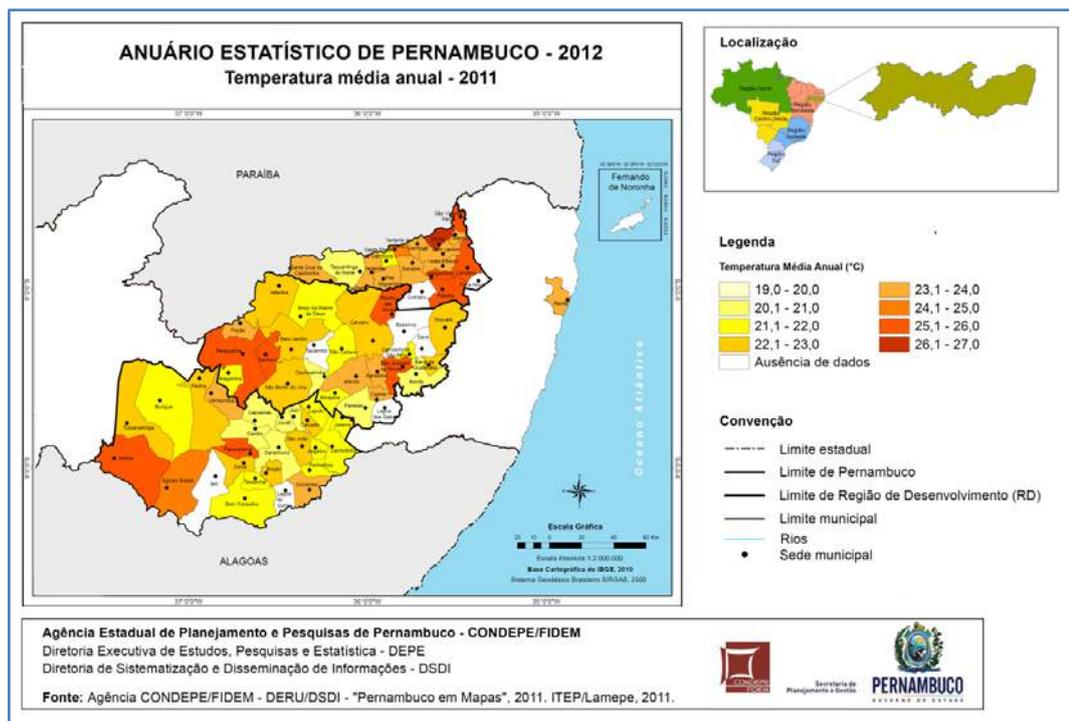


Figura 4.8: Temperaturas médias anuais no Agreste de Pernambuco – ITEP/Lamepe (2011)
Fonte: Governo do Estado de Pernambuco (2012) – Editado.

4.3.2 HIDROGRAFIA

A rede hidrográfica que banha o Agreste é composta por rios perenes (em sua porção mais leste) e também por rios intermitentes, mais a oeste. Suas principais bacias hidrográficas são as dos rios: **Capibaribe, Ipojuca, Una, Mundaú, Ipanema, além de algumas bacias de pequenos rios interiores (G11)**. Ainda correm sobre os domínios territoriais da região alguns dos **afluentes pertencentes às bacias dos rios Sirinhaém, Moxotó e Goiana**. Dentre todas as bacias hidrográficas citadas, somente as dos rios Ipanema, Mundaú e do grupo G11 estão inseridas em toda sua extensão dentro dos limites do Agreste. (Figura 4.9)

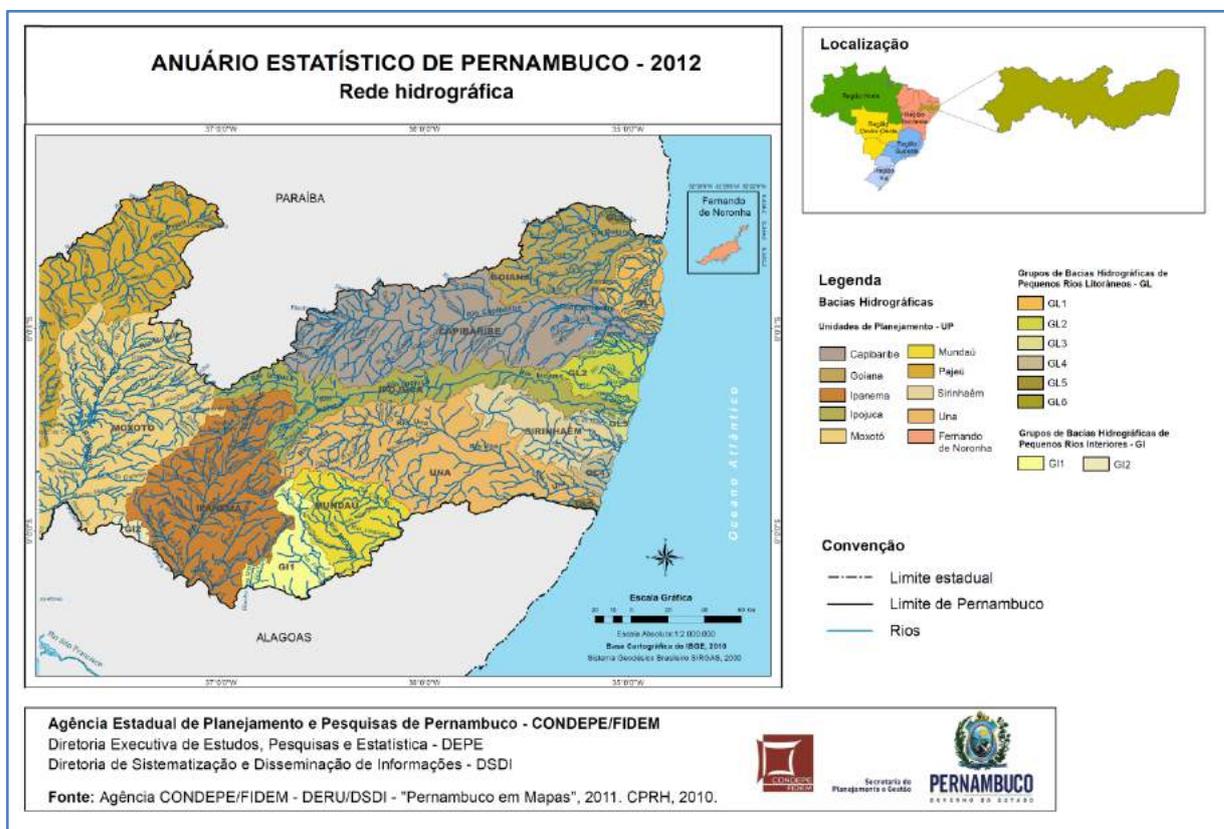


Figura 4.9: Rede Hidrográfica no Agreste de Pernambuco – CPRH (2010)

Fonte: Governo do Estado de Pernambuco (2012) – Editado.

4.3.3 COBERTURA VEGETAL PRIMITIVA

A vegetação primitiva na região Agreste é **prioritariamente (cerca de 80-90%) composta pela caatinga (típica de clima semiárido)**. Na parte mais central, predomina a caatinga hipoxerófila com plantas arbóreas e à medida que se aproxima dos limites do Sertão,

começam a predominar plantas mais rasteiras, como o xique-xique, característicos de caatinga do tipo hiperxerófila. Na porção mais próxima a Zona da mata e também nos brejos de altitude inseridos na área onde predomina a vegetação de caatinga, encontramos faixas de formações mistas estacionais: florestas subperenefólia (mata atlântica) e subcaducifólia, que perdem/conservam parte das folhagens para se adaptar aos períodos de estiagem. Também há presença de floresta caducifólia em uma porção bem restrita, a NE da região Agreste. São plantas que perdem totalmente suas folhagens em determinadas épocas do ano. (Figura 4.10)

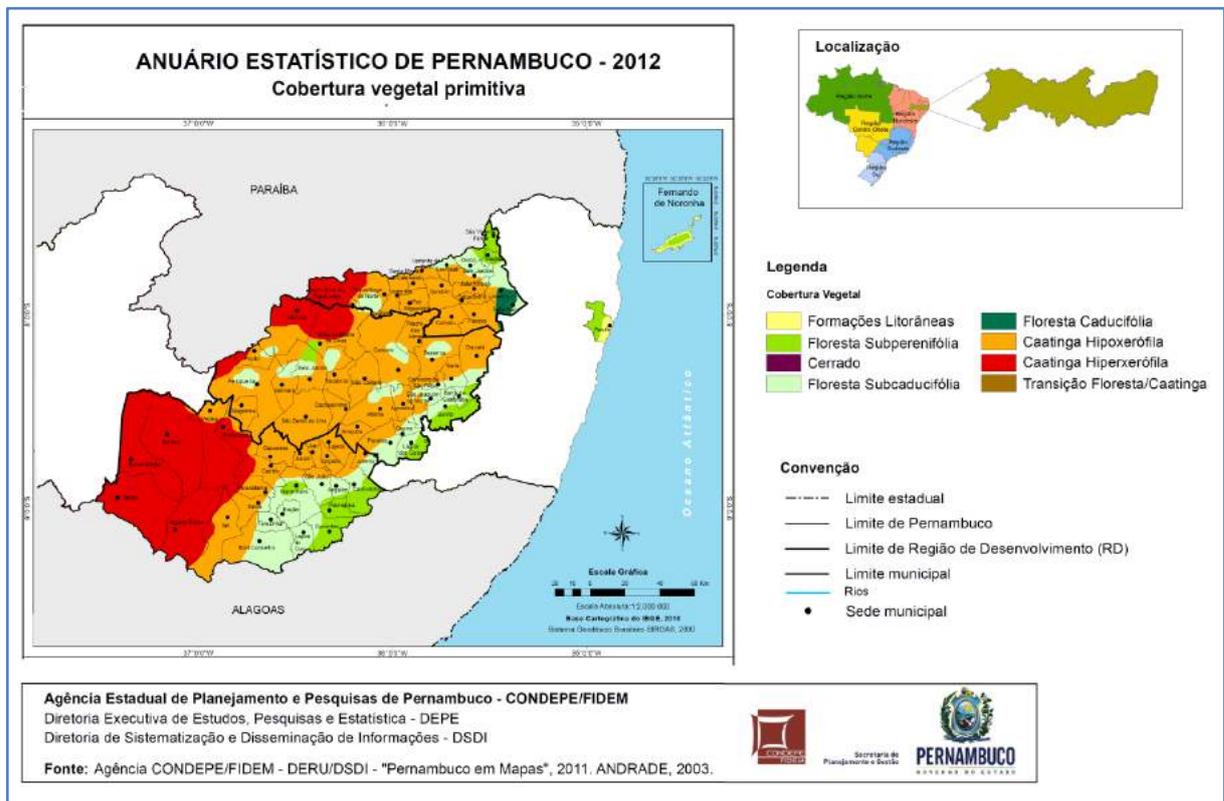


Figura 4.10: Vegetação primitiva no Agreste de Pernambuco (2003)
Fonte: Governo do Estado de Pernambuco (2012) – Editado.

4.3.4 SOLOS

De forma bem abrangente, podemos definir que a região Agreste de Pernambuco apresenta principalmente **neossolos**, **planossolos**, **argissolos** (mantos de intemperismo) e **luvisolos** (em algumas porções mais espaçadas). Como o clima é mais árido, a presença de solos mais **rasos e pedregosos (litólicos)** acaba sendo bem constante, mas também encontramos solos mais profundos, como os **latossolos** mais próximos à Zona da Mata.

Outros tipos, a exemplo dos cambissolos, vertissolos e greissolos, também aparecem pontualmente, mas em proporções bem pequenas e associadas aos tipos principais de solos que compõem a região. (Figura 4.11)

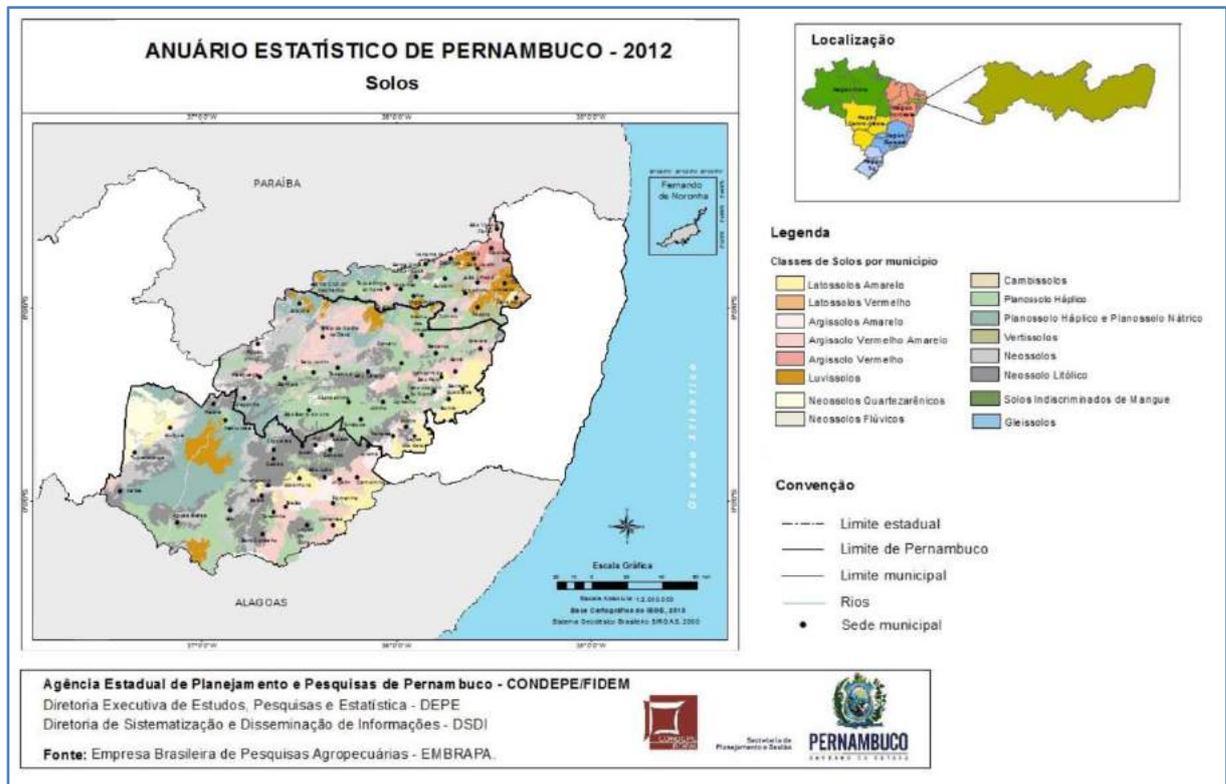


Figura 4.11: Solos no Agreste de Pernambuco – EMBRAPA (2012)
Fonte: Governo do Estado de Pernambuco (2012) – Editado.

4.3.5 REGISTRO DE FÓSSEIS DA MEGAFUNA

A **ocorrência de fosséis** é um dos principais elementos da geodiversidade que podem ser fundamentais para determinar a necessidade de geoconservação do local onde se encontram. No Agreste de Pernambuco, os registros fósseis mais comuns são de ossos, dentes e partes de carapaças de **animais da Megafauna**. Esses fosséis, na região, costumam ser encontrados em **cacimbas**, escavadas por erosão diferencial nos blocos e lajedos de granitos e que acumulam água durante os períodos de chuva, permanecendo assim durante a estiagem.

Em um levantamento feito por Silva (2013) em todo o Estado de Pernambuco, percebeu-se que **a mesorregião do Agreste apresentava o maior número de ocorrências**. Ao todo, foram encontrados fosséis em 27 municípios na região, dentre os quais, sete abrigam

áreas de interesse selecionadas para esta pesquisa: **Bom Jardim, Santa Cruz do Capibaribe, Brejo da Madre de Deus, Pesqueira, Venturosa, Pedra e Buíque** (Figura 4.12). Porém, a título de inventário e quantificação, foram considerados apenas os registros fósseis comprovados dentro do recorte das áreas seccionadas e não no município como um todo.

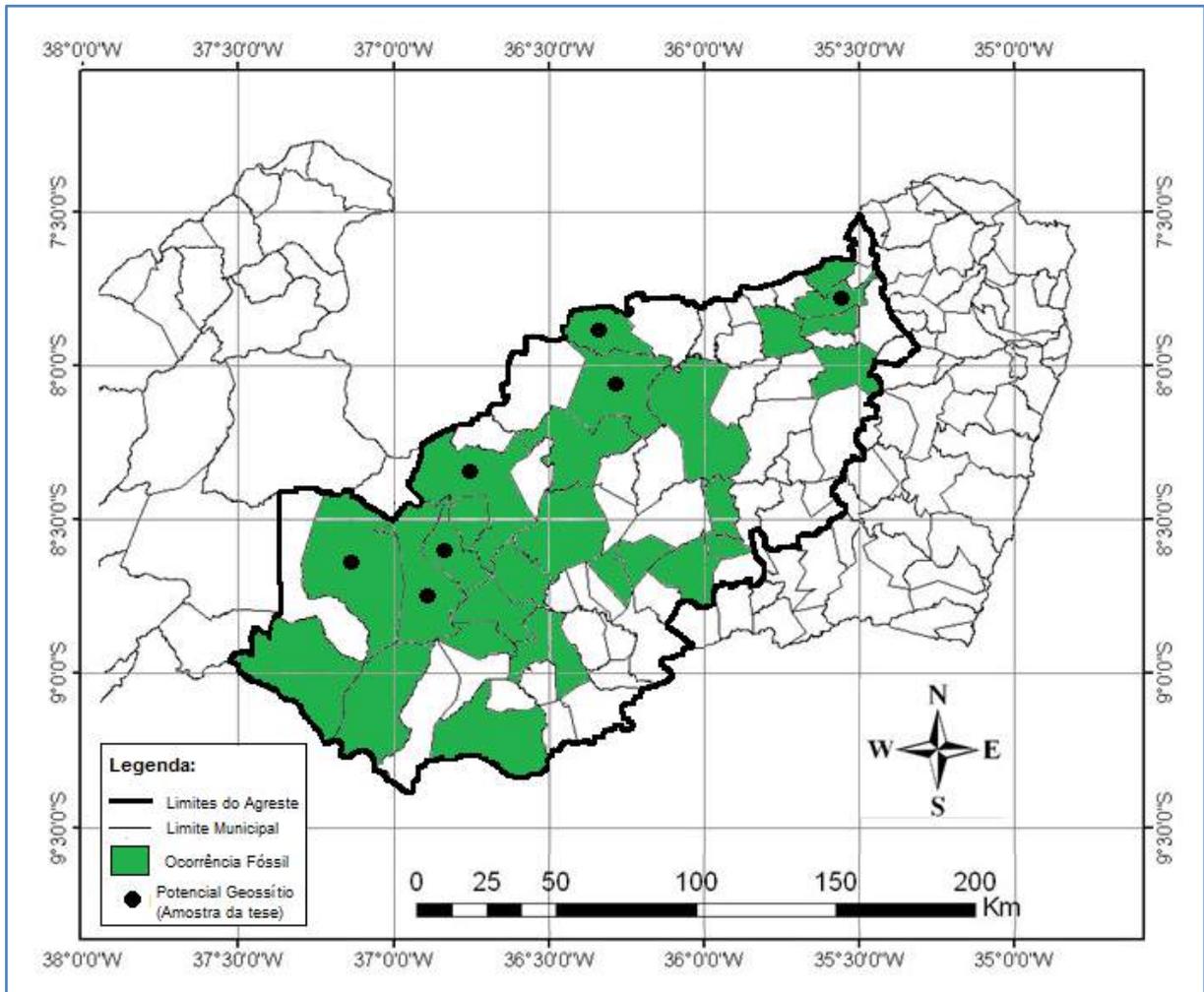


Figura 4.12: Registro de ocorrências de fósseis de animais da Megafauna no Agreste de Pernambuco. Fonte: Silva (2013) – Editado (recorte e adaptação).

4.3.6 ÍNDICE DE GEODIVERSIDADE

Outro indicador interessante para analisar o potencial da região - no que diz respeito à temática da geoconservação - é o **Índice de Geodiversidade** (PEREIRA *et al.*, 2013). Apesar de esse índice ser primordialmente **quantitativo** (conta a variedade de elementos em todas as quadrículas por temas) e não necessariamente apontar áreas de potenciais geossítios e/ou

sítios de geodiversidade, conhecer a concentração desses elementos em uma determinada região pode ser um bom viés para iniciar as atividades de inventário, especialmente quando o pesquisador não possui um conhecimento profundo sobre a região estudada.

Mesmo que a geodiversidade por si só não seja o foco desta pesquisa, uma vez que medidas de geoconservação devem ser adotadas para uma geodiversidade “selecionada”, como ocorre nos potenciais geossítios e sítios de geodiversidade, torna-se importante conhecer indicadores a respeito da incidência de geodiversidade dentro da área de estudos.

Ferreira (2014) contabiliza a geodiversidade na região e, de forma geral, a classifica como: média, alta a muito alta, com uma pontual ocorrência de quadrícula com geodiversidade mais baixa na microrregião de Garanhuns (Figura 4.13). Esses resultados, mesmo que considerando a geodiversidade de forma mais geral, acaba coincidindo com a distribuição especial dos geossítios e sítios de geodiversidade da amostra selecionada para o Agreste. Os resultados da figura 4.13 podem ser comparados com o mapa de distribuição das amostras (Figura 7.1) no sétimo capítulo desta tese, que trata do inventário e caracterização.

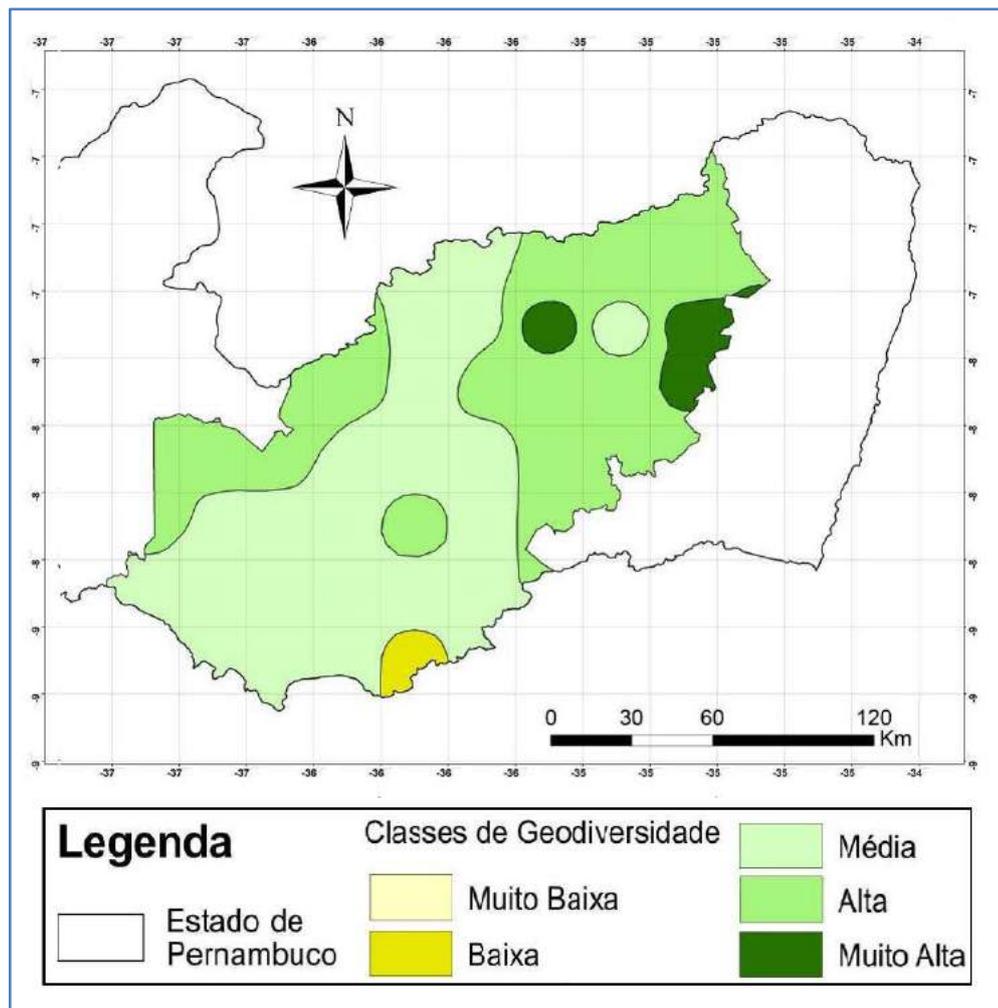


Figura 4.13: Índice de Geodiversidade calculado para o Agreste de Pernambuco.
Fonte: Ferreira (2014) – Editado (recorte e adaptação).

4.3.7 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

De acordo com dados do ICMBio, o Agreste de Pernambuco possui **11 unidades de conservação (UC's)**. Dentro das categorias reconhecidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), encontramos na região **unidades de proteção integral** (Reserva Biológica “REBIO”, Parque Nacional ou “PARNA” e Parque Ecológico) e **unidades de uso sustentável** (Reserva Particular do Patrimônio Natural ou “RPPN”), dentre as quais, três englobam áreas de interesse geológico/geomorfológico selecionadas para estudo desta tese.

Dentre as unidades de proteção integral a região apresenta: **01 (uma) REBIO** “da Pedra Talhada” em Lagoa do Ouro; **01 (um) PARNA** “do Catimbau”, que abrange os municípios de Buíque e Tupanatinga no Agreste; e **03 (três) Parques Ecológicos**: “Bonito Ecoparque” (Bonito), “Ambientalista Severino Montenegro” (Caruaru) e “da Serra Negra” (Bezerros). Já na categoria de unidades de uso sustentável, possui **06 (seis) RPPN's**: “Pedra do Cachorro” em São Caetano, “Bituri” em Brejo da Madre de Deus, “Karawa-tá” em Gravatá, “Pedra D’Antas” em Lagoa dos Gatos, “Reserva Calaça” em Lajedo e “Reserva Natural Brejo” em Saloá. (Figura 4.14) Essas UC's, dependendo do rigor de proteção que apresentem (preservação ou conservação), podem favorecer ou tornar inviável a inserção de medidas de geoconservação em áreas de interesse que se encontrem em seus limites.

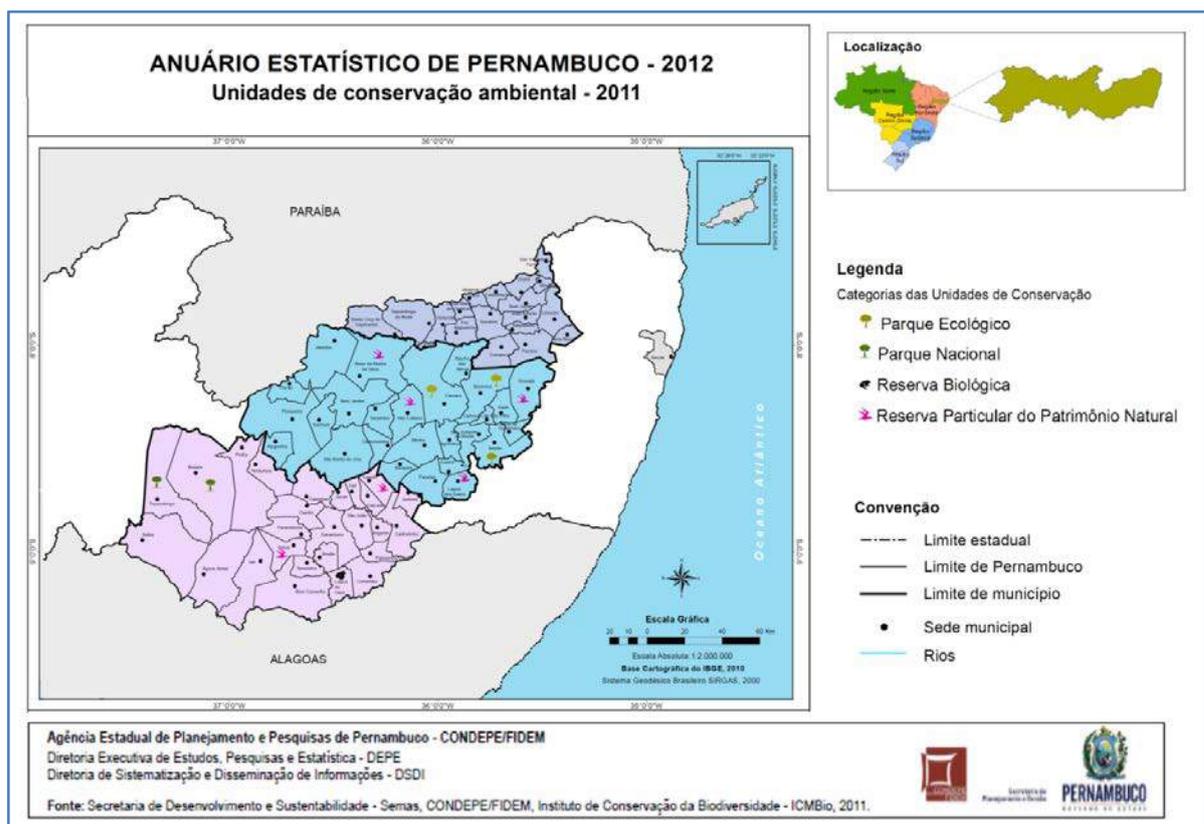


Figura 4.14: Unidades de Conservação no Agreste de Pernambuco – ICMBio. (2011)

Fonte: Governo do Estado de Pernambuco (2012) – Editado.

CAPÍTULO 5: GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA REGIONAIS

5.1 A PROVÍNCIA DA BORBOREMA

5.1.1 GÊNESE E EVOLUÇÃO GEOLÓGICA

De acordo com Almeida *et al.* (1977), o domínio geológico-estrutural situado no Nordeste oriental do Brasil e denominado **Província da Borborema**, corresponde a uma das dez unidades geotectônicas estabilizadas ao final da orogênese brasileira. Estende-se por cerca de 400mil km² e limita-se a norte e leste por bacias sedimentares costeiras (Bacia do Apodi, Bacia PE-AL e Bacia SE-AL), a sul pelo Cráton do São Francisco e a oeste pela Bacia do Parnaíba (SANTOS, 2001). Devido à complexidade de sua gênese e evolução, as diferentes teorias que explicam a história geológica da Província da Borborema tornaram-se alvo de muitos debates na esfera científica, desde as últimas décadas do século XX.

Segundo Jardim de Sá (1994) e Brito Neves *et al.* (2001) a Província da Borborema surgiu em decorrência da evolução de um segmento de uma extensa faixa crustal denominada faixa Trans-Saara, que foi intensamente afetada pela deformação Brasileira/Pan-Africana (600 +/- 50 Ma). De acordo com os autores, a faixa Trans-Saara originou-se através da colisão entre os crátons do Oeste Africano/São Luis e Congo-Kasai/São Francisco que teriam constituído massas continentais consolidadas anteriormente o evento Brasileiro.

Apesar das diversas correntes de pensamento defendidas por diferentes pesquisadores a respeito da história evolutiva Pré-cambriana da Província da Borborema, devem ser considerados alguns aspectos importantes que lhe são característicos: predominância de embasamentos paleoproterozóicos com dois núcleos arqueanos, um no Rio Grande do Norte (DANTAS *et al.*, 2004) e outro no Ceará (FETTER *et al.*, 2000); rifteamentos com formação de grabens sem separação expressiva da crosta; geração de magmatismo e deposição de sedimentos na faixa Orós-Jaguaribe durante o Mesoproterozóico (SÁ *et al.*, 1995, 1997); magmatismo anorogênico na Zona Transversal durante o mesoproterozóico (ACCIOLY, 2000; SÁ *et al.*, 2002) e orogênica no início do Neoproterozóico, representado pelo evento

Cariris Velhos (VAN SCHUMS *et al.*, 1995; BRITO NEVES, 1995; KOZUCH *et al.*, 1997); rifteamentos com deposição de sedimentos e rochas vulcânicas durante o Neoproterozóico, especialmente relacionadas a um notável sistema de zonas de cisalhamento interligadas e de escala crustal (CORSINI *et al.*, 1991; JARDIM DE SÁ, 1994; VAUCHEZ *et al.*, 1995; FERREIRA *et. al.*, 1998; NEVES *et. al.*, 2000).

5.1.2 SUBDIVISÕES TECTONO-ESTRATIGRÁFICAS

Ao longo dos anos, foram propostos diversos modelos para tentar interpretar a complexidade geológica da Província da Borborema. Esses modelos de categorias de análise se baseavam principalmente na criação de subdivisões tectono-estratigráficas, normalmente agrupadas em **domínios** e **terrenos** que, de acordo com Sampaio (2005), se diferenciam, primeiramente, através da análise da diversidade dos episódios de acreção, sedimentação, vulcanismo e plutonismo ocorridos no período pré-Brasiliano, uma vez que durante o Brasiliano, todos os segmentos, domínios e terrenos foram tectonicamente afetados.

O primeiro autor a utilizar o conceito de terrenos para definir a situação da faixa sergipana na Província da Borborema foi Davison (1987). O mesmo abandonou o termo logo em seguida, mas o retomou e reformulou dois anos depois. Porém, foram os trabalhos de Santos (1995; 1996; 1998, 2000) e Santos *et al.* (1997) os principais responsáveis por difundir a aplicação do conceito de terrenos como forma de subdividir os aspectos geotectônicos da Província da Borborema.

À medida que se acumulavam conhecimentos a respeito da gênese e evolução da Província da Borborema, através de novas referências e maiores detalhamentos de campo, foram desenvolvidos muitos outros trabalhos científicos, muitos destes propondo reformulações nos modelos representativos já existentes e lançando novas propostas e teorias a respeito de sua compartimentação tectônica. Dentre esses trabalhos, podem-se ser destacados: Brito Neves (1975), Van Schmus *et al.* (1995), Santos & Brito Neves (1984); Jardim de Sá (1994; 1997); Brito Neves *et al.* (2000); Santos (1996, 1998, 2001); Santos *et al.* (2002); Neves & Mariano (1997), Neves (2000) e Mariano *et al.* (2001).

De modo representativo, para a análise geológica do Agreste de Pernambuco, área de estudos desta tese, será adotado o modelo de compartimentação tectono-estratigráficas da

Província da Borborema proposto por Santos (1998), que consiste na definição de 19 terrenos que se agrupam em cinco domínios (Figura 5.1). Segundo este modelo, o Agreste de Pernambuco está associado às seguintes unidades geotectônicas: Domínio Externo (TPA), Domínio da Zona Transversal (TRC e TAM) e Bacia do jatobá (cobertura fanerozóica). Também sobre a influência direta da zona de cisalhamento transcorrente denominada Lineamento Pernambuco, que “corta” o Estado de Pernambuco na direção Leste-Oeste.

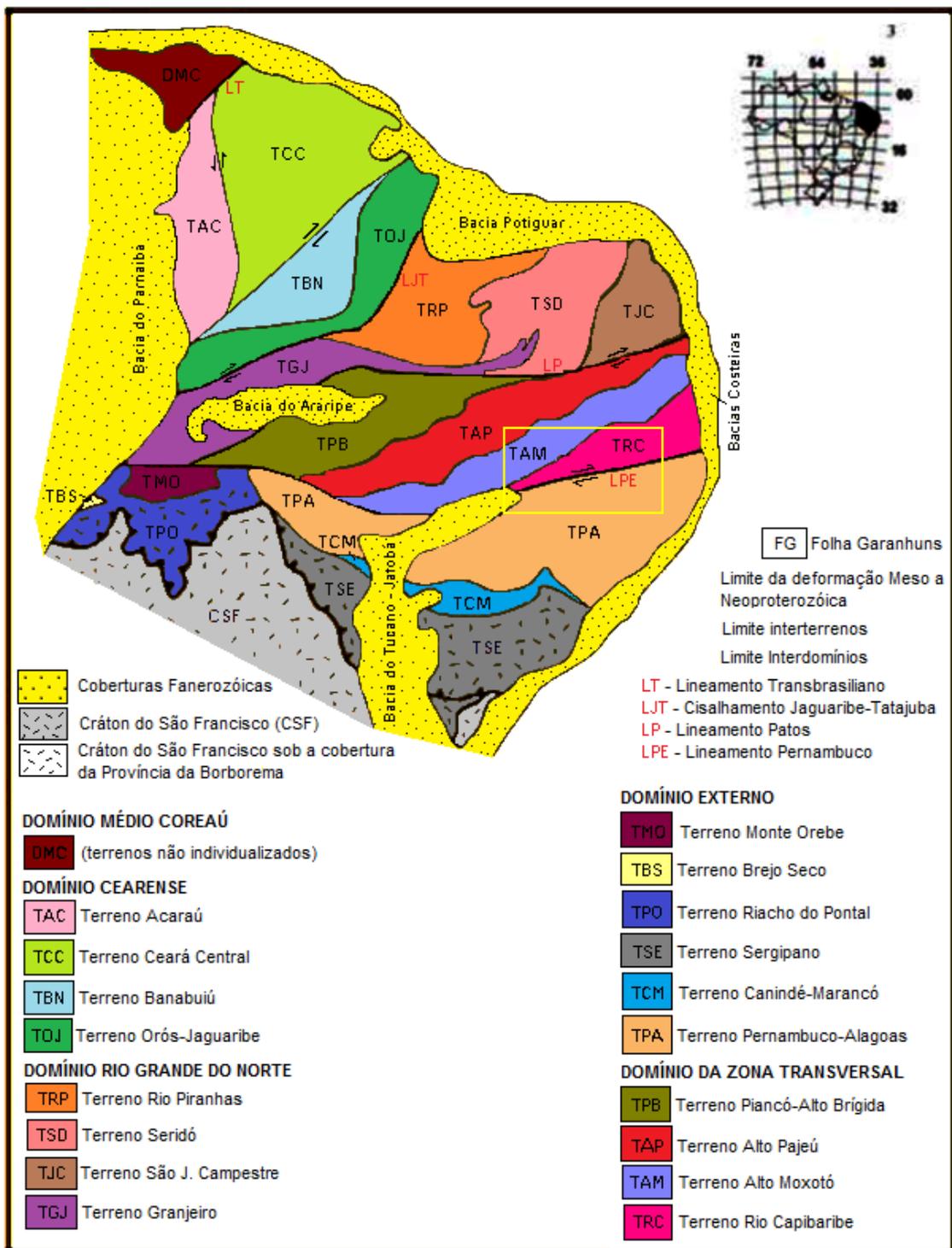


Figura 5.1: Modelo proposto por Santos (1998), onde o autor esquematiza a compartimentação da Província da Borborema em domínios e terrenos tectono-estratigráficos. – Editado. Onde: o quadrado amarelo corresponde à área aproximada do recorte espacial do Agreste de Pernambuco.

5.2 GEOLOGIA DO AGRESTE DE PERNAMBUCO

5.2.1 COMPARTIMENTAÇÃO GEOTECTÔNICA

Levando em consideração o modelo de Santos (1998), a área que corresponde ao Agreste de Pernambuco compreende as seguintes unidades: **Domínio Externo** (terreno TPA), **Domínio da Zona Transversal** (terrenos TRC e TAM) e **Bacia do jatobá** (cobertura fanerozóica). Uma influência tectônica significativa na região é o **Lineamento Pernambuco** (zona de cisalhamento transcorrente em direção L-W). Esses importantes elementos da Geologia regional serão descritos com maiores detalhes a seguir.

- **DOMÍNIO EXTERNO (TERRENO TPA):**

O **Domínio Externo**, de acordo com Santos (1998), é composto por seis terrenos tectono-estratigráficos, que são: Monte Orebe, Brejo Seco, Riacho do Pontal, Sergipano, Canindé-Marancó e Pernambuco-Alagoas. O Agreste de Pernambuco, área de estudo desta pesquisa, dentro do Domínio Externo, está inserido dentro dos limites do TPA.

O **Terreno Pernambuco-Alagoas (TPA)** limita-se ao Norte pelo Lineamento Pernambuco, ao Sul pelos terrenos Canindé-Marancó e Sergipano, e Oeste pelo Riacho do Pontal e a Leste é recoberto por rochas sedimentares das bacias Pernambuco e Alagoas. (Figura 5. O TPA tornou-se alvo de pesquisas com maior intensidade há pelo menos quatro décadas e já foi classificada anteriormente também como alto tectônico (Brito Neves *et al.*, 1973), área cratogênica (MELLO *et al.*, 1977) ou maciço (BRITO NEVES, 1975).

As rochas das bacias sedimentares de Tucano e Jatobá que recobrem a porção centro-oeste do TPA individualizam o terreno em dois setores: TPAO (a oeste) e TPAL (a leste). O segmento leste do TPA apresenta regiões com predomínio de paragnaisses, migmatitos com protólitos de paraderivados, quartzitos e raras lentes de mármore, sendo todo esse conjunto correlacionado com as sequências similares do Complexo Cabrobó do TPA Oeste. (ROCHA, 1990; MEDEIROS, 1996; GOMES E SANTOS, 2001; NASCIMENTO, 2003).

Silva Filho *et al.* (2002) identificou cinco grandes batólitos graníticos no segmento Leste do TPA, dos quais fazem parte do embasamento da Bacia de Pernambuco: Garanhuns (representado pelos plútons Chã Grande, Pedra Selada e Massauassú) e Ipojuca-Atalaia (plútons Ipojuca e Rio Formoso).

- **DOMÍNIO DA ZONA TRANSVERSAL (TERRENOS TRC E TAM):**

O **Domínio da Zona Transversal**, ainda de acordo com o modelo proposto por Santos (1998), apresenta quatro terrenos, que são: Piancó-Alto Brígida, Alto Pajeú, Alto Moxotó e Rio Capibaribe. A região do Agreste de Pernambuco está inserida, em sua maior parte, dentro dos limites dos Terrenos Rio Capibaribe, mas também engloba uma pequena parte do Terreno Alto Moxotó, em sua porção mais oeste (noroeste).

O **Terreno Rio Capibaribe** (TRC) estende-se por grandes áreas e em faixas alongadas na direção NE-SW. De modo geral é constituído por ortognaisses de composição granítica a tonalítica e, em menor proporção, monzonítica, monzodiorítica e diorítica. Assim como os terrenos TPA, o TRC também pode ser dividido em duas unidades, sendo a primeira dominante na porção leste (TRCL) mais homogênea, enquanto a segunda, a oeste (TRCO) apresenta-se mais migmatizada.

Já o **Terreno Alto Moxotó** é formado por supracrustais, ortognaisses, migmatitos e inúmeras intrusivas gabróicas ou gabro-anortosíticas paleo a mesoproterozóicas, sendo característica a ausência de granitóides Brasileiros. (GOMES E SANTOS, 2001)

- **BACIA DO JATOBÁ**

A **Bacia do Jatobá** ocupa uma área de aproximadamente 5.000 km², com orientação NE-SW e inserida em quase sua totalidade no Estado de Pernambuco. Seus principais limites estruturais são as falhas de Ibimirim (a norte) e São Francisco (a oeste). Ao sul e a leste seu contato se dá de forma discordante com o embasamento cristalino (Costa *et al.*, 2007).

Configura-se em parte integrante do sistema deposicional Recôncavo-Tucano-Jatobá, cuja origem também está relacionada aos estágios iniciais dos processos geodinâmicos que levaram à formação do Atlântico Sul e da Margem Continental brasileira, culminando com a separação da América do Sul e da África (GOMES E SANTOS, 2001).

Segundo a análise de seqüências realizadas por Ponte *et al.* (1997), a Bacia do Jatobá pode ser correlacionada com a Bacia do Araripe e dividida em cinco tectono-seqüências. São elas: **Beta**, de idade siluro-devoniana; **Pré-Rifte**, de idade neojurássica; **Sin-Rifte**, de idade eocretácica; **Pós-Rifte**, de idade mesocretácica e **Zeta**, de idade cenozóica. Porém, de acordo com estudos mais recentes realizados por Neumann & Rocha (2014), as etapas deposicionais e estruturais da Bacia do Jatobá diferem das bacias do Recôncavo e Tucano, com as quais compõe um sistema de *rifte* abortado.

Em relação às seqüências estratigráficas na bacia do Jatobá, há muitas proposições diferentes desde que se iniciaram os estudos na região. Barreto (1968) propôs a subdivisão: Manari, Inajá, Ibimirim e Moxotó. Posteriormente, Caixeta *et al.* (1994), agrega a este grupo, as formações **Tacaratu** e **Inajá**, presentes no flanco sul da Bacia de Jatobá e no Graben de Santa Brígida na borda leste da SubBacia de Tucano Norte (GUZMÁN *et al.*, 2015).

A **Formação Tacaratu**, de idade siluro-devoniana, apresenta um relevo bastante acidentado, com encostas abruptas, forte diagênese e, localmente, torna-se extremamente silicificada, especialmente em zonas de falha. Litologicamente destacam-se arenitos grossos a conglomeráticos (de coloração variando de esbranquiçado a róseo avermelhado) e níveis de conglomerados sustentados pela matriz arenosa a areno-argilosa, com intercalações pelíticas, muitas vezes caulínicas. Localmente, ocorrem porções de arenitos finos arredondados, bem selecionados, de diagênese média. (BARBOSA, 1964)

Já a **Formação Inajá** é caracterizada por suaves ondulações (semiplânie) e, de forma localizada, pequenos morros e áreas mais arrasadas. A formação foi caracterizada inicialmente por Barreto (1968), mas Vilaça & Surcan (1965), anteriormente já a haviam subdividido em cinco membros, da base para o topo, respectivamente: *Siltito Basal*, com intercalações arenosas e carbonáticas; *Arenito Feldspático Ferruginoso*, médio a grosseiro, micáceo; *Arenito Cacimba*, de granulometria fina, bem compactado, homogêneo, bem estratificado; *Siltito Cacimba*, finamente laminado, com intercalações arenosas e níveis com matéria orgânica; e finalmente o *Arenito Lages*, caracterizado por cores variadas, grãos angulosos a subarredondados, de cimento argilo-fosfático, com estratificação cruzada e *sets* pouco espessos, que produzem um aspecto semelhante a lajotas. (GOMES E SANTOS, 2001)

- LINEAMENTO PERNAMBUCO

A província da Borborema é caracterizada pela presença de importantes zonas de cisalhamento transcorrentes, a exemplo do **Lineamento Pernambuco**, que “corta” o Estado na direção E-W e corresponde ao limite sul do TRC e ao limite norte do TPA, no que corresponde à área que engloba o Agreste de Pernambuco (SANTOS, 1998). Trata-se de uma zona de cisalhamento transcorrente de regime dúctil e extensão superior a 900 km que, segundo Castaign *et al.* (1994), estende-se até o continente africano, lá recebendo o nome de Lineamento Norte dos Camarões. Em estudos mais recentes, Neves & Mariano (1999) descartaram a continuidade dessa zona de cisalhamento para leste da bacia de Jatobá e propuseram sua subdivisão em duas estruturas distintas, as quais denominaram de lineamentos Pernambuco Oeste - com metamorfismo de baixo grau - e Leste, apresentando metamorfismo de alto grau. (GOMES E SANTOS, 2001).

5.2.2 LITOLOGIA E UNIDADES GEOLÓGICAS

Devido a sua extensão (24.400 km²) e também à complexidade geológica da região onde insere, a litologia do Agreste de Pernambuco pode ser considerada heterogênea, englobando os três litotipos principais: rochas ígneas, sedimentares e metamórficas. Na porção ao norte do lineamento Pernambuco, que corresponde principalmente ao Terreno Rio Capibaribe da Província da Borborema, nota-se a maior presença de rochas unicamente ígneas ou metamórficas e apenas uma área restrita onde a intercalação e/ou associação entre rochas ígneas e metamórficas em um mesmo local é mais constante. (Figura 5.2)

Ainda na mesma figura 5.2, observa-se que o sul do lineamento Pernambuco há maior presença de rochas exclusivamente metamórficas, com algumas faixas de associação metamórfica-ígnea na porção central da área que equivaleria os limites do terreno Pernambuco-Alagoas e, nas proximidades da zona de cisalhamento, a presença de rochas exclusiva de ígneas se faz mais constante. Na porção mais a oeste/sudoeste da região Agreste de Pernambuco também se encontram as coberturas fanerozóicas que correspondem, nesse caso, a bacia sedimentar do Jatobá. (GOMES e SANTOS, 2001)

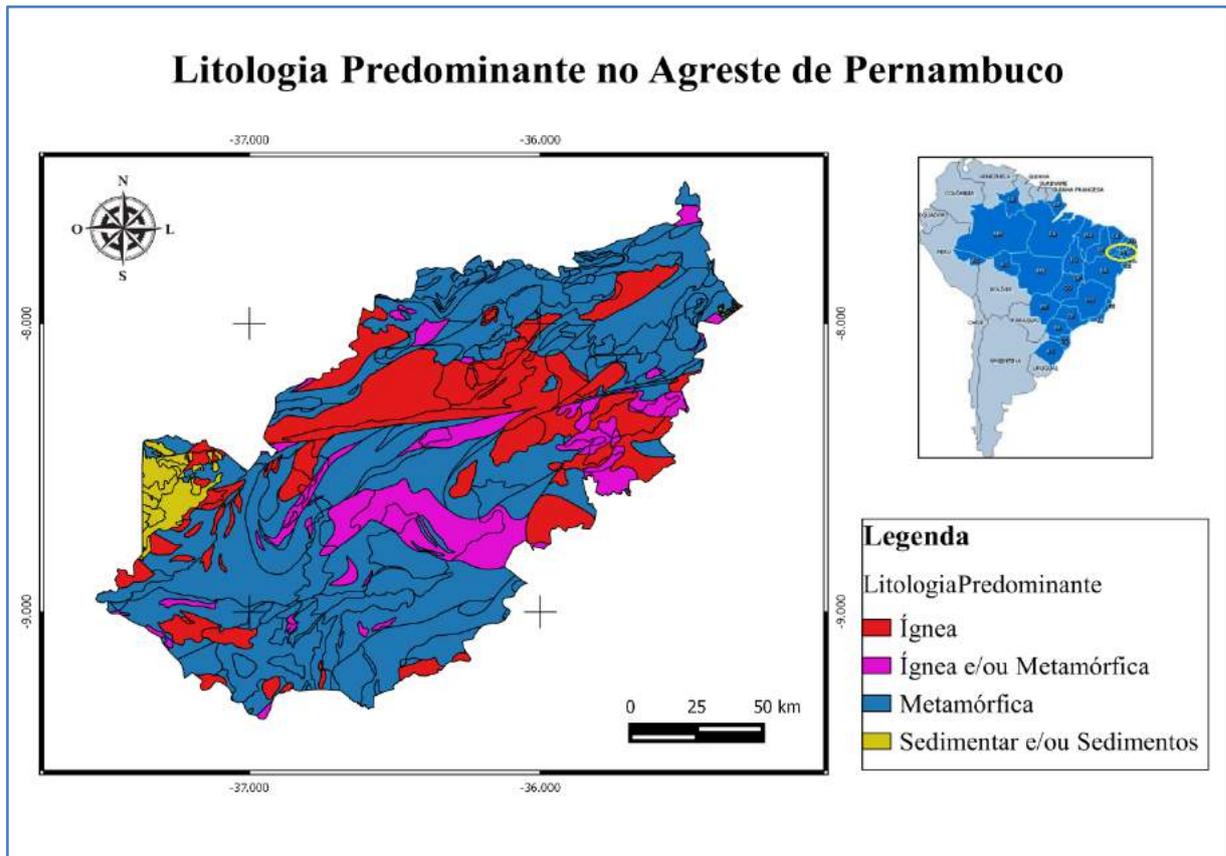


Figura 5.2: Litologia Predominante no Agreste de Pernambuco.
 Fonte de dados para confecção dos mapas: CPRM, 2014.

Segundo a base cartográfica fornecida em 2014 pelo banco de dados de arquivos vetoriais da CPRM/Recife para confecção do mapa (Figura 5.3), foram identificadas 22 unidades geológicas inseridas na área que corresponde ao Agreste de Pernambuco. Em ordem cronológica, são elas: Depósitos colúvio-eluvionais e Barreiras (Cenozóico); Aliança (Mesozóico); Tacaratu (Paleozóico); Suíte intrusiva Itaporanga, Suíte intrusiva Serra do Catu, Complexo Surubim-Caroalina, Suíte intrusiva Terra Nova, Suíte intrusiva Xingó e Suíte máfica a intermediária (Neoproterozóico); Belém do São Francisco, Camalaú, Corrochó, Complexo Cabrobó, Vertentes, Granitóides Indiscriminados, Passira, Suíte intrusiva Leucocrática Pelaruminosa, Suíte Serra de Taquaritinga (Mesoproterozóico); Salgadinho, Pão de Açúcar e Granitóide Águas Belas (Paleoproterozóico).

De modo mais detalhado, serão descritas algumas das unidades das mais relevantes, que estão relacionadas às áreas selecionadas no Agreste de Pernambuco a serem geoconservadas: os Complexos *Belém de São Francisco*, *Surubim-Caroalina*, *Salgadinho* e *Vertentes*; as Suítes intrusivas *Itaporanga* e *Leucocrática Pelaruminosa*, além da Formação *Tacaratu*, já descrita anteriormente quando nos referimos à Bacia do Jatobá.

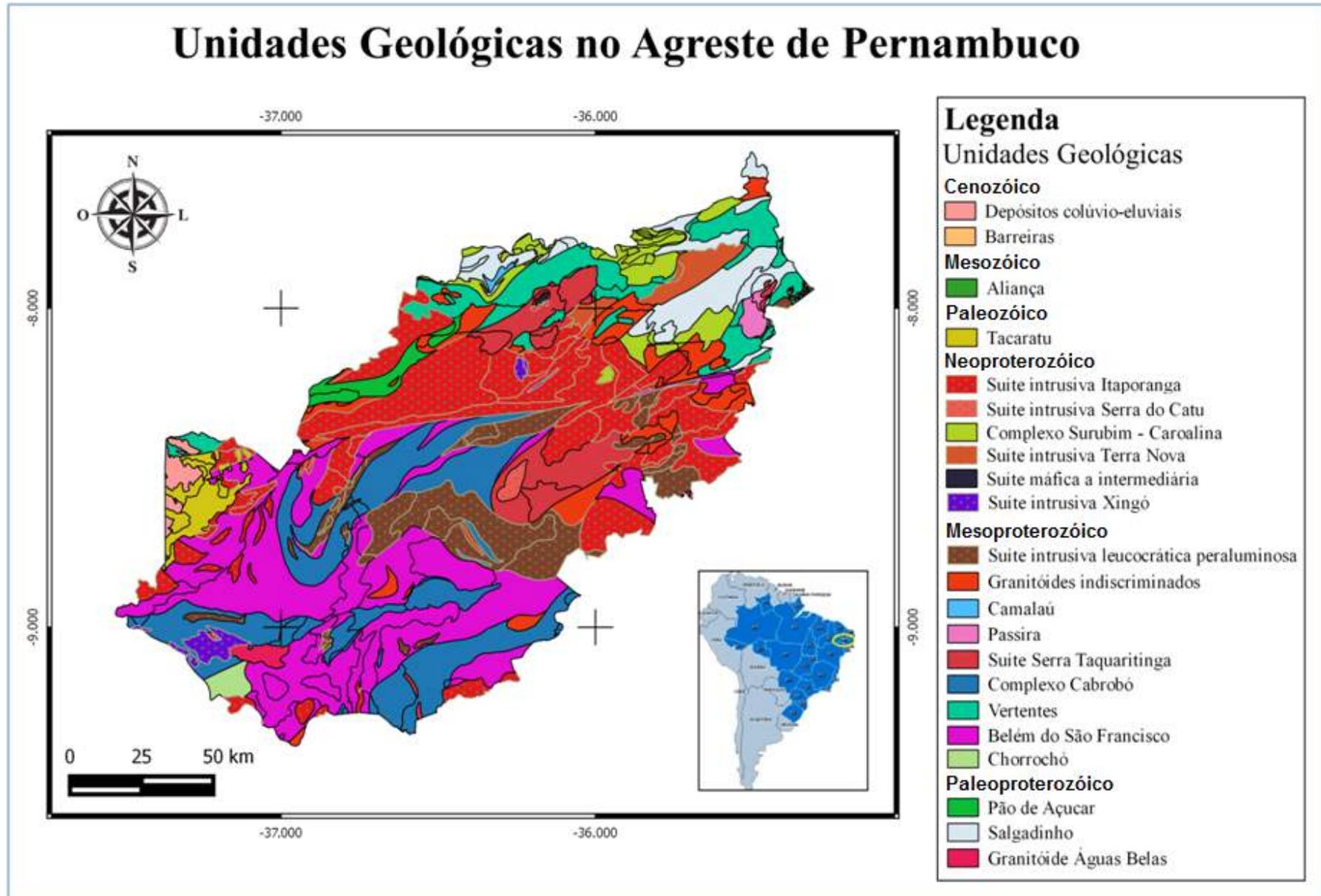


Figura 5.3: Unidades Geológicas no Agreste de Pernambuco.
 Fonte de dados para confecção dos mapas: CPRM, 2014.

Complexo Belém de São Francisco: ortognaisses com resquícios de supracrustais. Predominam metaleucogranitos róseos e migmatitos que englobam restos de ortognaisses tonalíticos-granodioríticos e supracrustais do Complexo Cabrobó. (SANTOS, 1995)

Complexo Surubim-Carolina: composto por granada-biotita gnaiss e granada-biotita xisto com cianita, muscovita ou sillimanita, apresentando intercalações de mármore, quartzito micáceo, biotita-muscovita xisto e raras lentes anfibolíticas. Apresenta ainda micaxistos granatíferos com sillimanita, paragnaisses pelíticos a semi-pelíticos, leucognaisses, anfibólio-biotita paragnaisse, paranfibolitos, rochas cálcio-silicáticas e quartzitos. Ocorrência de Migmatização localizada. U-Pb em zircão detrítico: < 642 Ma. (CPRM/GeoBank, 2001)

Complexo Salgadinho: a litologia compreende anfibólio-biotita-magnetita ortognaisse bandados e migmatíticos, de coloração cinza a rósea, granulação fina a média, apresentando composição granítica, granodiorítica e tonalítica. Localmente, apresenta lentes de anfibolito, metagrabos, metadioritos e quartzo monzodioritos (ocasionalmente boudinados). U-Pb em zircão: 2,06 Ga. (CPRM/GeoBank, 2002)

Complexo Vertentes: trata-se de uma seqüência metavulcanosedimentar constituída por metapelitos, metaturbiditos, paragnaisses, metavulcanoclásticas, metadacitos, metamáficas e meta-intermediárias, além de metaultramáficas e gnaisses anfibolíticos, *sheets* de granito fino e quartzitos. As rochas metavulcânicas, no Agreste de Pernambuco, são encontradas nas proximidades do município de Orobó e as rochas paraderivadas predominam na porção norte da unidade geológica. (Santos, 2000). Com idades (U-Pb em zircão) de 1,97 G.a. (Sá *et al.* 2002) e 2,12 G.a. (NEVES *et al.*, 2006).

Suíte Intrusiva Itaporanga: engloba dois importantes batólitos na área de estudos: Caruaru-Arcoverde e Alagoinhas. O batólito Caruaru-Arcoverde, que se estende por cerca de 120 km (direção: L-O) e é considerado é um dos maiores corpos intrusivos da Província Borborema. (NEVES e MARIANO, 1999). Litologicamente é composta por “*anfibólio-biotita granodiorito, hornblenda e/ou biotita monzogranito e sienogranito porfíritico; álcali-feldspato granito grosso e quartzo-monzonito granulação grossa a porfíritico (fenocristais menores que 10 cm); granodiorito médio e diorito a monzodiorito, apresentando fácies intermediárias de misturas de magma (569 Ma). Afinidade geoquímica calcioalcalina de médio a alto K. U-Pb em zircão: 577 Ma; 580-555 Ma U-Pb.*” (CPRM/GeoBank, 2001). O Batólito Alagoinhas apresenta sienogranitos a granodioritos grossos e porfíricos, com mega cristais de K-feldspatos; monzogranitos finos e equigranulares, com anfibólio e biotita, associados à dioritos. Cálcio-alcalina metaluminosa de alto-K. U-Pb: 581,6 + 3 Ma.

Suíte Intrusiva Leucocrática Pelaruminosa: composta por leucogranitóides granodioríticos a graníticos, texturalmente equigranulares médios a grossos, contém muscovita e biotita e/ou granada, foliados e deformados. (CPRM/GeoBank, 2001)

5.3 GEOMORFOLOGIA DO AGRESTE DE PERNAMBUCO

5.3.1 PERFIL TOPOGRÁFICO

Por estar assentada em quase toda sua extensão sobre o planalto da Borborema, a topografia da mesorregião do Agreste apresenta, de forma geral, médias de altitudes mais elevadas que a Zona da Mata e o Sertão pernambucanos. As áreas mais baixas no Agreste costumam superar os 200m em relação ao nível do mar e as maiores altitudes podem chegar próximo aos 1.200m nas áreas conhecidas com brejos de altitude, a exemplo da Serra do Ponto no município de Brejo da Madre de Deus que, de acordo com o IBGE (2010), apresenta 1.195m, configurando-se no ponto extremo do Estado e superando a marca do Pico do Papagaio em Triunfo, no Sertão do Estado, com 1.185m. (Figura 5.4)

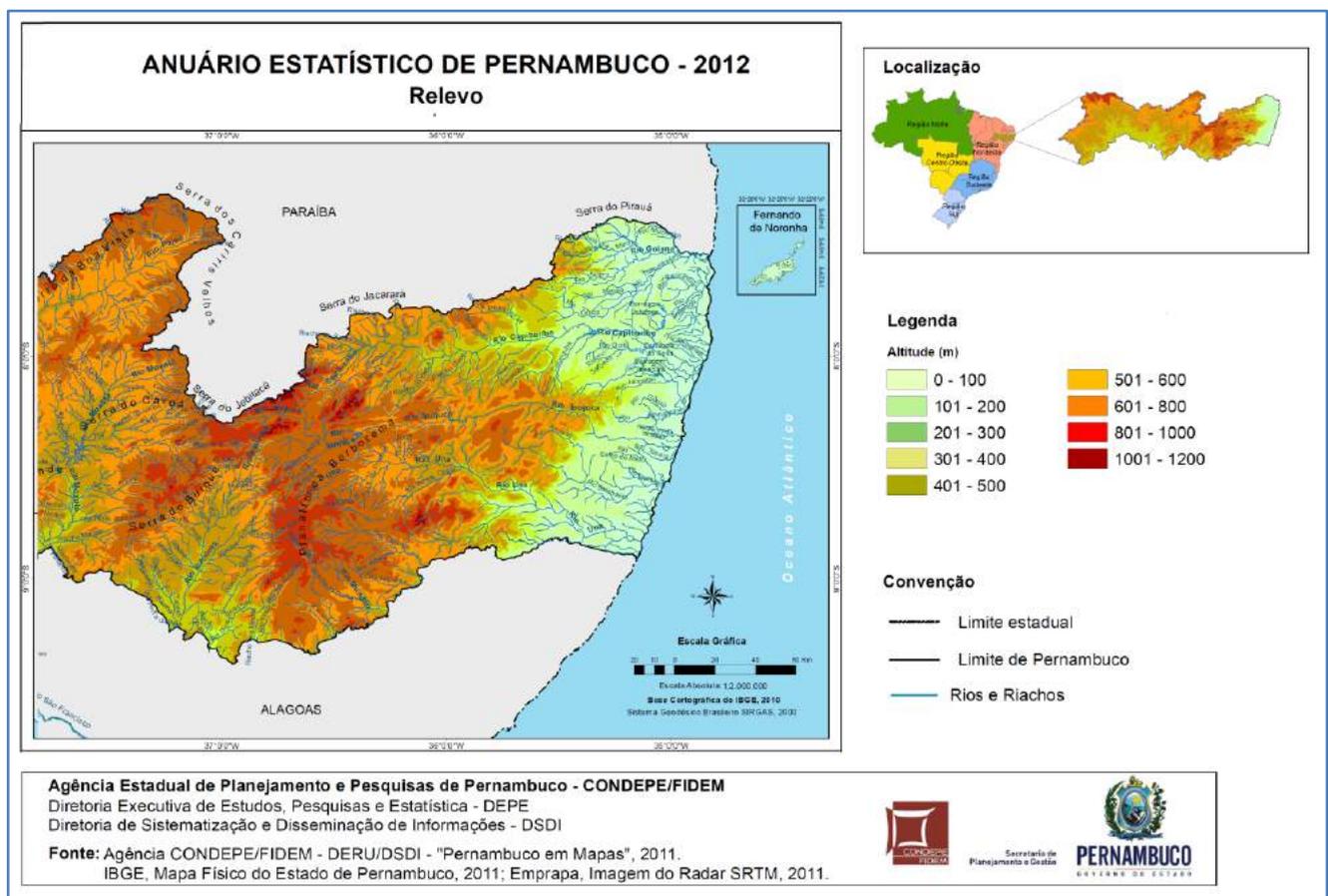


Figura 5.4: Relevo do Agreste de Pernambuco – SRTM (2011)

Fonte: Governo do Estado de Pernambuco (2012) – Editado.

As topografias da porção oriental e da porção ocidental do Planalto da Borborema são distintas entre si. O **rebordo oriental** da Borborema apresenta relevo escarpado e possui um desnível de 300 metros em relação à baixada litorânea. Sobre a superfície leste do planalto aparecem cristas de L-O, separadas por vales. Para o **interior**, o planalto alcança altitudes ainda mais elevadas com média de 800 metros em seu centro e, à medida que vai se aproximando do Sertão, a altitude tende a diminuir até atingir 600 metros junto ao **rebordo ocidental**, separado do topo do planalto por uma escarpa. No centro-sul do planalto eleva-se o maciço dômico de Garanhuns, com altitudes superiores a 1.000 metros (Figura 5.5).



Figura 5.5: Perfil topográfico do Estado de Pernambuco (corte: Oeste-Leste), onde o destaque em amarelo corresponde à área aproximada da mesorregião do Agreste do Estado.
Fonte: Andrade *et al.*, 2003 – Editado.

5.3.2 DOMÍNIOS GEOMORFOLÓGICOS

Pode-se afirmar que cerca de 70-80% das feições geomorfológicas na mesorregião do Agreste pernambucano correspondem ao planalto da Borborema, porém, existem outros domínios geoambientais associados a este e também independentes que formam conjunto de relevo da região. Os domínios geomorfológicos mais relevantes no Agreste de Pernambuco, por ordem da proporção que ocupam o território, são: **Planalto da Borborema**, **Depressão do baixo rio São Francisco**, **Planalto sedimentar da Bacia do Jatobá**, **Patamares orientais da Borborema** e **Depressão Sertaneja**, sendo esses dois últimos típicos de zonas de transição, o primeiro com a Zona da Mara e o segundo, com o Sertão. (Figura 5.6)

As unidades geomorfológicas citadas serão descritas a seguir:

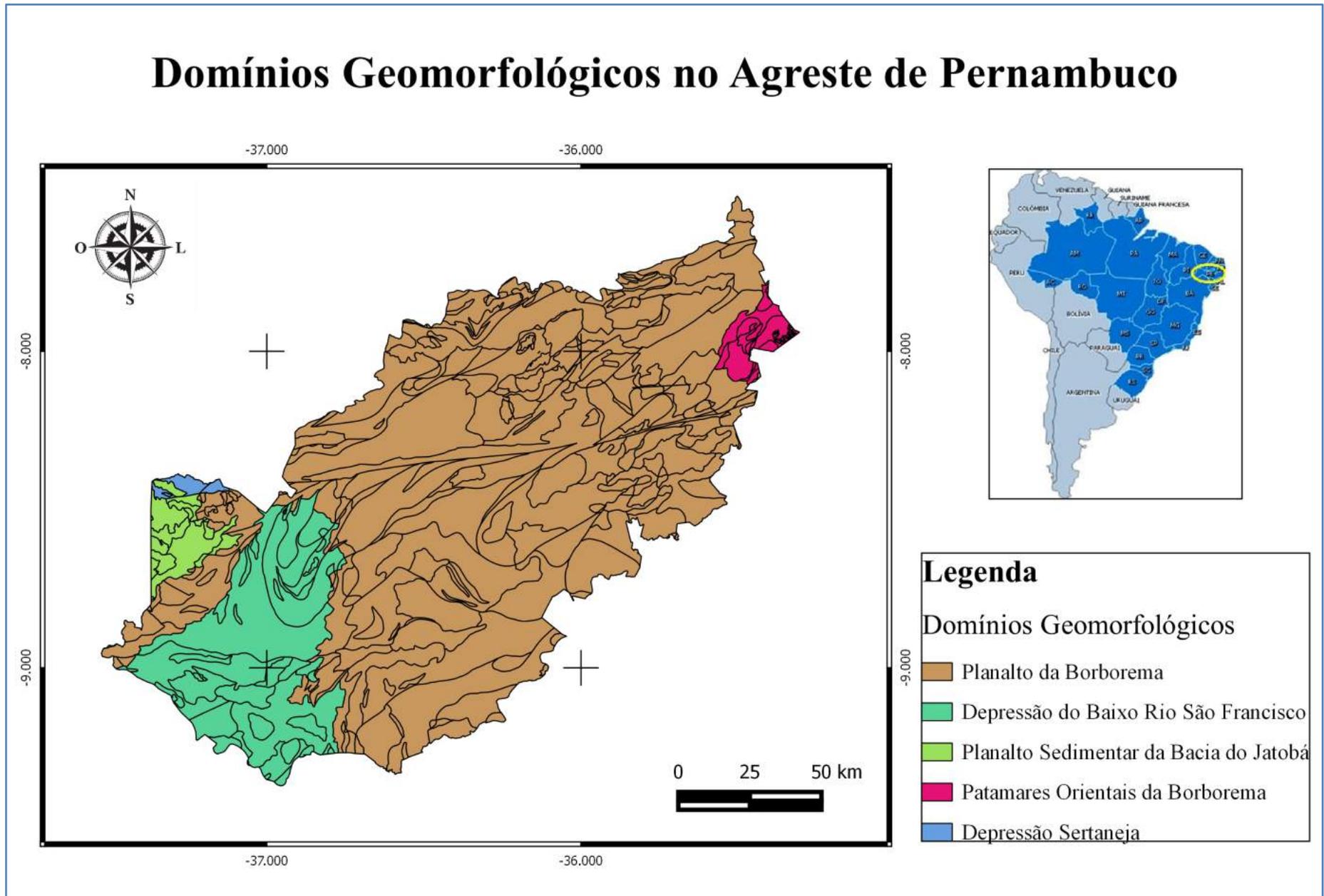


Figura 5.6: Domínios Geomorfológicos no Agreste de Pernambuco.
 Fonte de dados para confecção dos mapas: CPRM, 2014.

A) Planalto da Borborema:

O **planalto da Borborema** estende-se em linha reta no sentido norte-sul no Agreste do Nordeste Oriental brasileiro. Seus limites naturais são: planícies do litoral da porção úmida e ocidental (leste), depressão sertaneja no semiárido (oeste) e o rio São Francisco ao Sul. Esta unidade apresenta cotas mais elevadas (acima de 200m) em comparação às regiões circunvizinhas (Agreste e Sertão) e se estende através dos territórios dos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte.

Em seu caráter estrutural, o Planalto da Borborema encontra assentado sobre os litotipos cristalinos que correspondem aos maciços arqueanos remobilizados, sistemas de dobramentos brasileiros e intrusões ígneas neoproterozóicas *sin- tardi* e pós-orogênicas. CORRÊA *et al.* (2010), apresenta ainda uma proposta de compartimentação do Planalto da Borborema em oito unidades morfoestruturais (Figura 5.6), numeradas e descritas a seguir:

- 1) Cimeira Estrutural São José do Campestre: presença de pequenos *horsts*, muitas vezes encimados por sedimentos terciários (Formação Serra dos Martins), cortados em sua base por diques de basalto;
- 2) Depressão Intraplanáltica Paraibana: situada na porção central da Borborema Paraibana, delimita-se a leste e oeste pelos compartimentos de encostas;
- 3) Depressão Intraplanáltica Pernambucana: se estende ao sul da Depressão Intraplanáltica Paraibana e, em muitos aspectos, é semelhante a esta. Em formato triangular, inclina-se para leste em direção à encosta oriental;
- 4) Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas: encontra-se nas imediações do Município de São Caetano/PE (norte para sul) e assume feição topográfica mais homogênea em relação aos setores circunvizinhos, onde predominam as cristas e relevos residuais.
- 5) Depressão Intraplanáltica do Ipanema: trata-se de um pediplano escalonado ao sul do Lineamento Pernambuco, a oeste da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas e a leste dos Maciços Remobilizados do Domínio Pernambuco-Alagoas;
- 6) Maciços Remobilizados Pernambuco-Alagoas: compreende uma estreita faixa de relevo escarpado que margeia o limite leste do Planalto Sedimentar do Recôncavo-Tucano-Jatobá, dando continuidade à superfície cimeira deste compartimento;

- 7) Maciços Remobilizados Domínios da Zona Transversal: considerada a área morfológicamente mais afetada pelos arqueamentos que atuaram sobre o planalto da Borborema, originando cimeiras mais elevadas e o relevo mais expressivo;
- 8) Depressão Intraplánáltica do Pajeú: localizada entre os Maciços Remobilizados do Domínio da Zona Transversal e a Encosta Ocidental, formou-se uma depressão alongada para nordeste, confinada entre maciços residuais

B) Depressão do Baixo Rio São Francisco:

O relevo na depressão baixo São Francisco apresenta-se pouco dissecado e com baixas elevações residuais. À erosão superficial é um problema constante e pode ocasionar problemas como o surgimento de voçorocas e ravinamento.

C) Planalto Sedimentar da Bacia do Jatobá:

De acordo com Sena *et al.* (2012), neste segmento é marcante a presença de relevo de *cuestas*, o qual existe devido à erosão diferencial e do arqueamento da Borborema, gerando também feições residuais de topo plano como as “*mesetas*”. Nas áreas de aplainamento e dissecção, nas porções mais elevada da bacia sedimentar, encontramos chapadas e chapadões cobertos por neossolos. É marcante a presença de relevos ruiformes, acentuados pela erosão eólica e recobertos por crostas lateríticas formadas pela amplitude térmica incidente sobre a parte superior de camadas com maiores teores de óxido de ferro.

D) Patamares Orientais da Borborema:

Essa unidade se estende paralelamente à linha de costa e, por conseqüência da ação da rede de drenagem orientada para leste, foi intensamente dissecada nesta área, conferindo-lhe feições de escarpa festonada. Por se tratar de uma região de barlavento, as precipitações ocorrem em regime relativamente elevado, ocasionando a predominância de processos de intemperismo químico sobre uma litologia predominantemente pré-cambriana, originando feições de dissecção em forma de colinas de topo convexo. (FERREIRA, 2008)

E) Depressão Sertaneja:

O relevo da Depressão Sertaneja caracteriza-se pela presença de pediplano com relevo monótono, suave-ondulado, com vales estreitos e vertentes dissecadas. Normalmente, as

altitudes variam de 20 a 500 m, mas também apresenta elevações residuais que testemunham os ciclos de intensa erosão nesta região com altitudes de 500 a 800 m. Nesta unidade são comuns problemas ambientais referentes a processos de desertificação. (SEMARH, 2011).

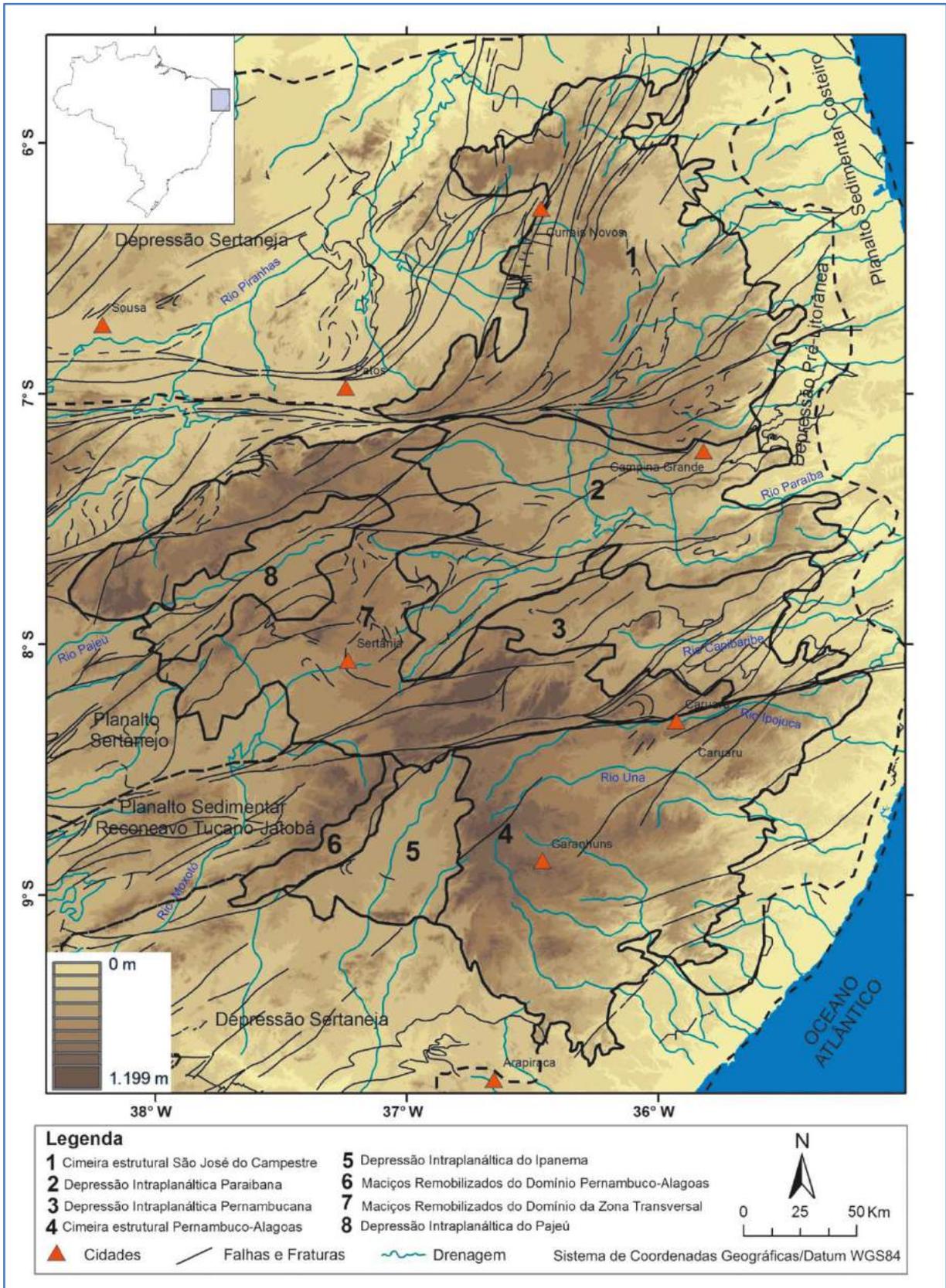


Figura 5.6: Compartimentação “megamorfológica” do Planalto da Borborema.
Fonte: Corrêa *et al.* (2010)

5.3.3 OS BREJOS DE ALTITUDE

Os brejos de altitude, também denominados de “áreas de exceção” (LINS, 1989), podem ser considerados verdadeiras ilhas de umidade inseridas nos domínios do semiárido nordestino. Apresentam altitudes que pode ultrapassar os 1100m (IBGE, 2010), o que acarreta um verdadeiro contraste climático com as regiões circunvizinhas, apresentando características fisiográficas (precipitação, temperatura média, solos, vegetação e fauna) bem distintas. Quando comparados às regiões semiáridas, os brejos possuem condições privilegiadas, mais propícias ao cultivo, devido a sua maior estabilidade climática. (ANDRADE-LIMA, 1966).

A vegetação nos brejos é de floresta úmida inserida na região semi-árida, que é comumente caracterizada pela caatinga hiper e hipoxerófila (ANDRADE-LIMA, 1982). A manutenção dessas florestas úmidas em meio ao clima semiárido se dá em decorrência da precipitação das chuvas orográficas na região de barlavento (Figura 5.7) associada a planaltos (ex.: Borborema) e chapadas (ex.: Araripe). A maior parte das áreas de interesse geológico selecionadas para compor a amostra deste trabalho está inserida em brejos de altitude.

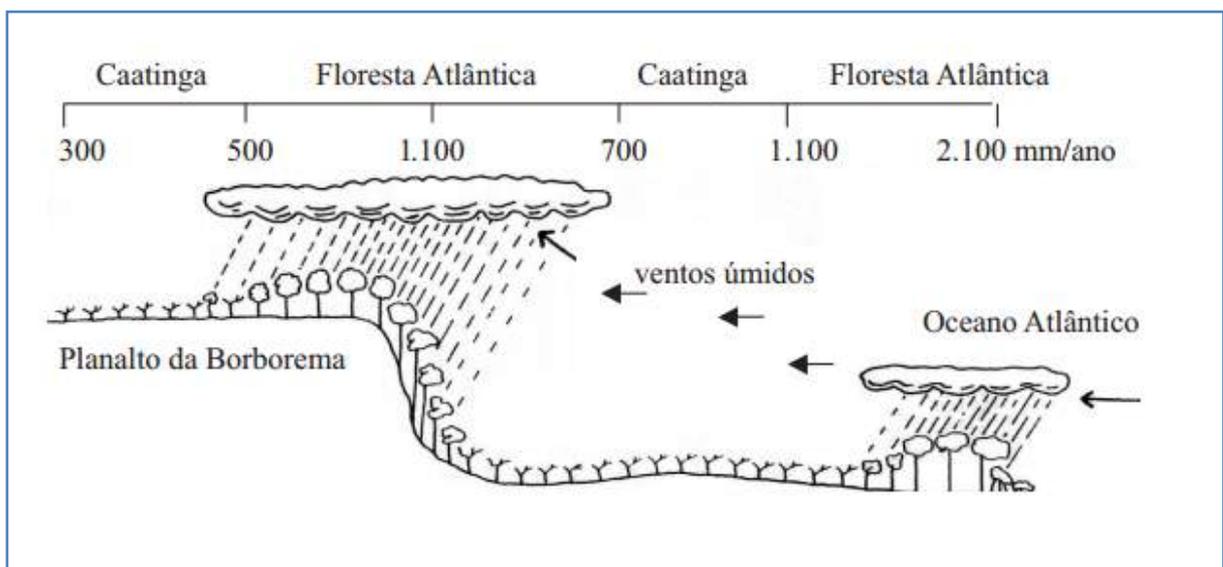


Figura 5.7: Esquema mostrando a ação de barlavento sobre os brejos de altitude do Planalto da Borborema. Fonte: Porto *et al* (2004) - MMA *Op.cit.* Mayo & Fevereiro (1982) - Adaptado

CAPÍTULO 6: SELEÇÃO E JUSTIFICATIVA AMOSTRAL DOS GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE

6.1 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO PARA A AMOSTRA DE GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE

Diante de uma área extensa e complexa como o Agreste de Pernambuco, alguns desafios surgiram no momento de selecionar os locais a serem inventariados na pesquisa da tese. **Muitos foram os questionamentos, tentativas e erros até definir o número ideal da amostra a ser inventariada.** A seguir, será feito um relato das etapas de seleção dessas áreas:

No pré-projeto apresentado durante a seleção para o doutorado, cujo objetivo inicial seria criar um mapa geoturístico e “geodidático” do Agreste de Pernambuco, foram sugeridos 17 geossítios, cujo critério de seleção seria o suposto “potencial geoturístico” dos mesmos, ou seja, áreas com que possibilitariam a utilização de algum elemento da geodiversidade como principal atrativo para visitantes, possuindo ou não já algum uso turístico implantado. Para compor esse conjunto foram elencadas áreas já conhecidas de trabalhos de campo anteriores e também áreas ainda não visitadas, porém, onde a divulgação turística já existia, mesmo que implicitamente associada ao elemento da geodiversidade que compõe a paisagem.

Após a revisão do pré-projeto para transformá-lo em projeto de fato, foi observado que algumas das microrregiões do Agreste possuíam poucos (ou nenhum) geossítios que a representassem, a exemplo de Garanhuns. Como o planejamento inicial era criar uma rede de uso geoturístico sustentável no Estado, seria interessante que nenhuma microrregião ficasse fora do raio de atuação desse planejamento. Deste modo, no intuito de contemplar todas as microrregiões do Agreste de maneira uniforme, foi realizada uma pesquisa dos atrativos turísticos com base em elementos da geodiversidade em cada um dos municípios que ainda não possuíam nenhuma área de interesse conhecida e/ou registrada, o que resultou em um acréscimo de 14 novas áreas, totalizando 31 geossítios a serem inventariados na região.

Durante o andamento da pesquisa, na fase de levantamento bibliográfico e preparação do cronograma para os trabalhos de campo, percebeu-se que a realização de inventário de 31 geossítios seria inviável pela grande quantidade de recursos financeiros que demandava (para as despesas com o grande número de trabalhos de campo). Outro empecilho é que o foco em excessivos trabalhos de campo para esse nível de detalhe tomaria muito tempo das demais

atividades de pesquisa necessárias para a elaboração da tese, o que poderia colocar em risco a conclusão do curso de doutorado dentro do período regular (e máximo) de quatro anos.

Nessa época surgiram também **dificuldades em relação à adequação dos métodos europeus de inventário e quantificação a realidade do semiárido nordestino**. Essas resultaram em uma **reformulação dos objetivos iniciais da tese**, que agora, ao invés de trazer apenas o mapa geoturístico como produto, apresentaria estratégia de geoconservação para a região (englobando o geoturismo e outras medidas) e, especialmente, **na proposta de novas metodologias** para a seleção, inventário, quantificação e classificação dos geossítios.

Partindo de novos objetivos e reavaliando a questão logística dos trabalhos de campo, foram utilizados **novos mecanismos para a escolha de amostra de áreas a serem selecionadas**. Assim, ainda considerando o potencial científico/educativo, foram eliminados geossítios muito similares entre si (ex.: serras, matacões, cachoeiras que, mesmo em locais distantes, são muito parecidos em termos de geodiversidade). Desta forma, foi definido o número final de 13 (treze) geossítios como suficientes para responder aos novos objetivos da tese e foi dado prosseguimento ao cumprimento do cronograma dos trabalhos de campo até sua conclusão, totalizando 09 (nove) viagens com duração de um a cinco dias. (Quadro 2.1)

Finalizados os trabalhos de campo percebeu-se, porém, que a aplicabilidade da geoconservação seria dificultada em alguns dos geossítios, justamente em decorrência do forte apelo cultural. Por exemplo, diante do potencial geossítio Serra do Ororubá (Cimbres), surgiram os seguintes questionamentos: *Como explicar cientificamente/geologicamente fenômenos que as pessoas acreditam ser proveniente de milagre?* Não havia nenhum evento geológico realmente raro nesse em Cimbres que justificasse tal descaracterização. Então, por motivos semelhantes, também foram excluídas a Pedra do Rodeadouro, a Serra Negra e Fazenda Nova. Restaram – finalmente – oito geossítios que seriam a amostra final da tese.

Enfim, **foram definidos 08 (oito) geossítios**, escolhidos para representar a área de estudos e testar os métodos de inventário/quantificação (Quadro 6.1). Os resultados das etapas de pesquisa de geoconservação aplicados a este grupo amostral de geossítios foram **apresentados durante a qualificação da tese** em janeiro de 2015 e, até o momento, haviam sido suficientes para representar o patrimônio geológico do Agreste de Pernambuco.

Porém, simultaneamente a época de entrega da tese para a qualificação, um novo artigo **Brilha (2015)** apresenta uma nova proposta para classificar e também quantificar as áreas de interesse geológico. Este artigo apresenta uma **metodologia mais abrangente** (no

que se refere a abarcar os diferentes tipos de realidades aplicadas às áreas de interesse geológico) e **ao mesmo tempo, mais específica** (quando apresenta diretrizes para criação de estratégias de geoconservação e critérios para quantificação conforme cada caso). Esse método traz, inclusive, a definição de etapas de estratégias de geoconservação a serem realizadas conforme as dimensões das áreas, sejam elas restritas extensas, como é o Agreste.

O surgimento do método Brilha (2015) mudou completamente os rumos desta pesquisa e, com isso trouxe soluções, mas também apresentou novos desafios. Todos os resultados que já haviam sido produzidos e apresentados até então deveriam ser revistos e confrontados com esta nova metodologia. Pode-se considerar que a pesquisa desta tese pode ser dividida em dois tempos principais: “*Antes de Brilha (2015)*” e “*Depois de Brilha (2015)*”. O número de geossítios, antes reduzido a 08 (oito) justificado pelo fato dos critérios culturais superarem os científicos, agora é novamente acrescido e chega a um número de **12 (doze) áreas de interesse geológico**, sendo elas **03 (três) geossítios** e os **09 (nove) restantes, sítios de geodiversidade**, conforme Brilha (2015). A evolução da escolha amostral das áreas de interesse geológico no Agreste de Pernambuco desde o pré-projeto de pesquisa, passando pela qualificação até a fase final da defesa da tese pode ser vista no Quadro 6.1.

A escolha desse número final do conjunto de áreas de interesse para representar de forma satisfatória o patrimônio geológico do Agreste de Pernambuco levou em consideração, prioritariamente, dois elementos da geodiversidade principais: a **geologia** e a **geomorfologia**, em ambos os casos, priorizado **unidades** e **feições**. Desta forma, utilizando-se **mapas geológicos e geomorfológicos** que cobriam a área de estudos da pesquisa, primeiramente foram selecionadas, em cada uma das unidades geológicas e geomorfológicas existentes na região, aqueles potenciais geossítios e sítios de geodiversidade que seriam os mais relevantes no ponto de vista científico, educativo e/ou turístico, evitando-se, além disso, repetição de áreas muito semelhantes entre si, mesmo que inseridas em unidades distintas.

Depois de selecionadas as amostras com base nesses dois elementos principais, **as mesmas foram validadas utilizando mais outras 16 categorias temáticas relativas ao potencial da região para a geoconservação**, agregando elementos da **geodiversidade, fisiográficos, culturais** e de **uso/gestão**. Caso a amostra inicial não tivesse sido representativa da maioria dos critérios (categorias temáticas elencadas), deveria ser feita uma releitura das áreas selecionadas inicialmente, adicionando umas e retirando outras, para que o grupo final fosse o mais heterogêneo possível para representar as diferentes peculiaridades da região. Na amostra selecionada, os resultados foram satisfatórios, não necessitando readaptações.

QUADRO 6.1: ETAPAS PARA A DEFINIÇÃO DO NUMERO DE ÁREAS DE INTERESSE GEOLÓGICO A SEREM INVENTARIADAS NO AGRESTE DE PERNAMBUCO

OBJETIVO INICIAL: Mapa geoturístico e “geodidático” do Agreste de Pernambuco					NOVOS OBJETIVOS: Geoconservação, Sustentabilidades e Propostas Metodológicas		REFORMULAÇÃO PÓS BRILHA (2015): Geossítios + Sítios de Geodiversidade	
Pré-Projeto		Projeto (1ª Reformulação)		Reformulação (Durante os campos)	Definição Final (Pós-Campo QUALIFICAÇÃO)	Número Final (DEFESA DA TESE)		
1. Cachoeiras de Bonito 2. Caneluras de Pedra 3. Parque das Esculturas Monumentais Nilo Coelho 4. Pedra do Cachorro 5. Pedra Furada 6. Pedra do Martelo 7. Pedra do Navio 8. Pedra do Rodeadouro 9. Serra da Boa Vista 10. Serra do Estrago 11. Serra Negra 12. Serra do Ororobá 13. Serra do Pará 14. Serra das Russas 15. Serra de Taquaritinga 16. Serra dos Ventos 17. Vale do Catimbau		1. Alto do Cruzeiro 2. Bica da Trilha 3. Cachoeira Encontro das Águas 4. Cachoeira Iateca 5. Cachoeiras de Bonito 6. Fazenda Nova 7. Parque das Esculturas Monumentais Nilo Coelho 8. Pedra da Cachoeira 9. Pedra do Cachorro 10. Pedra do martelo 11. Pedra do navio 12. Pedra do Rodeadouro 13. Pedra furada 14. Serra do Ponto 15. Serra da Pedra Montada 16. Serra da Taquara 17. Serra das Barracas 18. Serra das Russas 19. Serra do Cacimbão 20. Serra do Estrago 21. Serra do Gavião 22. Serra do Oratório 23. Serra do Ororubá (Cimbres) 24. Serra do Pará 25. Serra dos Macacos 26. Serra dos Ventos 27. Serra Negra 28. Termas de Salgadinho 29. Vale do Catimbau 30. Vale do rio Correntes 31. Vale do rio Inhumas		1. Cachoeiras de Bonito 2. Caneluras da Pedra 3. Fazenda Nova 4. Pedra Furada 5. Pedra do Martelo 6. Pedra do Navio 7. Pedra do Rodeadouro 8. Serra do Ororubá (Cimbres) 9. Serra do Ponto 10. Serra Negra 11. Serra do Pará 12. Milonitos da Serra das Russas 13. Vale do Catimbau	1. Cachoeiras de Bonito 2. Caneluras da Pedra 3. Pedra Furada 4. Pedra do Martelo 5. Pedra do Navio 6. Serra do Pará 7. Milonitos da Serra das Russas 8. Vale do Catimbau	1. Milonitos da Serra das Russas 2. Vale do Catimbau 3. Pedra Furada 4. Pedra do Navio 5. Serra do Pará 6. Caneluras de Pedra 7. Pedra do Martelo 8. Cachoeiras de Bonito 9. Serra Negra 10. Fazenda Nova 11. Pedra do Rodeadouro 12. Serra do Ororubá /Cimbres		

6.2 MÉTODOS MATEMÁTICOS PARA JUSTIFICAR A SELEÇÃO DE GEOSSÍTIOS

6.2.1 GEOESTATÍSTICA: POPULAÇÃO X AMOSTRA

Em pesquisas estatísticas populacionais, a exemplo dos censos e outras pesquisas realizadas regularmente por órgãos como o IBGE, existem métodos específicos para validar o tamanho da amostra, que geralmente corresponde a um percentual que a torne representativa dentro do **universo/população** estudados, diminuindo as margens de erro. Muitas vezes são utilizados subcritérios, para dividir essa mesma amostra em subcategorias (ex.: sexo, idade, etnia, renda) que podem trazer mais detalhes para a análise das tendências averiguadas.

Ao confrontarmos o método de validação de amostras em pesquisas populacionais com o problema dos argumentos para a definição do número de geossítios a serem estudados na tese, surgiu a seguinte questão: *Será que os métodos estatísticos que envolvem população x amostra serviriam também para selecionar geossítios dentro de uma determinada área?*

A princípio, a resposta para essa afirmação seria negativa, pelo seguinte motivo: os geossítios (e sítios de geodiversidade) costumam ser selecionados pelo seu valor excepcional em relação às demais no mesmo recorte espacial, o que corresponde a um valor primordialmente qualitativo e não quantitativo. Assim sendo, o patrimônio geológico de uma determinada área não seria resposta a pergunta: *“Quantos desses que poderiam representar a área?”*, mas sim: *“Quais desses se destacam dos demais nos quesitos científico, educacional ou turístico?”*. Usando um exemplo prático: em uma região com 100 áreas com geodiversidade catalogadas, poderiam ser consideradas patrimônio geológico todas, algumas ou nenhuma. E o fator estatístico não seria determinante para definir o número da amostra.

Então surge outro questionamento: *de que outra forma os métodos estatísticos e suas variações podem auxiliar na questão do patrimônio geológico?* Através desse ponto, deu-se início a busca de semelhanças e diferenças entre os dois tipos diferentes de universo amostral: pessoas (censos populacionais) x geossítios/sítios de geodiversidade (patrimônio geológico do Agreste de Pernambuco), para definir a aplicabilidade do método, que se configurou principalmente em definir a representatividade da amostra conforme as peculiaridades da área estudada, aliando **quesitos quantitativos** (tipos de elementos a serem representados, como:

unidades geológicas, litologia predominante, relevo, entre outros) e **qualitativos** (locais que melhor representariam cada um desses tipos). Comparando com as pesquisas populacionais, áreas de interesse geológico seriam “pessoas” e requisitos como faixa etária, emprego e sexo, seriam tópicos relacionados principalmente ao meio físico (geologia/geomorfologia), mas também ao socioeconômico da região.

Para testar a aplicabilidade destas suposições, a primeira etapa foi definir o **Universo**, nesse caso, a geodiversidade do Agreste de Pernambuco. Na sequência, foi definida toda a **População**, que seria o conjunto de todas as áreas que se destacassem na geodiversidade do Agreste e que apresentassem potencial para se tornarem geossítios ou sítios de geodiversidade e; por fim, foi definida a **Amostra**, que compreendeu **03 (três) geossítios e 09 (nove) sítios de geodiversidade** que mais se destacavam dentro de cada um dos cinco “grupos populacionais”: **Recursos Hídricos, Geoformas, Serras, Vales e “Ex situ”**. (Figura 6.1)

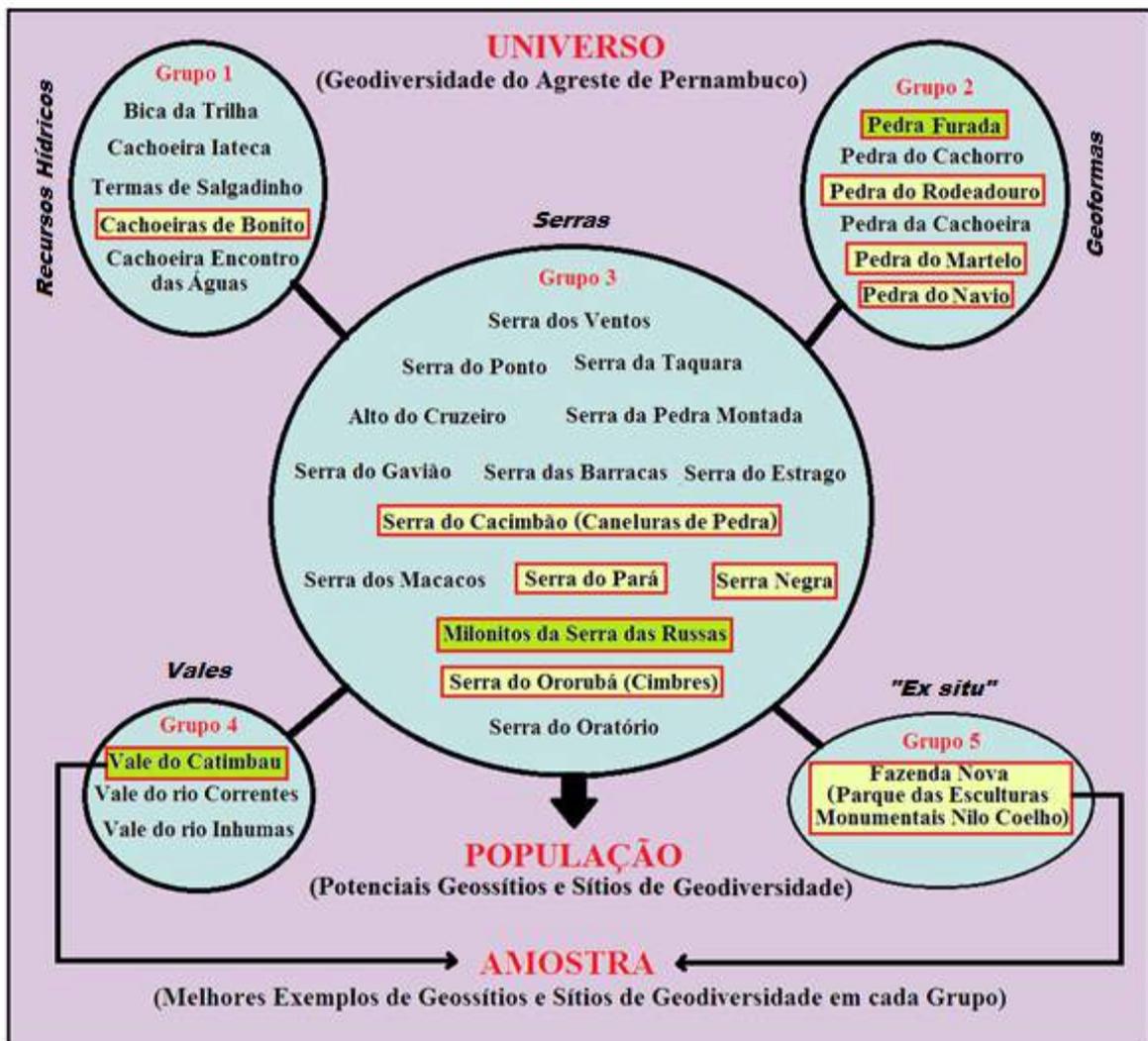


Figura 6.1: Diagrama exemplificado o processo de seleção da amostra de geossítios (retângulo com fundo verde) e sítios de geodiversidade (retângulo com fundo amarelo) no Agreste de Pernambuco.

Do mesmo modo que ocorre com a análise estatística em testes populacionais e geoestatísticos, após definir a amostra, torna-se necessário listar argumentos que a tornem válida para representar os respectivos Universo/População inseridos na área de estudos. Neste caso, no que se refere às pesquisas populacionais, essas características costumam integrar aspectos primordialmente socioeconômicos (idade, sexo, renda), já no caso do patrimônio geológico, são os aspectos do meio físico/geográfico (geológico, geomorfológicos fisiográficos) são os que melhor se enquadram para validar a amostra.

Quando se trata de elencar grupos conforme categorias de análise específicas, o uso da **Teoria de Conjuntos** pode ser uma ferramenta eficaz para justificar a representatividade da amostra, dentro das características da população e universo estudados. Para tal, torna-se necessário definir dois pontos principais: as **categorias temáticas (conjuntos)** a serem analisadas e as **possibilidades (subconjuntos)** inseridas em cada uma delas. As áreas de interesse geológico devem ser alocadas nos conjuntos/subconjuntos conforme suas principais características. O número de conjuntos, entretanto, deve compreender todas as possibilidades inseridas na área de estudos (ex.: clima – deve apresentar tantos conjuntos quanto os tipos climáticos da região). Quanto maior o detalhamento, melhor será o diagnóstico da amostra.

Desta forma, levando em consideração as particularidades do Agreste de Pernambuco (Universo), foram definidas **18 categorias temáticas (grupos) principais**. São eles: *Representação Espacial/Geográfica (Município; Microrregião; Região de Desenvolvimento; Espacialização: Norte/Sul; Espacialização: Leste/Oeste)*, *Ambiente Litológico Predominante (Litologia Predominante)*, *Compartimentação Tectônica (Domínio; Terreno; Unidades)*, *Geocronologia (Idade)* e *Geomorfologia (Unidade Geomorfológica; Tipo/Feição; Brejo de Altitude)*, *Ocorrência de Fósseis (Registros de Megafauna – Silva, 2013)*, *Tipos de Áreas de Interesse Geológico (Brilha/2015; Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martínez/2010)* e *Geodiversidade (Índice de Geodiversidade)* e *Proteção Legal (Unidades de Conservação – Lei do SNUC)* critérios estes relacionados à geodiversidade e ao ordenamento territorial da região.

Posteriormente, as 12 áreas de interesse (amostra) foram reagrupadas em subcategorias dentro de cada uma dessas 18 categorias temáticas principais, de modo a constatar que a amostra selecionada seria suficiente para representar a diversidade do Agreste de Pernambuco não só em relação à quantidade, mas principalmente, à qualidade de elementos. Os resultados podem ser visualizados no Quadro 6.2.

QUADRO 6.2: CATEGORIAS TEMÁTICAS PARA JUSTIFICAR A REPRESENTATIVIDADE DA AMOSTRA SELECIONADA NO AGRESTE DE PERNAMBUCO												
Tipos / Categorias Temáticas	01 - Milonitos da Serra das Russas	02 - Vale do Catimbau	03 - Pedra Furada	04 - Pedra do Navio	05 - Serra do Pará	06 - Caneluras de Pedra	07 - Pedra do Martelo	08 - Cachoeiras de Bonito	09 - Serra Negra	10 - Fazenda Nova	11 - Pedra do Rodeadouro	12 - Cimbres/S. Ororubá
REPRESENTAÇÃO ESPACIAL/GEOGRÁFICA												
Município	Gravatá	Buíque	Venturosa	Bom Jardim	Santa Cruz do Capibaribe	Pedra	Bezerros	Bonito	Bezerros	Brejo da Madre de Deus	Bonito	Pesqueira
Microrregião	Vale do Ipojuca	Vale do Ipanema	Vale do Ipanema	Médio Capibaribe	Alto Capibaribe	Vale do Ipanema	Vale do Ipojuca	Brejo Pernambucano	Vale do Ipojuca	Vale do Ipojuca	Brejo Pernambucano	Vale do Ipojuca
Região de Desenvolvimento	Agreste Central	Agreste Meridional	Agreste Meridional	Agreste Setentrional	Agreste Setentrional	Agreste Meridional	Agreste Central	Agreste Central	Agreste Central	Agreste Central	Agreste Central	Agreste Central
Norte/Sul*	Norte	Sul	Sul	Norte	Norte	Sul	Norte	Norte	Norte	Norte	Norte	Sul
Leste/Oeste*	Leste	Oeste	Oeste	Leste	Oeste	Oeste	Leste	Leste	Leste	Oeste	Leste	Oeste
AMBIENTE LITOLÓGICO PREDOMINANTE												
Litologia Predominante	Metamórfica (Ortoderivada)	Sedimentar	Ígnea Plutônica	Ígnea Plutônica	Metamórfica (Paraderivada)	Ígnea Plutônica	Ígnea Plutônica	Ígnea Plutônica	Ígnea Plutônica	Ígnea Plutônica	Ígnea Plutônica	Ígnea Plutônica
COMPARTIMENTAÇÃO TECTONICA												
Domínio	Transversal / Externo	Coberturas Fanerozóicas	Externo	Transversal	Transversal	Externo	Transversal	Externo	Transversal	Transversal	Externo	Transversal
Terreno¹	TRC/TPA	BS	TPA	TRC	TRC	TPA	TRC	TPA	TRC	TRC	TPA	TRC
Unidades²	Suítas Magmáticas / Complexo Belém de São Francisco	Form. Tacaratu/ Bacia Jatobá	Batólito Alagoinhas	Complexo Bom Jardim	Complexo Surubim-Coroalina	Suíte Intrusiva Itaporanga	Batólito Caruaru-Arcoverde	Batólito Bonito-Gameleira	Batólito Caruaru-Arcoverde	Batólito Caruaru-Arcoverde	Batólito Bonito-Gameleira	Batólito Caruaru-Arcoverde
GEOCRONOLOGIA												
Idade³	Mesoprotozoico	Fanerozóico/ Paleozóico	Neoproteroz. / Cambriano	Arqueano/ Paleoproter.	Neoproteroz./ Cambriano	Neoproteroz./ Cambriano	Mesoprotoz.	Neoproteroz./ Cambriano	Mesoprotoz.	Mesoprotoz.	Neoproteroz./ Cambriano	Mesoprotoz.
GEOMORFOLOGIA												
Unidade Geomorfológica	Planalto da Borborema	Planalto Sedimentar da Bacia do Jatobá	Depressão do Baixo Rio São Francisco	Planalto da Borborema	Planalto da Borborema	Depressão do Baixo Rio São Francisco	Planalto da Borborema	Planalto da Borborema	Planalto da Borborema	Planalto da Borborema	Planalto da Borborema	Planalto da Borborema
Tipo/Feição	Corte de Estrada	Relevo Residual/ Ruiniforme	Arco Granítico/ Geoforma	Matacão/ Geoforma	Serra	Lajedo	Matacão/ Geoforma	Quedas d'água/ Cachoeiras	Serra	Afloramentos e "Patrimônio Construído"	Serra	Serra
Brejo de Altitude	Sim	Sim	----	----	Sim	----	Sim	Sim	Sim	----	Sim	Sim
OCORRÊNCIA DE FÓSSEIS (REGISTROS)												
Megafauna (Silva, 2013)	Não	Sim/Não**	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim
TIPOS DE ÁREAS DE INTERESSE GEOLÓGICO												
Classificação de Brilha (2015)⁴	Geossítio	Geossítio	Geossítio	S.G.	S.G.	S.G.	S.G.	S.G.	S.G.	S.G.	S.G.	S.G.
Classificação por Tipo/Feição (2010)⁵	Seção	Área Complexa	Área Complexa	Ponto	Área Complexa	Ponto	Ponto	Área	Área Complexa	Área	Ponto	Área
GEODIVERSIDADE (PREDOMINANTE NA ÁREA DO MUNICÍPIO)												
Índice de Geodiversidade⁶	Muito Alta	Alta	Alta	Alta	Média	Média	Muito Alta	Alta	Muito Alta	Média	Alta	Alta
PROTEÇÃO LEGAL												
Unidade de Conservação	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim

Onde: ¹⁾ Terrenos conforme a classificação de Santos (1998); ^{2 e 3)} Gomes e Santos (2001); ⁴⁾ Classificação em Geossítios e Sítios de Geodiversidade ("SG"); ⁵⁾ Classificação das áreas de interesse geológico quanto ao tipo (feição) por Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martinez (2010). *Espacialização em relação a divisão hipotética exemplificada na figura 6.2. ** Existem fósseis no município de Buíque, mas a Formação Tacaratu em si (onde está inserido o Vale do Catimbau) é afossilífera. ⁶⁾ Índice de geodiversidade calculado por Ferreira (2014) – Ver: Figura 4.14

6.2.2 DIAGRAMA DE VENN E REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA TEORIA DE CONJUNTOS

O **diagrama de Venn** é uma forma simples e muito comum de **representar dados e fazer cruzamentos de pontos em comum entre diferentes grupos**, através de união e intersecção de informações. Seu estudo está relacionado à teoria de conjuntos, portanto, para que funcione, torna-se necessário **definir grupos (categorias) inerentes à amostra estudada** e que serão representados por conjuntos. Posteriormente, os lugares de interesse geológico da amostra deverão ser distribuídos entre esses conjuntos, respeitando suas características e permitindo o cruzamento de informações quando for o caso. É importante lembrar que o diagrama de Venn não serve para definir/criar um grupo amostral, mas sim para espacializar e/ou justificar conjuntos de elementos que foram relevantes na escolha prévia da amostra.

Para a definição dos grupos a serem trabalhados no Agreste de Pernambuco (Quadro 6.2), primeiramente foram realizados estudos sobre o meio físico de modo a entender quais os principais grupos que caracterizam o Agreste Pernambucano, dentro de cada tema. **Definidos os grupos, as doze amostras são distribuídas entre os mesmos a fim de que a maioria dos tipos descritos por tema seja representada por geossítios/sítios de geodiversidade da amostra**, sendo o ideal que todas possuam pelo menos um representante para que a amostra se torne mais fidedigna representando todos os elementos da **geodiversidade** na região.

Após todos os testes, os dados são organizados em tabelas/quadros. Todavia, a espacialização e cruzamento desses dados não são tão evidentes nesse formato, o que pode dificultar um pouco a interpretação. Deste modo, a representação gráfica com o uso do Diagrama de Venn torna-se mais eficaz do que a tabulação para expor a representatividade das amostras dentro de cada temática. Além de possuir a vantagem de também facilitar a visualização do cruzamento de dados, quando estes se encaixam em mais de uma categoria.

Além da questão do valor científico em si, um fator relevante para a escolha dos geossítios foi à **Representação Espacial/ Geográfica** do conjunto. Neste quesito, foi levado em consideração o fato de que a distribuição dos mesmos dentro do perímetro da área de estudos fosse a mais abrangente possível. Para auxiliar nesse processo, foram considerados além dos limites político-administrativos (06 Microrregiões inseridas em 03 Regiões de Desenvolvimento), também uma divisão espacial hipotética do Agreste em suas porções Norte, Sul, Leste e Oeste. A figura a seguir mostra a representatividade espacial da amostra de

áreas de interesse geológico (geossítios e sítios de geodiversidade), levando em consideração os critérios políticos e geográficos. (Figura 6.2)



Figura 6.2: Distribuição espacial do conjunto de geossítios (estrela vermelha) e sítios de geodiversidade (estrela azul) selecionados na mesorregião do Agreste de Pernambuco em: Microrregiões, Regiões de Desenvolvimento (RD Agreste Meridional - Verde; RD Agreste Central - Bege e RD Agreste Setentrional - Cinza) e nas porções em divisões hipotéticas Norte-Sul (linha azul) e Leste-Oeste (linha vermelha). Onde: 1) Milonitos; 2) Catimbau; 3) Pedra Furada; 4) Pedra do Navio; 5) Serra do Pará; 6) Caneluras do Lajedão; 7) Pedra do Martelo; 8) Cachoeiras de Bonito; 9) Serra Negra; 10) Fazenda Nova 11) Rodeadouro; 12) Cimbres.

No quesito político-administrativo, a mesorregião do Agreste está dividida em seis microrregiões (Figura 4.1) que, por sua vez, se agrupam em três Regiões de Desenvolvimento (Figura 4.2). O conjunto dos doze geossítios/Sítios de Geodiversidade escolhidos, no quesito “**Regiões de Desenvolvimento**”, consegue abranger 100% dos grupos disponíveis de forma satisfatória, sendo distribuídos da seguinte forma: RD Agreste Setentrional (2), RD Agreste Central (7) RD Agreste Meridional (3). Essa distribuição tem uma boa representatividade também se levarmos em consideração a relação: Quantidade de Geossítios X Dimensão por RD. (Figura 6.2). Ainda utilizando a mesma figura 6.2 como referência, quando analisamos categoria “**Microrregiões**”, temos a seguinte distribuição dentro da amostra: Alto Capibaribe

(1), Médio Capibaribe (1), Vale do Ipojuca (5), Brejo Pernambucano (2) e Vale do Ipanema (3). A microrregião de Garanhuns foi a única a não possuir um geossítio que a representasse, mas mesmo assim, se considerarmos o conjunto, a amostra é válida, pois abrange 5/6 (83%) do universo de Microrregiões apresentado. Os diagramas de Venn para facilitar a visualização da distribuição das áreas de interesse geológico (amostra) nas RD's e Microrregiões (universo) encontram-se, respectivamente, nas figuras 6.3 e 6.4, a seguir:



Figura 6.3: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios nas Regiões de Desenvolvimento (RD's) do Agreste de Pernambuco.



Figura 6.4: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios nas Microrregiões do Agreste de Pernambuco.

Ainda em relação à distribuição das amostras dentro da área de estudos, foi realizada uma divisão da região agreste em quatro porções, conforme os pontos cardeais: **Norte, Sul, Leste e Oeste**. As linhas divisórias hipotéticas foram traçadas em vermelho (Figura 6.2) e têm, no sentido Norte-Sul, respectivamente, os seguintes pontos extremos: São Vicente Férrer e Águas Belas. Já no sentido Leste-Oeste, os pontos extremos são respectivamente: Lagoa dos Gatos e Pesqueira. Na figura 6.5, a representação desses dados no diagrama de Venn, onde se pode perceber também que há a validação da amostra para representar esse critério.

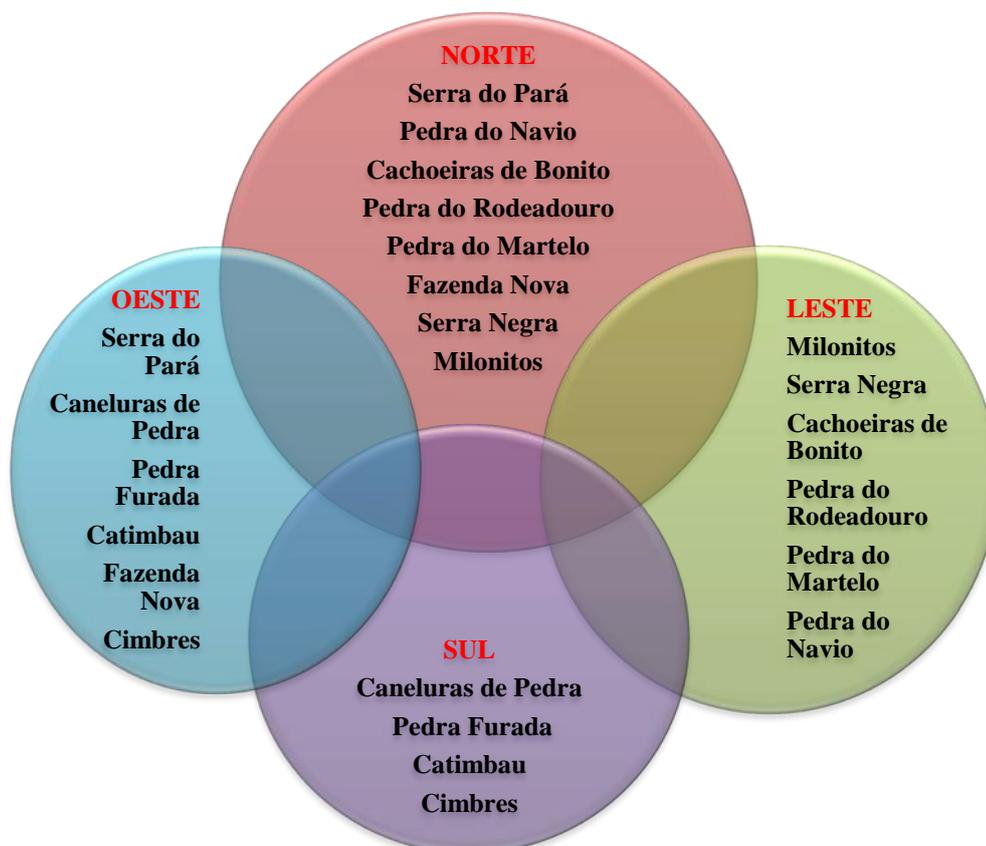


Figura 6.5: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios nas porções Norte, Sul, Leste e Oeste do Agreste de Pernambuco.

A distribuição espacial é primordial no que diz respeito ao planejamento futuro de uso e gestão desses potenciais geossítios e sítios de geodiversidade, mas **justamente por se tratarem de áreas de interesse geológico, os valores científicos e educativos apresentam uma importância ainda maior** para a justificativa de escolha de amostras. Desta forma, dentre todos, os critérios diretamente voltados para a Geologia/Geomorfologia do Agreste de Pernambuco foram extremamente relevantes para validar a representatividade das amostras.

Um dos fatores decisivos para a justificativa amostral foi a **Litologia Predominante**, cujo universo no Agreste de Pernambuco é composto por três tipos principais: Ígneo Plutônico, Sedimentar e Metamórfico (Orto/Paraderivados). Na Figura 6.6 podemos visualizar essa distribuição das amostras dentro de todas as opções disponíveis na mesorregião (GOMES e SANTOS, 2001) e perceber que o conjunto de amostras representa todas as possibilidades.



Figura 6.6: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade nas porções Norte, Sul, Leste e Oeste do Agreste de Pernambuco.

Outro ponto relevante foi a representatividade das amostras em relação à **Compartimentação Tectônica** da região Agreste. Para tal, foi utilizado como base o modelo proposto por (SANTOS, 1998), que divide a Província da Borborema em Domínios e Terrenos tectono-estratigráficos (Figura 5.1). Os geossítios foram plotados, conforme suas coordenadas, no mapa geológico e a distribuição entre esses dois critérios coincidiram quando representados no Diagrama de Venn, como pode ser observado na figura 6.7, que apresenta a distribuição nos **Domínios** e na figura 6.8, com os **Terrenos Tectono-Estratigráficos** mostrando, mais uma vez, a validade da amostra para representar a diversidade geológica existente no universo amostral, abrangendo 100% das opções disponíveis na área.

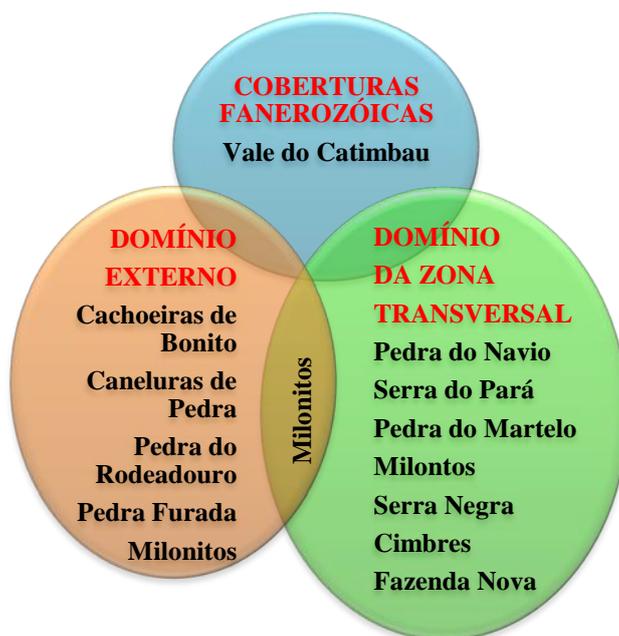


Figura 6.7: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios/sítios de geodiversidade nos Domínios Tectono-Estratigráficos propostos por Santos (1998) e que representam o Agreste de Pernambuco, inseria na Província da Borborema.



Figura 6.8: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios/sítios de geodiversidade nos Terrenos Tectono-Estratigráficos propostos por Santos (1998) e que representam o Agreste de Pernambuco, inseria na Província da Borborema.

A escolha da representação das unidades geológicas também se mostra relevante para a validação das amostras, uma vez que interfere diretamente na questão “representatividade científica da área”, levando em consideração o material disponível sobre estudos de mapeamento geológico e análise mineralógica já realizada na região. De acordo com o mapa geológico (GOMES e SANTOS, 2001), o Agreste de Pernambuco apresenta como principais unidades geológicas: Complexo Surubim-Coroalina, Complexo Belém de São Francisco, Complexo Bom Jardim, Suite intrusiva Itaporanga, Bacia Sedimentar do Jatobá e os Batólitos Alagoinhas, Bonito-Gameleira e Caruaru-Arcoverde.

No quesito “**Unidades Geológicas**” torna-se fundamental que todas possuam pelo menos um representante dentro do grupo e, neste ponto, a amostra é mais uma vez validada, sendo as 12 áreas suficientes para representar a diversidade de unidades geológicas presentes na região (universo), como pode ser visualizado no diagrama a seguir (Figura 6.9)



Figura 6.9: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade nas Unidades Geológicas (GOMES e SANTOS, 2001) do Agreste de Pernambuco.

Em relação à Geocronologia, na área de estudos foi identificado um Universo de 04 grupos (GOMES e SANTOS, 2001), que também conseguiu ser bem representado pela mostra de áreas de interesse selecionadas, abrangendo 100% dos Éons. (Figura 6.10)



Figura 6.10: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade nos Éons (Gomes e Santos, 2001) que representam a Geocronologia do Agreste de Pernambuco.

Em relação à geomorfologia a princípio, poderíamos considerar o Agreste de Pernambuco, uma região “monótona”, uma vez que o Planalto da Borborema é a feição geomorfológica que mais se destaca e caracteriza a região, porém, além dela que ocupa cerca de 80% da área do Agreste Pernambucano, conforme informações da CPRM (2014) existem outras quatro **Unidades Geomorfológicas** que se encontram inseridas nos limites político-administrativos da região, são elas: Depressão do Baixo Rio São Francisco; Planalto Sedimentar da Borborema, Depressão Sertaneja e Patamares Orientais da Borborema, conforme pode ser visualizado no mapa da figura 5.5. No diagrama de Venn na figura 6.11, percebe-se que nem a Depressão Sertaneja nem os Patamares orientais da Borborema apresentaram representantes entre a amostra, mas considerando a proporções (dimensões) das

áreas que as unidades geomorfológicas englobam na região, pode-se dizer que a amostra é satisfatória, uma vez que sua representação abrange um total de área de mais de 90% da região, mesmo que englobando apenas três das cinco unidades possíveis.



Figura 6.11: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade nas Unidades Geomorfológicas do Agreste de Pernambuco.
Fonte de Informações: CPRM (2014)

Outro elemento importante a ser analisado foi à variedade (geodiversidade) de **Feições e Tipos de Afloramentos** presentes na amostra de áreas de interesse geológico no Agreste Pernambucano. Neste caso, cada uma das áreas de interesse da amostra deveria ser o melhor exemplo de feição e/ou afloramento por tipo, dentro de cada tipo na área de estudos. Além disso, deveria ter ainda um valor científico que o tornasse um “local-tipo” para representação da evolução geológico-geomorfológica da região e os processos erosivos a ela associados, quando se tratasse especificamente de geossítios (com valor científico agregado). Deste modo, foram definidos 08 tipos que conseguem abranger a diversidade geomorfológica da região no que diz respeito ao tipo de feição e afloramentos encontrados. A representação desses dados

foi considerada 100% satisfatória, elencando ao menos uma área de interesse geológico para cada possibilidade (categoria) apresentada, como pode ser visualizado a seguir (Figura 6.12).



Figura 6.12: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade por tipos de afloramento e feições geomorfológicas no Agreste de Pernambuco.

Um fator adicional a ser considerado é o fato de as áreas de interesse geológico estarem ou não inseridas em áreas denominadas como **Brejos de Altitude** (LINS, 1989), verdadeiras “ilhas de umidade” inseridas na unidade maior, o Planalto da Borborema. Nesse contexto, percebe-se que, apesar da pouca variedade de opções (sim ou não) quanto à inserção em um brejo, os geossítios e sítios de geodiversidade selecionados foram suficientes para representar o perfil da região, conforme observado no diagrama seguinte. (Figura 6.13)



Figura 6.13: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade inseridos em Brejos de Altitude no Agreste.

Para a classificação de ocorrência de fósseis, foi considerado o trabalho de **Silva (2013)** que traz um levantamento da presença de vestígios de animais da Megafauna em Pernambuco, especialmente em tanques naturais. No Estado, o Agreste se destaca como a região com maior incidência de fósseis catalogados. Lembrando que esse primeiro levantamento refere-se a **registros fósseis de animais da Megafauna** em toda a extensão municipal. Desta forma, por exemplo, o Vale do Catimbau possui registro fóssil conforme esse levantamento, mesmo estando inserido em uma formação arenítica afossilífera. Na Figura 6.14, pode-se visualizar a distribuição da amostra conforme o registro fóssil.



Figura 6.14: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade onde há registros de ocorrência de fósseis de animais da Megafauna. Silva (2013).

Além dos fatores político-administrativos, geológicos e geomorfológicos, mais dois critérios foram utilizados para determinar a representatividade do conjunto, ambos relacionados diretamente com o quesito “patrimônio geológico”. O primeiro deles corresponde à classificação apresentada por **Brilha (2015)**, que divide as áreas de interesse geológico em dois grupos: geossítios (com valor científico) e sítio de geodiversidade. Na figura 6.15, percebe-se que a distribuição da amostra nesse critério foi satisfatória.



Figura 6.15: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade de acordo com a classificação de Brilha (2015).

Também foi utilizada a classificação conforme **Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martínez (2010)**, que se assemelha um pouco com a classificação de “Tipo/Perfil geomorfológico”, mas apresenta características que englobam as questões do potencial da área tanto nos quesitos naturais como para uso e gestão. Ao laçarmos os elementos da amostra no diagrama (Figura 6.16), percebe-se que a mesma pode ser considerada satisfatória, uma vez que englobam 4/5 possibilidades dos conjuntos. O único que não possui um representante foi o conjunto “Mirante”, mas não significa que mirantes não existam no conjunto amostral, uma vez que o conjunto “Área Complexa” também contempla mirantes.



Figura 6.16: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade por tipo de acordo com a classificação de Fuertes-Gutierrez e Fernández-Martinez (2010).

E, finalmente, as duas últimas categorias temáticas analisadas para validar a amostra de geossítios e sítios de geodiversidade selecionados no Agreste de Pernambuco foram: o **Índice de Geodiversidade** (Figura 6.17) e a inserção (ou não) dessas áreas dentro de unidades de conservação (**Proteção Legal**) conforme a lei do SNUC (Figura 6.18).

O **índice de geodiversidade** na região foi aplicado por **Ferreira (2014)** utilizando a metodologia desenvolvida por **Pereira et. al. (2013)**. Usaremos esse critério apenas a nível comparativo dentro das diferentes vertentes desta linha de pesquisa, porém, pelo fato dos objetivos desta tese englobarem a conservação do patrimônio geológico, ou seja, partirem de parâmetros qualitativos para selecionar o que há de mais representativo na geodiversidade da região, o valor numérico resultante da contagem de todos os elementos da geodiversidade em cada quadrícula (índice de geodiversidade), por si só, não seria suficiente para indicar as áreas prioritárias para a implantação de medidas de geoconservação na região. Ao analisarmos o diagrama na Figura 6.17, percebe-se que as áreas de interesse da amostra, se encaixaram em quadriculas cujo índice de geodiversidade foi considerado de **Médio A Muito Alto**, com predominância de geossítios/sítios de geodiversidade na categoria **Alta**. (FERREIRA, 2014)



Figura 6.17: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade de acordo com a classificação do índice de geodiversidade proposto por Pereira *et. al.* (2013) e aplicado por Ferreira (2014).

Já em relação a apresentarem algum tipo de proteção legal, quase a metade das áreas selecionadas está inserida em algum tipo de unidade de conservação pública ou particular, conforme Lei do SNUC. Entretanto, esta mesma proteção não garante que estes locais estejam imunes a atos de vandalismo e, dependendo do nível de proteção (preservação), pode-se dificultar a implantação de medidas de geoconservação nos mesmos. (Figura 6.18)



Figura 6.18: Diagrama de Venn com a distribuição da amostra de geossítios e sítios de geodiversidade de acordo com a proteção legal, conforme as unidades descritas na lei do SNUC.

CAPÍTULO 7: INVENTÁRIO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO

7.1 O PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO AGRESTE DE PERNAMBUCO

O patrimônio geológico do agreste de Pernambuco é composto por feições geológicas e geomorfológicas variadas, que englobam os ambientes litológicos: ígneo plutônico, sedimentar e metamórfico. Muitas dessas feições, além de possuírem valor paisagístico (beleza cênica) e apresentarem uma intrigante gênese para o público leigo, o que muitas geram questionamentos do tipo: “*Como isso se formou?*”

Em 2004, Seabra & Mariano já alertavam sobre o potencial turístico das rochas do Agreste de Pernambuco, no artigo intitulado “*Turismo Rural no Agreste Pernambucano: o caminho das pedras é também das flores e dos frutos*”. Nesse artigo, os autores ressaltam a importância do uso do meio abiótico, juntamente com o biótico e cultural, como forma de desenvolvimento local, citando exemplos de locais que teriam potencial para uso turístico. Porém, quando o artigo foi escrito, ainda não estavam difundidos no Brasil os conceitos referentes ao patrimônio geológico, portanto, não foram realizados inventários e quantificação, nem foram propostas medidas de geoconservação para a região.

Posteriormente, novas pesquisas de pós-graduação começaram a trabalhar a temática da geodiversidade/geoconservação no Estado de Pernambuco, a exemplo das teses de Ferreira (2014) e França (2015) e as dissertações de Arruda (2013) e Silva Júnior (2013). O enfoque desses trabalhos varia conforme a extensão da área estudada e do método empregado: seja qualitativo (para o patrimônio geológico) ou quantitativo (para a geodiversidade).

No Agreste de Pernambuco, em se tratando de um trabalho de inventário e quantificação do patrimônio geológico e levando em consideração a extensão e complexidade da área, foi adotada a análise amostral com 12 áreas selecionadas: 03 geossítios e 09 sítios de geodiversidade (BRILHA, 2015). A validação dessa amostra, a partir de cruzamento de informações de diversas categorias temáticas foi explicada em detalhes no capítulo 6. Após a fase de **inventário**, que corresponde à escolha desses locais e sua justificativa, deu-se início a etapa seguinte com a **caracterização** de cada uma das áreas de interesse geológico selecionadas. Os procedimentos para a etapa de caracterização serão descritos a seguir.

7.2 INVENTÁRIO E CARACTERIZAÇÃO

As etapas de inventário foram descritas através de análise amostral justificada pela teoria de conjuntos e representada através do uso do Diagrama de Venn, conforme descrito em detalhes no capítulo 6 desta tese. Já na fase seguinte, a caracterização se deu por base do uso da aplicação de uma **ficha de caracterização/inventário**, desenvolvida especialmente para a realidade da área de estudos e contendo 20 critérios a serem analisados: 10 relacionados ao valor **Geológico/Científico** e o restante ao **Uso e Gestão** (Figura 2.1). Através dessas fichas também foi possível realizar a quantificação simultânea das áreas de interesse geológico, tornando possível elaborar um “*pré-ranking*” ainda em campo, conforme método descrito no Apêndice B. Já as fichas preenchidas de todos os geossítios e sítios de geodiversidade selecionados encontram-se nos Apêndices A (1 a 12) desta tese.

A lista com as **12 áreas de interesse geológico** inventariadas, sendo **03 (três) geossítios** (de comprovado valor científico) e 09 (nove) sítios de geodiversidade pode ser visualizada no quadro 7.1 e, a seguir, a distribuição espacial destes pontos na figura 7.1.

QUADRO 7.1: AMOSTRA DE GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE NO AGRESTE DE PERNAMBUCO			
Nº	GEOSSÍTIO (ROSA) SÍTIO DE GEODIV. (AZUL)	LITOLOGIA PREDOMINANTE	JUSTIFICATIVA / BREVE DESCRIÇÃO
01	Serra das Russas	Metamórfica	Milonitos a ultramilonitos, Dobras grandes dimensões (sinforme/antiforme), Mirante, Tectonismo, Metamorfismo,
02	Pedra furada	Ígnea	Maior arco granítico do Brasil, provavelmente um dos mais raros do mundo nesse tipo de rocha, pinturas rupestres
03	Vale do Catimbau	Sedimentar	Parque Nacional em PE, Bacia Sedimentar, Feições ruiformes, vales e tabuleiros, estratigrafia, pinturas rupestres, mirante.
04	Pedra do Navio	Ígnea	Matacão em sienito com mineralogia rara, submetido à erosão diferencial que lhe concedeu formato semelhante a um navio.
05	Serra do Pará	Metamórfica	Variedades de elementos: geológico, geomorfológico, paisagístico, cultural, arqueológico, paleontológico
06	Caneluras do Lajedão de Pedra	Ígnea	Caneluras e marmitas / Cidade incrustada no afloramento, considerado o maior em área “habitada”.
07	Pedra do martelo	Ígnea	Matacão em formato de martelo que se equilibra contrariando a gravidade.
08	Cachoeiras de Bonito	Ígnea	Maior conjunto de cachoeiras no Estado de Pernambuco, controlado por um conjunto de falhas geológicas.
09	Serra Negra	Ígnea	Mirante, Caverna por colapso de blocos, Lajedos, valor cultural e paisagístico agregado.
10	Fazenda Nova	Ígnea	Esculturas Monumentais, Teatro de fazenda nova, matações com megacrístais de K-Feldspato e lentes dioríticas.
11	Pedra do Rodeadouro	Ígnea	Associação com o/um dos primeiro evento do movimento sebastianista no nordeste do Brasil, valor cultural e paisagístico.
12	Cimbres (Serra do Ororubá)	Ígnea	Associação de elementos da geodiversidade ao valor cultural (catolicismo/religioso), valor paisagístico, mirante.

PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO AGRESTE DE PERNAMBUCO

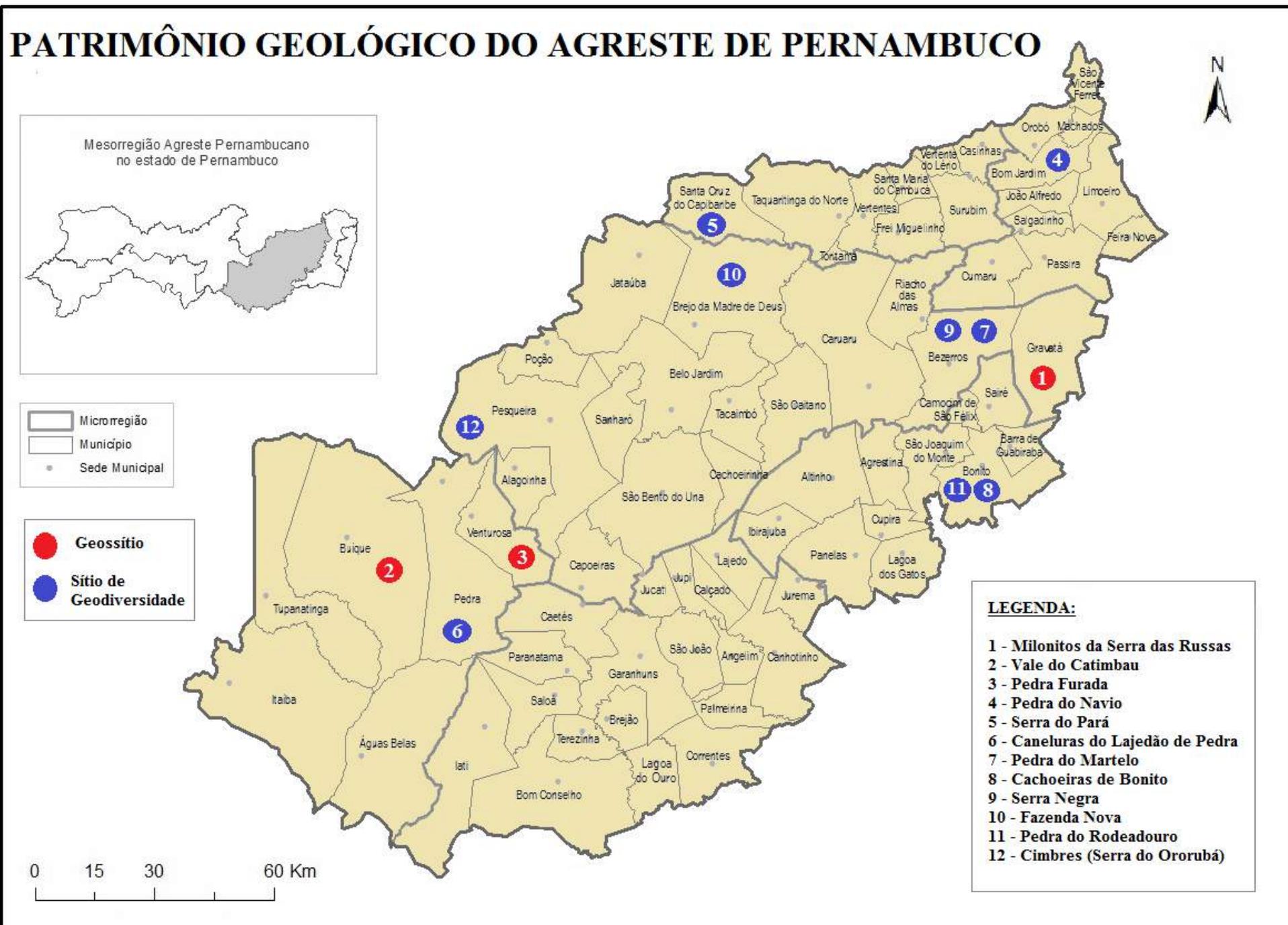


Figura 7.1: Mapa com a distribuição da amostra dos geossítios e sítios de geodiversidade selecionados no Agreste de Pernambuco.

Fonte: Adaptação realizada sobre o mapa base disponível em Mapas em: <http://www.mapasparacolorir.com.br/mapa/estado/pe/estado-pernambuco-mesorregiao-agreste.png>

7.2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS GEOSSÍTIOS

Para a classificação das áreas de interesse geológico em geossítios e sítios de geodiversidade selecionadas no Agreste de Pernambuco, foi adotado o novo conceito de nomenclatura definido por Brilha (2015). Desta forma, levando em consideração os critérios definidos pelo autor, que afirma que um **geossítio** deve ter reconhecido **valor científico** e, mesmo que outros valores também estejam presentes, sua relevância em prol das Geociências deve ser o fator primordial que justifique sua geoconservação. O autor ainda sugere uma metodologia com as etapas a serem seguidas para inventário e caracterização de geossítios. (Quadro 7.2)

QUADRO 7.2: INVENTÁRIO DE GEOSSÍTIOS (BRILHA, 2015)*	
Inventário de pequenas áreas	Inventário de grandes áreas
<ul style="list-style-type: none"> • Revisão da literatura geológica • Consultoria com profissionais que trabalham na área 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Definição de contextos geológicos e atribuição dos respectivos coordenadores científicos • Caracterização científica de cada contexto geológico • Identificação de geossítios representativos de cada contexto geológico
Lista de Potenciais Geossítios	Lista de Potenciais Geossítios por Contexto Geológico
Trabalho de campo para a identificação de novos geossítios e para a avaliação qualitativa de cada geossítio na lista de potenciais geossítios, com base nos quatro critérios seguintes: <ul style="list-style-type: none"> • Representatividade • Integridade • Raridade • Conhecimento científico 	
Lista final dos geossítios com Caracterização completa	Lista final dos geossítios separados por contexto geológico e com a completa caracterização
Avaliação quantitativa do valor científico	
Avaliação quantitativa do risco de degradação	
Lista final de geossítios da área, classificados através do Valor científico (VC) e Risco de Degradação (RD)	Lista final de geossítios da área separados por contexto geológico, classificados através do Valor científico (VC) e Risco de Degradação (RD)
Eventual Avaliação Quantitativa de Potenciais Usos Educativos e Turísticos	

*Traduzido e adaptado de Brilha (2015)

Levando em consideração os critérios para definir os potenciais geossítios, na referida área de estudo, 03 (três) deles atendem os pré-requisitos. São eles: “**Milonitos da Serra das Russas**” (Gravatá), “**Vale do Catimbau**” (Buíque) e “**Pedra Furada**” (Venturosa), cada um representando, respectivamente, um tipo de litologia predominante na região: metamórfica, sedimentar e ígnea, respectivamente. A caracterização dos mesmos foi baseada nas fichas de campo desenvolvidas para esta tese (Apêndices A – 1 a 3) e serão apresentadas a seguir.

01 - Milonitos da Serra das Russas

Os “**Milonitos da Serra das Russas**” podem ser considerados um **geossítio** segundo a classificação de Brilha (2015) e ocupa uma área de aproximadamente 0,2 km², às margens da BR-232, na Serra das Russas, município de Gravatá/PE (UTM: **227578L / 9096364N**). Segundo a classificação de Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martinez (2010) pode ser considerado do tipo **seção** e, geomorfologicamente, encontra-se inserido na unidade **Planalto da Borborema**, com cota aproximada de 426m. O contexto geológico compreende as suítes magmáticas do **Complexo Belém de São Francisco** (Gomes e Santos, 2001). (Figura 7.2)

Esse geossítio possui dois pontos de interesse: o primeiro de caráter geológico (tectono-estrutural): **milonitos a ultramilonitos** em área aflorante de 60m de extensão x 15m altura (Figura 7.3-A), onde se formam dobras **antiformes** e **siniformes** (Figuras 7.3-B e C, respectivamente) de fácil identificação e com amplitude que pode alcançar em torno de 9m; planos de fraturas paralelos e perpendiculares (Figura 7.3-D); além de lineações de estiramento muito bem desenvolvidas; e o segundo, de caráter geomorfológico (geomorfologia estrutural): um **mirante** onde pode ser observado um **vale tectônico**, com vertentes íngremes controladas pelo regime de falhas do Lineamento Pernambuco (Figura 7.3-A).

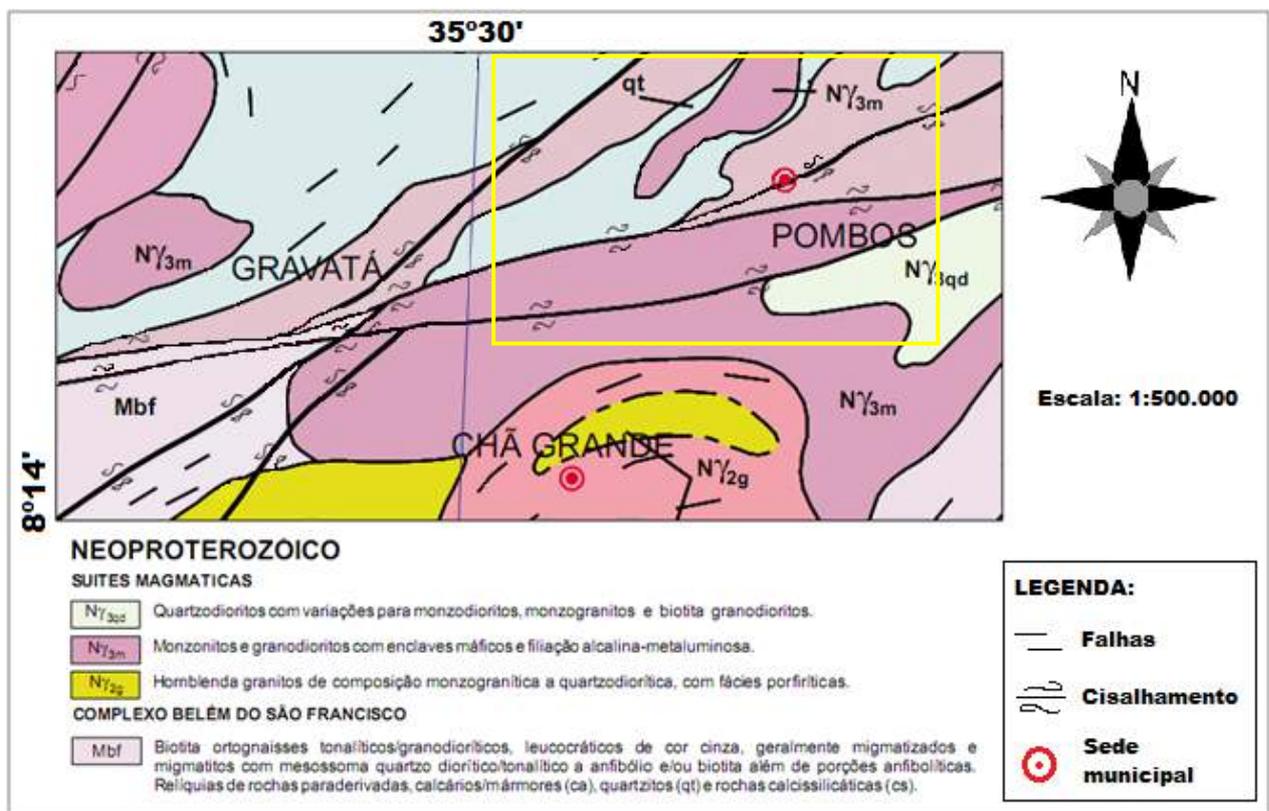


Figura 7.2: Recorte do mapa geológico com destaque para a área aproximada do geossítio milonitos da Serra das Russas. Fonte: Adaptado de Gomes e Santos (2001)

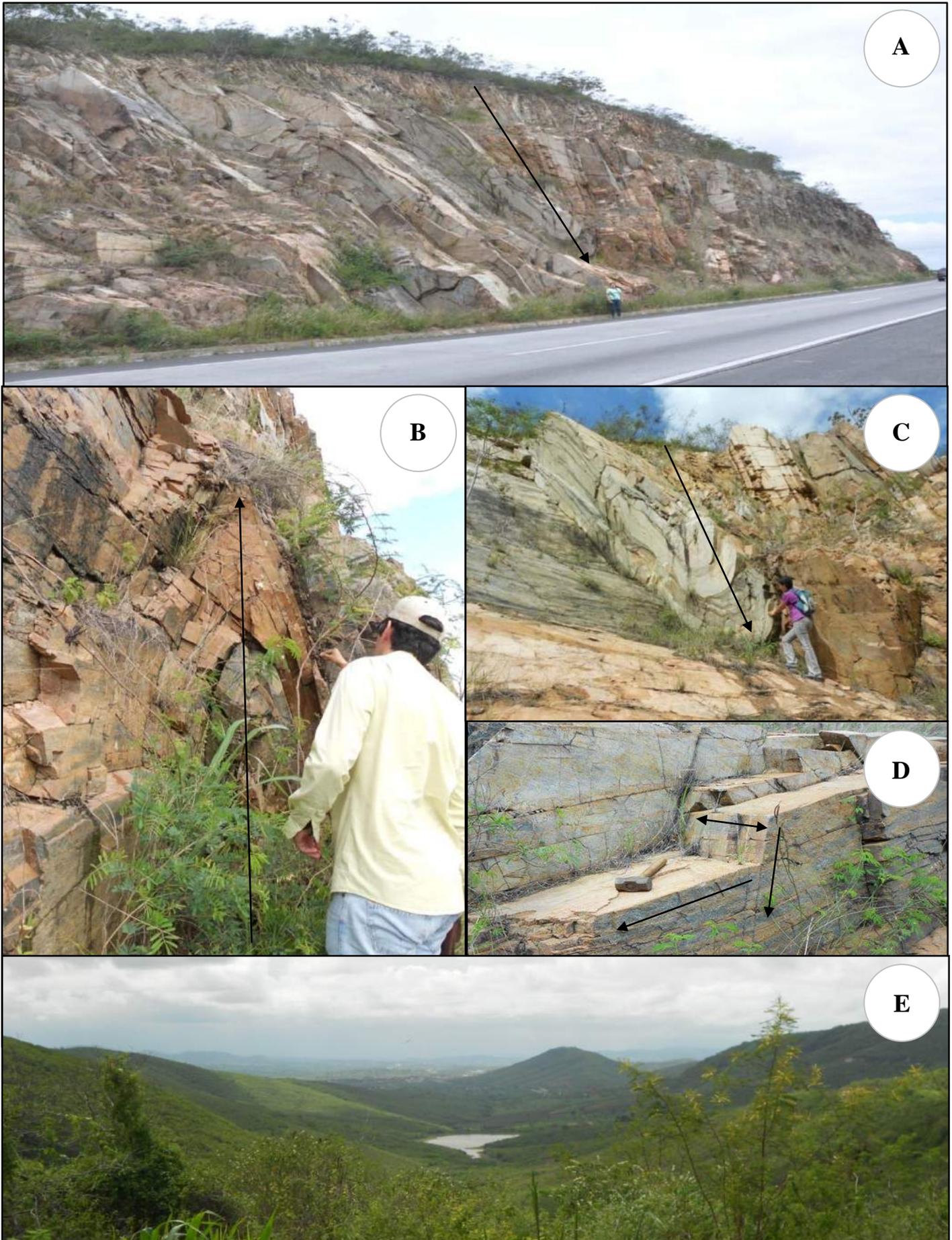


Figura 7.3: A) Visão geral do afloramento de milonitos (Foto: Thais Guimarães); B) Antiforme em milonitos; C) Sinforme de cerca de 9m em milonitos; D) Planos de fratura dos milonitos e; E) Vale com influência tectônica do Lineamento Pernambuco Onde as setas pretas nas fotos A, B e C marcam os planos axiais das dobras e, na foto D, os planos de fratura dos milonitos.



Figura 7.5: A) “Vale do Chapadão”; B) “Cogumelos” formados por erosão diferencial + crosta laterítica e níveis conglomeráticos semelhantes à *tafonis* na base; C) “Pedra dos camelos” (formas erosionais do tipo “casco de tartaruga”); D) Intrusão (dique) cruzando perpendicularmente os planos estratigráficos; E) “Igrejinha” (relevo ruíniforme com crosta laterítica e sob erosão eólico-mecânica); F) Caverna onde há indícios de paleoambientes (lentes de lama intercalada ao arenito); G) Relevo residual: morros testemunhos e *mesetas*.

03 - Pedra Furada

O geossítio “Pedra Furada” (Coordenadas: $8^{\circ} 34' 30'' / 36^{\circ} 49' 16''$), situado na zona rural do município de Venturosa/PE, foi proposto ao banco de dados do SIGEP por Mariano *et al.* (2013). O perímetro de proteção do mesmo também foi definido pelos autores (Figura 7.6). Trata-se de um raro arco granítico de grandes dimensões (100m de comprimento x 50m de altura no ponto mais alto) e formado através da erosão diferencial atuante nos enclaves dioríticos associados ao mesmo (Figura 7.7-D). Geomorfologicamente situa-se na unidade **Depressão do Baixo Rio São Francisco** e Geologicamente, integra o **Batólito Alagoinhas**.

No arco granítico que forma a Pedra Furada, considerado como **Área Complexa**, pode ser visualizado um sistema de fraturas sub-horizontais que contribui para facilitar a queda de blocos por gravidade (Figura 7.7-A) e a formação de **alvéolos** na parte interna do arco (Figura 7.7-B). Nas paredes do mesmo estão impressas **pinturas rupestres de tradição Agreste** (Figura 7.7-C) e o também abriga um **mirante** com visão em 360° do relevo da região (Figura 7.7-E). O local impressiona por sua beleza e magnitude e é um excelente campo para Geociências. Em 1985, foi inaugurado o **Parque Municipal da Pedra Furada**, mas ainda são visíveis indícios de degradação na área, como presença lixo, danos às pinturas rupestres e muitas pichações.

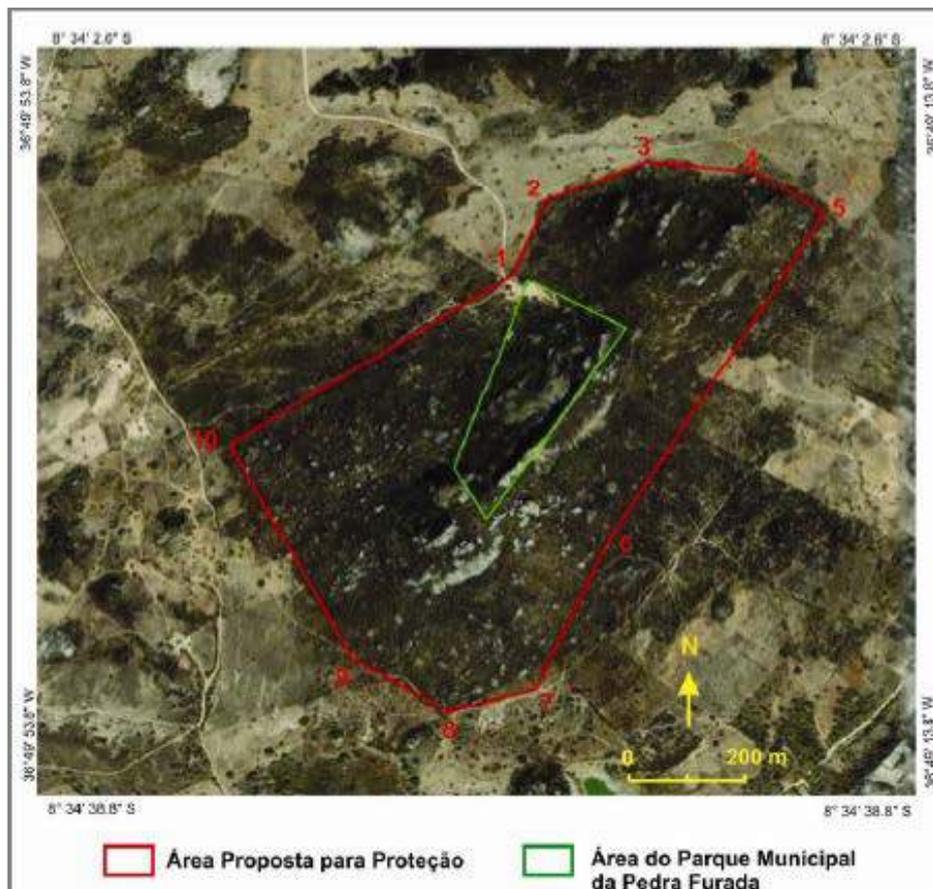


Figura 7.6: Perímetro de proposta de Proteção e Área do Parque Municipal da Pedra Furada. Fonte: Mariano *et al.* (2013) - SIGEP

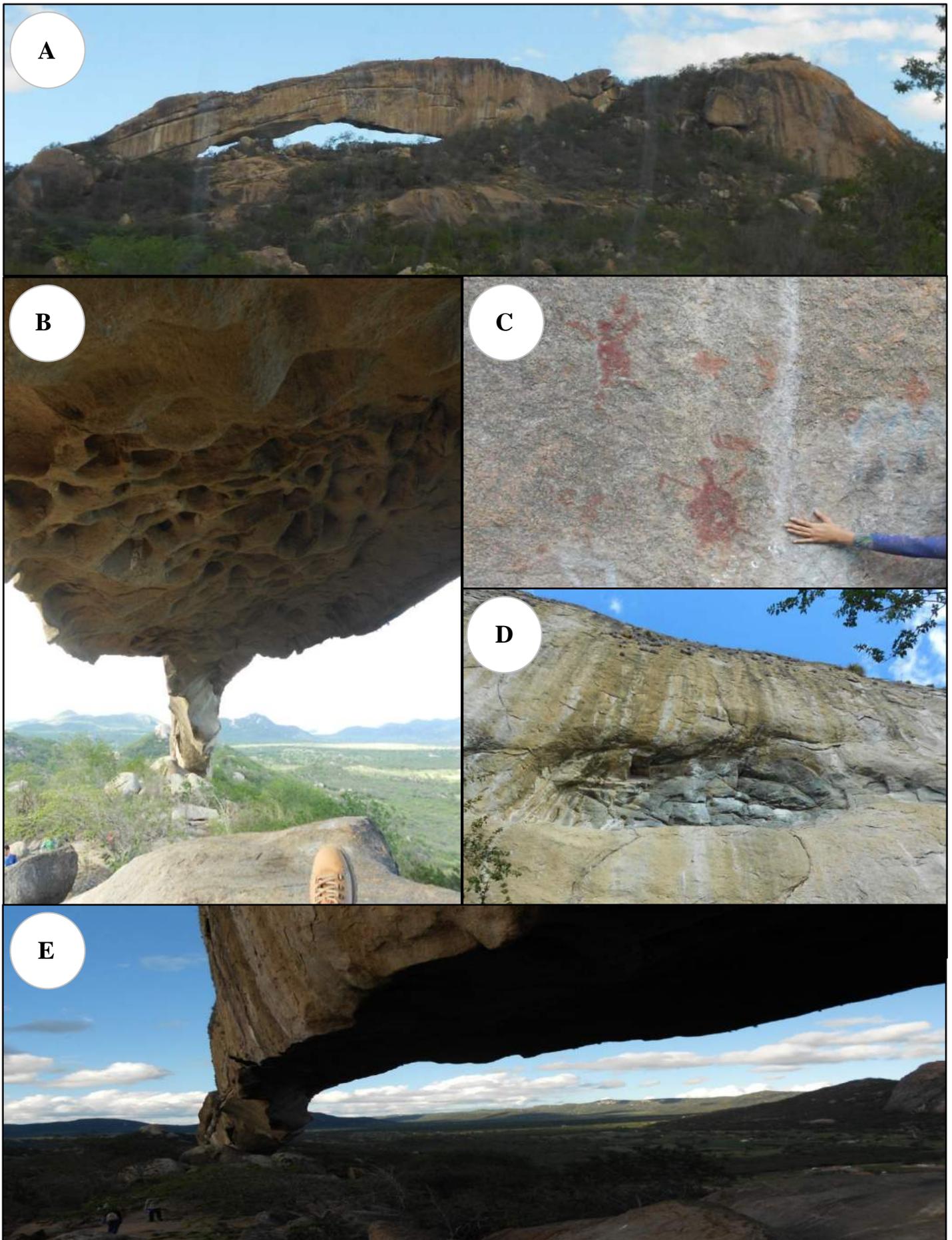


Figura 7.7: A) Visão geral (lateral) da Pedra Furada; B) Alvéolos na parte inferior/interna do arco granítico; C) Pinturas rupestres (valor arqueológico agregado); D) Enclave diorítico de grandes dimensões inserido no granito (o que sustenta a teoria de formação do arco por erosão diferencial; E) Contexto paisagístico (mirante) da Pedra Furada.

7.2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE

Do mesmo modo como fez com os geossítios, Brilha (2015) também sugeriu metodologia definindo as etapas para **inventário e caracterização** do que chamou de **sítios de geodiversidade**, ou seja, área cujos elementos da geodiversidade estavam inseridos no contexto (muitas vezes, sendo o principal atrativo), mas que não necessariamente possuíssem um valor científico excepcional a ponto de ser o principal motivo para a sua geoconservação. Por possuírem características mais holísticas, se assim pode-se dizer, com **valores educacionais e turísticos** como destaque, os critérios para seleção dessas áreas também apresentam características bem peculiares entre si, conforme pode ser visualizado no Quadro 7.3.

QUADRO 7.3: INVENTÁRIO DE SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE (BRILHA, 2015) *	
Valor Educacional	Valor Turístico
<ul style="list-style-type: none"> • Revisão da literatura geológica (incluindo eventual inventário dos geossítios) • Consultorias com especialistas que trabalharam na área 	
Revisão dos locais utilizados em atividades educacionais	Revisão dos materiais de propaganda turística
Lista dos Potenciais Sítios de Geodiversidade:	
O trabalho de campo visando à identificação de novos sítios de geodiversidade e a avaliação qualitativa de cada um dos potenciais geodiversidade listados, com base nos seguintes critérios:	
<ul style="list-style-type: none"> - Potencial didático - Diversidade geológica - Acessibilidade - Segurança 	<ul style="list-style-type: none"> - Beleza cênica - Potencial interpretativo - Acessibilidade - Segurança
Lista final de sítios Geodiversidade com caracterização completa	
Avaliação quantitativa do Potencial de Uso Educativo (PUE)	A avaliação quantitativa do Potencial de Uso Turístico (PUT)
A avaliação quantitativa do risco de degradação	
Final lista de sites geodiversidade da área, classificados através do Potencial de Uso Educativo (PUE) e Risco de Degradação (RD)	Final lista de sites geodiversidade da área, classificados através do Potencial de Uso Educativo (PUE) e Risco de Degradação (RD)

*Traduzido e adaptado de Brilha (2015)

Através desta maior abrangência ocasionada pela definição dos sítios de geodiversidade, puderam ser englobadas áreas antes descartadas entre as áreas de interesse geológico selecionadas no Agreste de Pernambuco. Desta forma, levando em consideração os conceitos propostas por Brilha (2015), foram escolhidos **09 (nove) Sítios de Geodiversidade** no Agreste de Pernambuco, que são: **“Pedra do Navio”** (Bom Jardim), **“Serra do Pará”** (Santa Cruz do Capibaribe), **“Caneluras do Lajedão de Pedra”** (Pedra), **“Pedra do Martelo”** (Bezerros), **“Cachoeiras de Bonito”** (Bonito), **“Serra Negra”** (Bezerros), **“Fazenda Nova”** (Brejo da Madre de Deus), **“Pedra do Rodeadouro”** (Bonito) e **“Cimbres/ Serra do Ororubá”** (Pesqueira). A caracterização dos mesmos, que será apresentada a seguir, baseou-se nas informações das fichas de campo desenvolvidas para esta tese (Apêndices A – 4 a 12).

04 - Pedra do Navio

A “**Pedra do Navio**”, situada no município de Bom Jardim/PE sob as coordenada UTM: **0211843 E / 9136522 N**, é um grande corpo sienítico (matacão) que possui o formato parecido com o casco de uma embarcação antiga, razão esta que justifica seu nome (Figuras 7.9-A e C). Situa-se na unidade geomorfológica do **Planalto da Borborema** e suas dimensões são de, aproximadamente: 10m de altura, 15m da “proa” a “popa” e larguras variando de 5m (extremidades) a 10m (centro do “casco”). Pode ser considerado um **sítio de geodiversidade** do tipo **ponto**, com cota aproximada de 435m.

Geologicamente inserida no **Complexo Bom Jardim**, o formato inusitado deste grande “matacão” foi originado pela ação do intemperismo químico que ocasiona erosão diferencial sobre a rocha pobre em quartzo e repleta de **fenocristais de K-Feldspato** (Figura 7.9-B). Essa rocha é muito explorada para fins ornamentais sob o nome de “**marrom imperial**” e possui elevado valor comercial dada a sua raridade (GUIMARÃES & SILVA FILHO, 1992). O matacão apresenta ainda cacimbas formadas por erosão que acumulam água pluvial e indícios de degradação, com presença de muitas pichações e lixo no local (Figura 7.9-D). Uma escada vertical instalada na rocha facilita o acesso dos visitantes ao topo da Pedra do Navio (Figura 7.9-E).

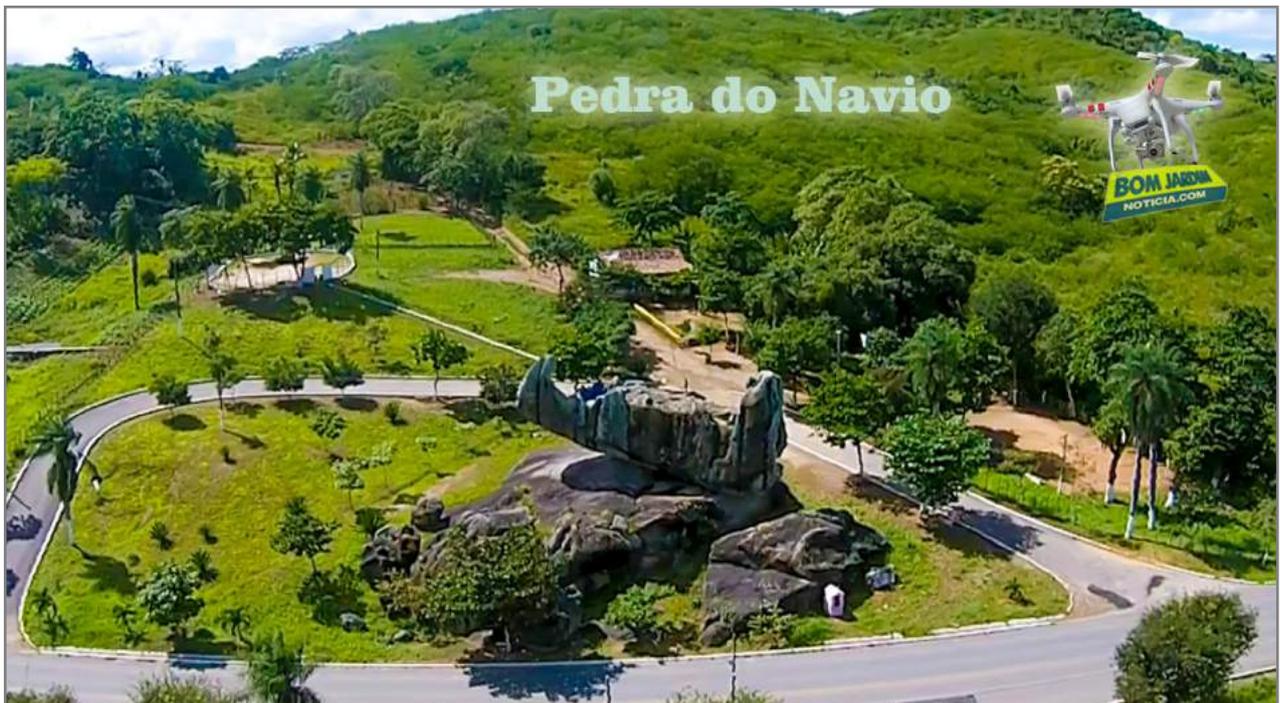


Figura 7.8: Imagem aérea do potencial sítio de geodiversidade “Pedra do Navio” obtida por intermédio de um *drone*. Fonte: Prefeitura da Cidade de Bom Jardim (2015).

Disponível em: <http://bomjardimnoticia.com/wp-content/uploads/2014/07/PEDRA-2.jpg>



Figura 7.9: A) Visão geral do matacão de sienito conhecido como “Pedra do Navio”; B) Feições erosionais na “popa” do navio; C) Visão lateral do modo de erosão do sienito, (semelhante ao que ocorre em rochas sedimentares) e formando o “casco” do navio; D) Cacimbas formadas na parte superior do matacão e indícios de vandalismo (pichações); E) Escadaria lateral instalada para melhorar o acesso dos visitantes ao topo do matacão (navio).

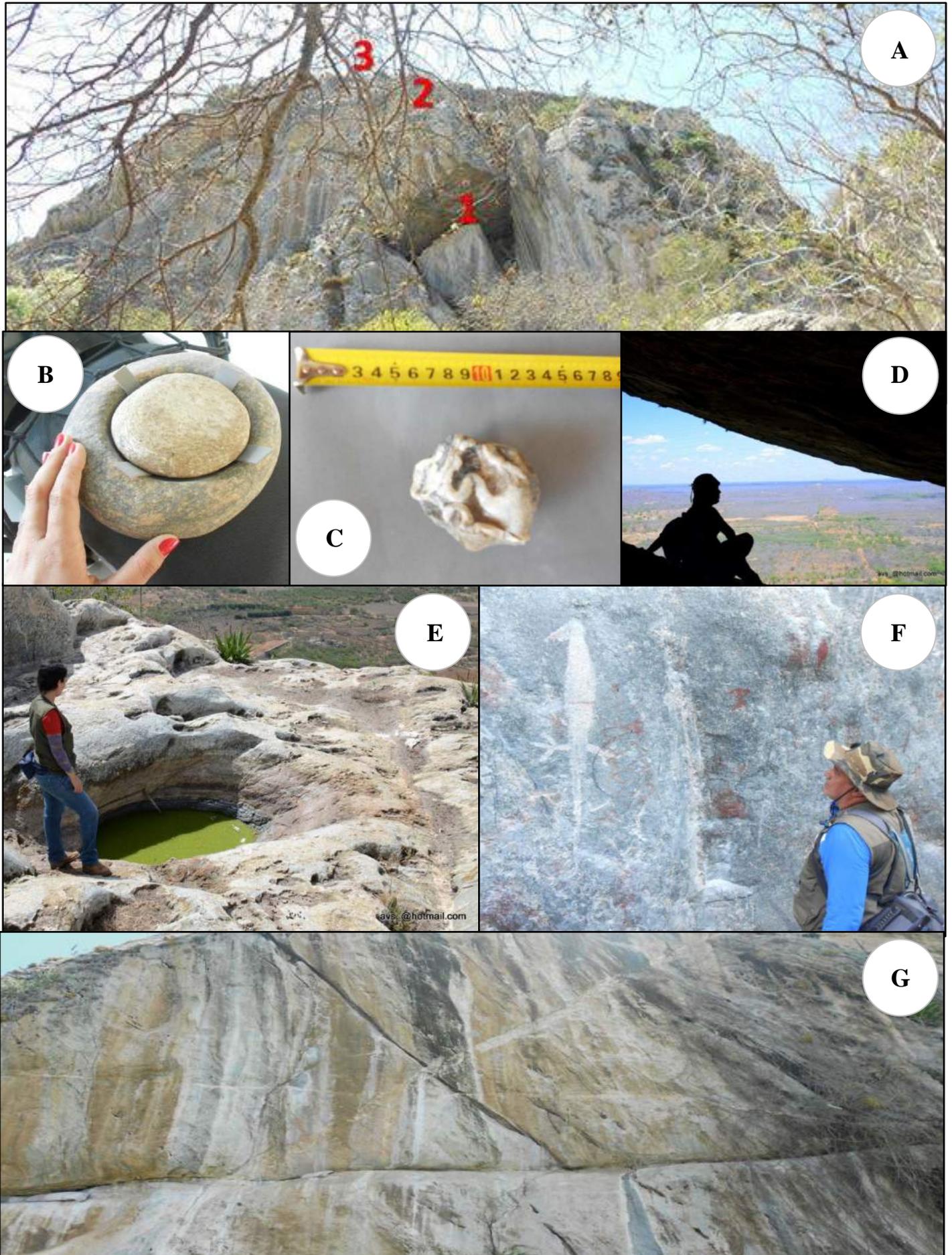


Figura 7.11: A) Visão geral da Pedra do Pará, na serra de mesmo nome. Os números 1, 2 e 3 correspondem aos mirantes; B) Artefato lítico (valor arqueológico) encontrado na serra; C) Fóssil encontrado na Serra (provavelmente um dente de algum animal da megafauna); D) Gruta por colapso de blocos (mirante 1) – Foto: Arnaldo Vitorino; E) Cacimbas formadas por erosão diferencial, onde são encontrados fósseis – Foto: Arnaldo Vitorino; F) Pinturas rupestres diversas (inclusive uma em pigmentação clara); G) Fraturas por alívio de pressão em um paredão de ganisse com cerca de 15m de altura.

06 - Caneluras do Lajedão de Pedra

As “**Caneluras do Lajedão de Pedra**” (Coordenadas: **08° 11’ 36.7” / 35° 46’ 55.5”**), também denominada de “*Serra do Cacimbão*” por Ferreira *et al.* (2014), compreendem um grande afloramento (lajedo) que possui um formato de “concha” e ocupa uma área de 0,5 km² (Figura 7.12), inserido na periferia do município de Pedra/PE, batizada assim por consequência desse mesmo afloramento (Figura 7.13-D). Situa-se na unidade geomorfológica **Depressão do Baixo Rio São Francisco** e litologicamente é composto por granitóides de granulação grossa, com alguns enclaves dioríticos que compõem a **Suíte intrusiva Itaporanga**.

Esse potencial **sítio de geodiversidade** pode ser classificado como do tipo **ponto**. As caneluras em formato radial ocupam toda a superfície do afloramento e possuem dimensões diversas, certamente são oriundas da erosão diferencial atuando sobre a rocha (Figuras 7.13-A e B). A mesma erosão diferencial também forma “**cacimbos**” de variados tamanhos e profundidades (Figura 7.13-E) e fraturamentos diversos (Figura 7.13-C), o que pode ser um excelente campo para explicar os processos erosivos. A área mais elevada do afloramento também se configura como um excelente **mirante** para analisar o relevo serrano da região (Figura 7.13-F).



Figura 7.12: Imagem de satélite com a localização e delimitação do perímetro em formato de “concha” (destaque em amarelo) do potencial sítio de geodiversidade “Caneluras do Lajedão de Pedra”, no município de Pedra/PE. Notam-se perfeitamente as caneluras radiais sobre o afloramento.

Fonte: Adaptado de *Google Earth* (2015).



Figura 7.13: A e B) Caneluras em grandes dimensões causadas por erosão diferencial; C) Fraturamento – possível início de processo de formação das caneluras; D) Valor cultural do afloramento (nome da cidade em função da geodiversidade); E) Cacimbas formadas por erosão diferencial (represamento natural da água pluvial); F) Vista do mirante.

07 - Pedra do Martelo

A “**Pedra do Martelo**” (coordenadas geográficas: **08° 12’ 14.3” / 34° 56’ 12.3”**) está situada no município de Bezerros e pode ser considerado um **sítio de geodiversidade** do tipo **ponto** (Figura 7.14) . Trata-se de um matacão composto por granito félsico de granulação grossa, inserido na unidade de relevo “**Planalto da Borborema**”. Seu formato peculiar, que lembra um martelo que se equilibra pelo “cabo” sobre um lajedo, certamente se originou graças ao intemperismo que provocou **esfoliação esferoidal** mais acentuada na base. (Figura 7.15-A)

A mesma está situada na borda nordeste do **Batólito Caruaru-Arcoverde** (plúton Bezerros) próximo ao contato com os ortognaisses encaixantes. Com cerca de 10m de altura, a pedra do Martelo, em seu curioso equilíbrio, torna-se um indicativo da **estabilidade tectônica** da região de Bezerros, apesar de distar apenas 40km da cidade de Caruaru, onde tremores de terra são comuns. No lajedo que serve de base para o matacão existem “**cacimbas**” escavadas por erosão que podem abrigar ossos fósseis de animais da megafauna (Figuras 7.15-B e D). Também são visíveis enclaves dioríticos e **cisalhamentos transcorrentes com cinemática dextral e sinistral** (Figura 7.15-E e F). O valor cultural também está impresso, seja pelo viés religioso, a exemplo de um cruzeiro instalado no topo do matacão (Figura 7.15-C) ou pelo místico, uma vez que e alguns moradores locais atribuem o equilíbrio da rocha a ação de seres extraterrestres.



Figura 7.14: Pedra do Martelo – destaque em círculo vermelho - vista da estrada de Cajazeiras, no município de Bezerros/PE.

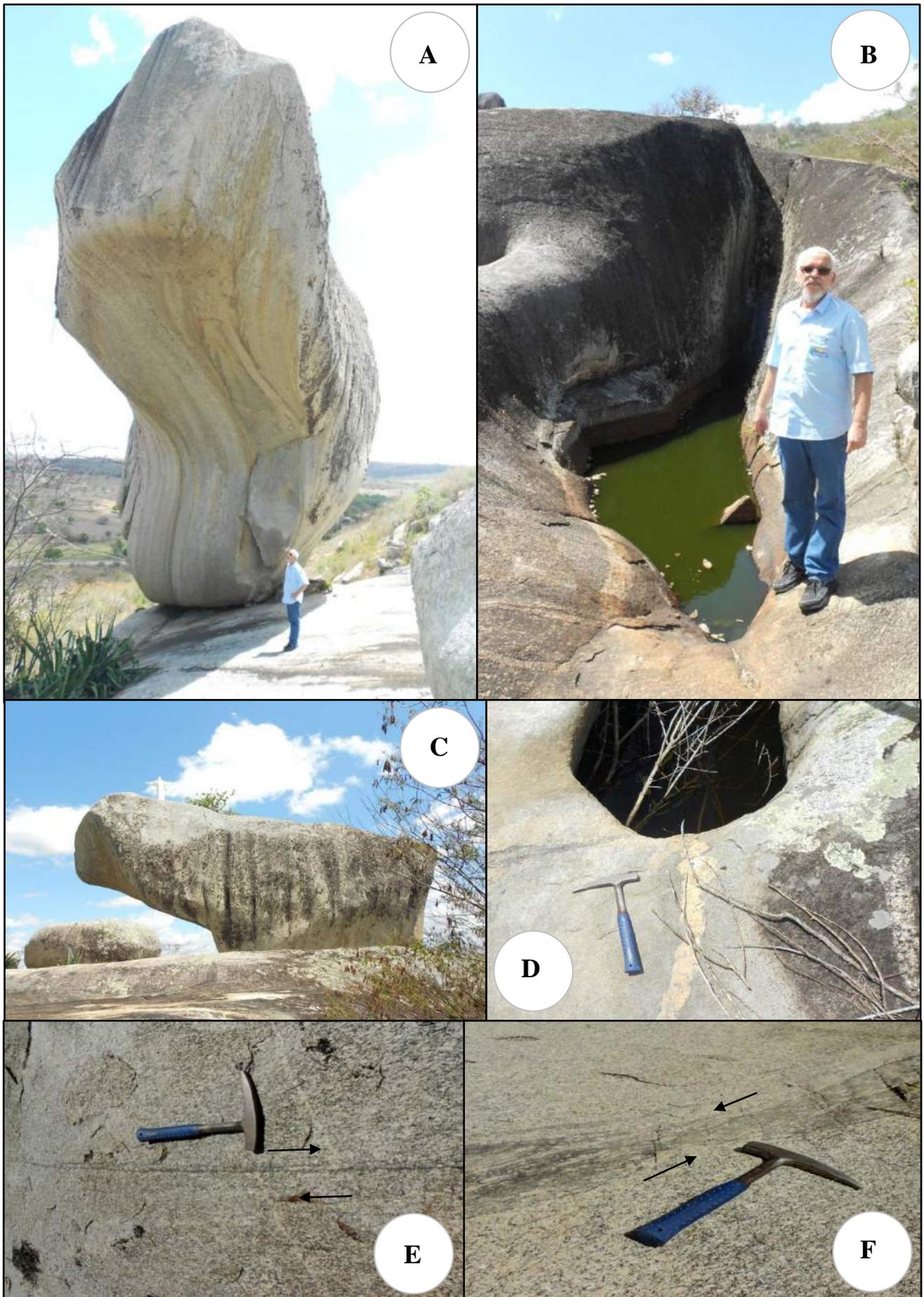


Figura 7.15: Vista frontal do matacão conhecido como Pedra do Martelo, com cerca de 10m de altura e cujo equilíbrio incomum indica estabilidade tectônica da região e é atribuído por populares à presença de seres extraterrestres; B) cacimbas por erosão diferencial onde possivelmente existam fósseis de animais da megafauna; C) Vista lateral da pedra do martelo com um cruzeiro ao topo; D) Processo de formação das cacimbas por erosão de veios de pegmatito; E e F) Cisalhamentos de cinemática dextral e sinistral (respectivamente) no lajedo onde está apoiado o matacão.

08 - Cachoeiras de Bonito

O município de Bonito possui o maior e mais conhecido conjunto de cachoeiras do Estado e em 2007 foi eleito uma das “*sete maravilhas de Pernambuco*”, pois apresenta abundância de água em uma região seca e concentra um conjunto de cerca de dez de cachoeiras, controlado por regime de falhas, em um recorte especial relativamente pequeno (Figura 7.16). Situado na unidade geomorfológica do **Planalto da Borborema**, o potencial **sítio de geodiversidade “Cachoeiras de Bonito”**, pode ser considerado do tipo área e engloba o perímetro das **08 (oito) cachoeiras** mais procuradas: **Barra Azul, Paraíso, da Corrente, do Mágico, da Gruta, Pedra Redonda** (Figura 7.17-C), **Véu da Noiva I** (Figura 7.17-A) e **Véu da Noiva II** (Figura 7.17-B).

A litologia da região é composta basicamente por granitos porfiríticos máficos de granulação média a grossa com alguns enclaves dioríticos e que integram o **Batólito Bonito-Gameleira** (GOMES, 2007). Dentre as feições mais comuns encontram-se **estruturas “venuladas”** ocasionadas por erosão diferencial (Figura 7.17-D), **planos de falha** (Figura 7.17-E), cisalhamentos transcorrente com cinemática sinistral (Figura 7.17-G) e **veios e diques** de pegmatito (Figura 7.17-F) As quedas d’água apresentam alturas que variam de 2 a 33 metros, com declividades que podem chegar aos 90°, como é o caso da maior cachoeira do município, a Véu da Noiva I (*UTM: 0201391 E / 9054606 N*), muito utilizada para a prática de esportes radicais como o *rappel* e o *canyoning*. Na região há um ecoparque e um forte apelo (eco)turístico. Além do valor estético e funcional, a área possui um interessante valor educacional (SANTOS, 2012).

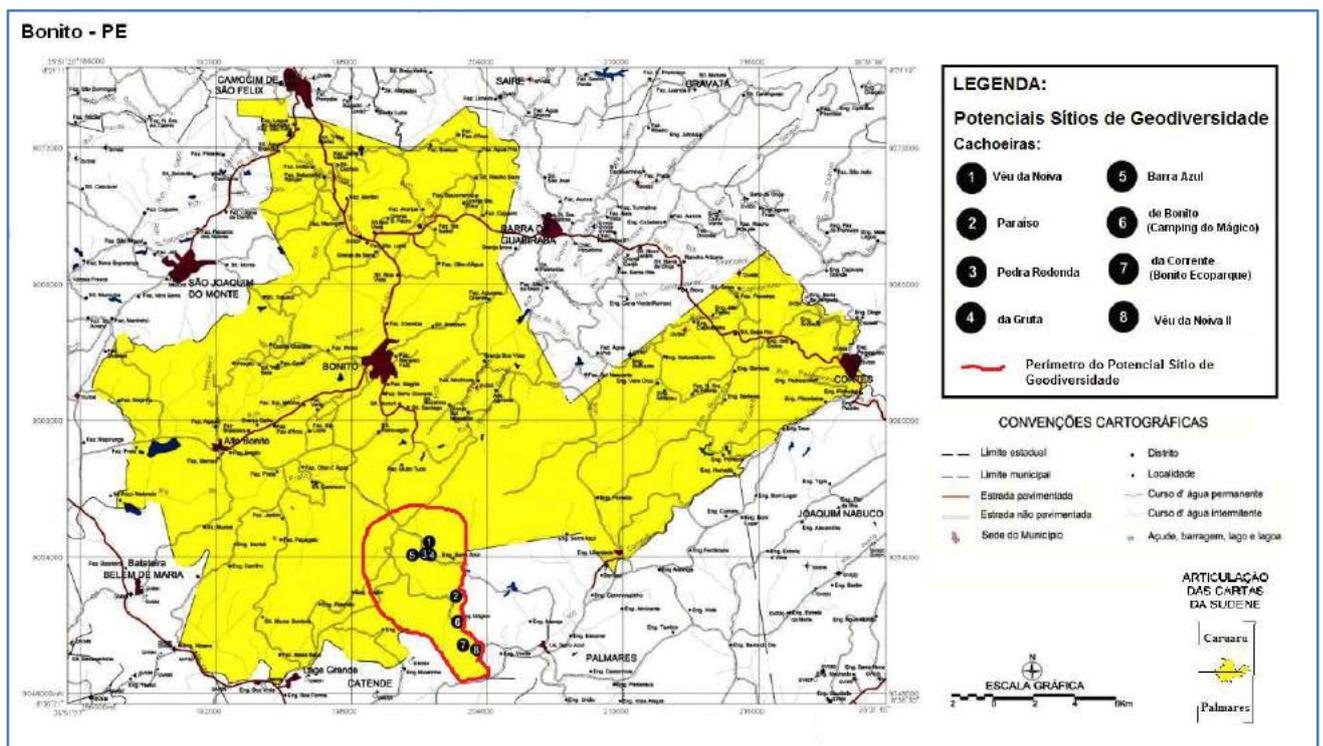


Figura 7.16: Localização no município de Bonito/PE das oito principais cachoeiras e perímetro aproximado (em vermelho) da área do sítio de geodiversidade. Fonte: Adaptado de Santos (2012).



Figura 7.17: A) Cachoeira véu da noiva; B) Cachoeira Véu da Noiva II com intervenção antrópica (contenção de cimento para criar piscinas artificiais ao longo da queda d'água); C) Cachoeira Pedra Redonda (onde o “lúdico-popular associa o formato do matação a uma cabeça de um extraterrestre”; D) Estrutura venulada em pegmatito causada por erosão diferencial no granito; E) Estrias de atrito indicando possivelmente plano de falha normal; F) Inclusão de Pegmatito; G) Cisalhamento transcorrente com cinemática sinistral.

09 - Serra Negra

Situada no município de Bezerros, a “**Serra Negra**” é um dos brejos de altitude do **Planalto da Borborema**, este que se caracteriza a principal unidade de relevo do Agreste de Pernambuco (Figura 7.18). Por situar-se em área de brejo, apresenta um clima mais ameno em contraste com o semiárido nordestino, associado à paisagem serrana. Litologicamente caracteriza-se pela presença de rochas graníticas de granulação grossa a porfírica, localmente associada a dioritos (Figura 7.18-B), que integram o **Batólito granítico Caruaru-Arcoverde**.

Como proposta de **sítio de geodiversidade**, pode ser enquadrada como uma área complexa, abrigando mirantes, furnas e afloramentos de rochas graníticas associados a elementos culturais do município de Bezerros. Os pontos de maior interesse para fins geoturísticos são: o “**Mirante do teatro**” (Figura 7.19-F), o “**lajedo da Igreja**” (Figura 7.19-A) e uma fuma conhecida como “**Caverna do Deda**” (coordenadas geográficas: **08° 08’ 43.1” / 35° 43’ 22.2”**) (Figura 7.19-E), além do “Parque Ecológico”, que apresenta interessantes geoformas, mirantes e elevado valor paisagístico, porém, em toda a estrada de acesso ao topo da Serra Negra é possível observar elementos da geodiversidade local. A arquitetura local adaptada ao frio da serra (Figura 7.19-C) e a proximidade do **Centro de Artesanato de Pernambuco** (Figura 7.19-D) são **elementos culturais** associados que agregam mais valor ao potencial turístico da região.

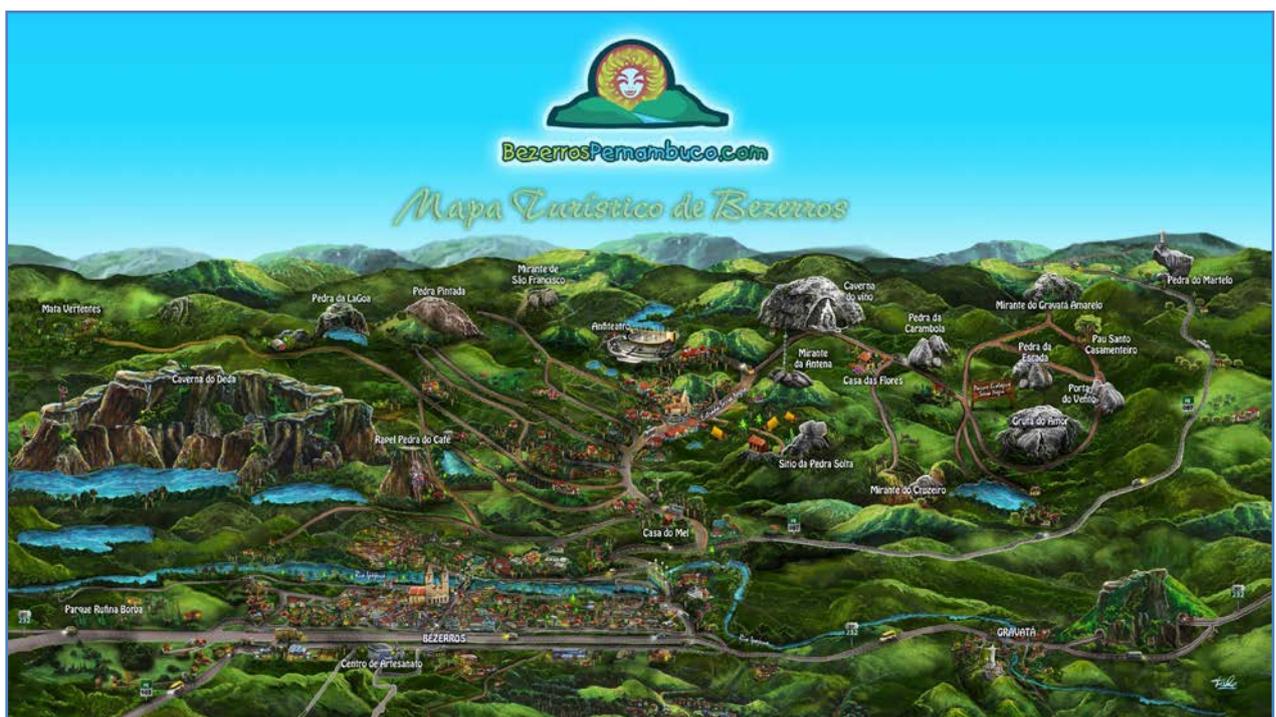


Figura 7.18: Mapa artístico turístico da Serra Negra. Destaque para os elementos da geodiversidade destacados na ilustração. Fonte: Prefeitura Municipal de Bezerros/PE). Disponível em: http://www.bezerrospernambuco.com/pt/mapa_bezerros_pernambuco/images/map.jpg

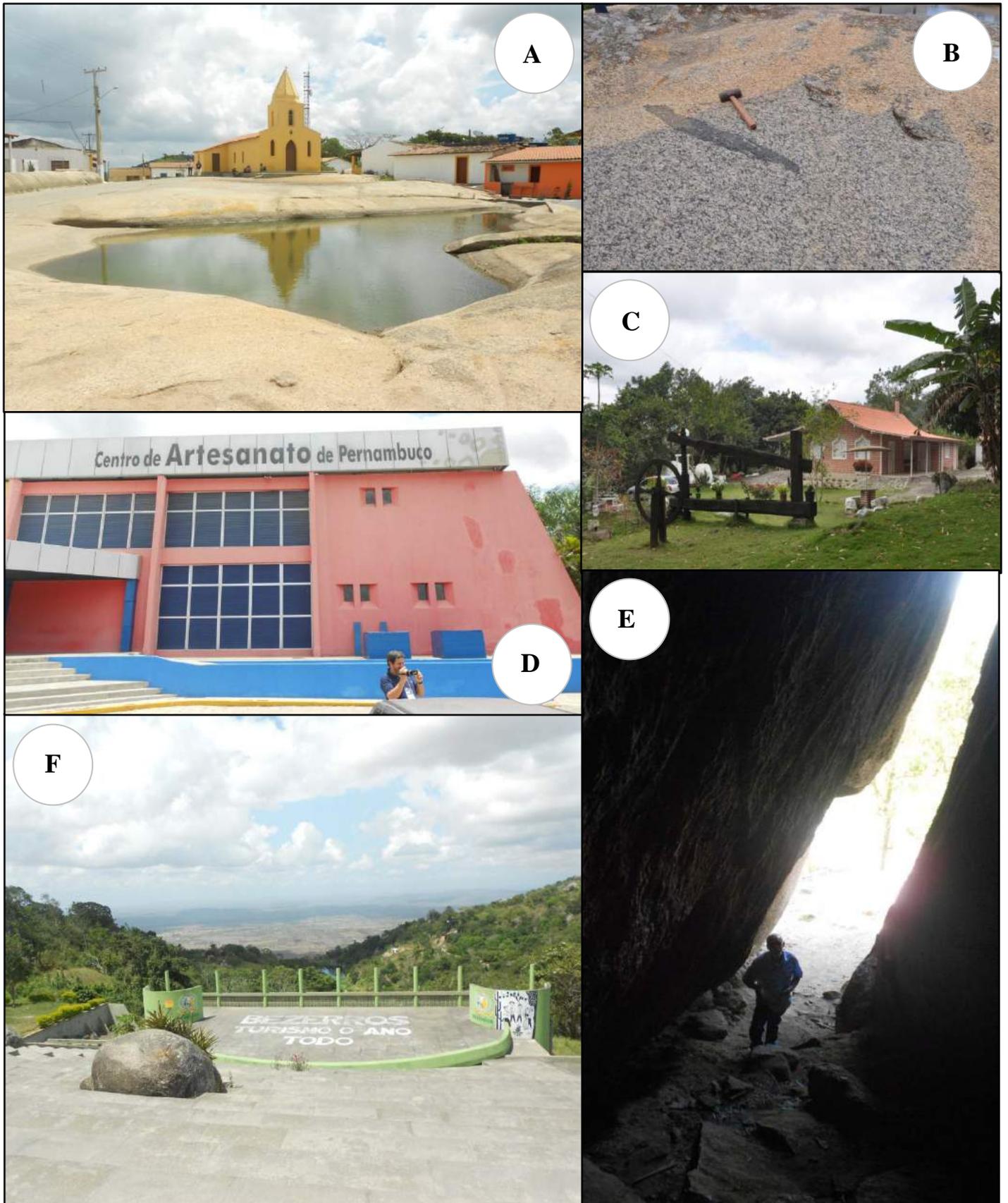


Figura 7.19: A) Lajedo da Igreja (geodiversidade e arquitetura/valor cultural agregados; B) Associação de granitos máficos e félsicos “cortados” por enclaves dioríticos – Foto: Thaís Guimarães; C) Arquitetura serrana bem característica da região para se adaptar ao clima mais frio dos um brejo de altitude – Foto: Thaís Guimarães; D) Prédio do Centro de Artesanato de Pernambuco que se situa no município e muito próximo as áreas de interesse geológico, o que pode ser um impulsionador a mais para a atração de visitantes para a região; E) “Caverna do Deda” (gruta por colapso de blocos); F) Mirante do anfiteatro ao ar livre do município, onde se pode visualizar a geomorfologia serrana da região.

10 - Fazenda Nova

Situada no município de Brejo da Madre de Deus (Figura 7.20), “**Fazenda Nova**” é caracterizada por uma geodiversidade que se configura em belas paisagens, onde predominam grandes **matacões** esculpidos por intemperismo físico e afloramentos de rochas graníticas de granulação grossa a porfírica com mega-cristais de K-feldspato e alguns com lentes dioríticas (Figura 7.21-A) que integram o **Batólito Caruaru-Arcoverde**. A tectônica na região é controlada por uma zona de cisalhamento transcorrente de orientação NE-SW e com cinemática sinistral de mesmo nome da unidade a qual corta. Inserida no **Planalto da Borborema**, também é comum na região a presença de furnas, ocasionadas pelo colapso de blocos fraturados que se alojam de forma aleatória nos sopés das encostas, formando vãos que – segundo alguns pesquisadores – eram utilizadas como obrigo pelos povos primitivos (FERREIRA *et al.*, 2014).

A proposta de **sítio de geodiversidade** Fazenda Nova pode ser considerada do tipo **área** e abrange dois pontos principais: a geodiversidade *in situ* (matacões e afloramentos) que se distribuem em toda a área da cidade, inclusive integrando a “decoração” dos quintais e jardins da região; e também o dito “patrimônio geológico *ex-situ*”, como o **Parque das Esculturas Monumentais Nilo Coelho** (coordenadas: $8^{\circ} 10' 19.5''$ / $36^{\circ} 09' 52.5''$), que abriga esculturas gigantes em granito que representam elementos da cultura local e ainda preservam algumas estruturas geológicas (Figuras 7.21-B e C). Há também outras grandes construções, a exemplo das muralhas de pedra do **Teatro de Nova Jerusalém** (Figura 7.21-D), o maior teatro ao ar livre do mundo, onde anualmente é encenado o espetáculo da paixão de Cristo, atraindo muitos turistas.



Figura 7.20: Escultura monumental em granito situada na entrada de município de Fazenda Nova.
Foto: Thaís Guimarães.



Figura 7.21: A) Afloramentos de granitos com megacristais de K-Feldspato e abundantes enclaves dioríticos com forma lenticular (detalhe em vermelho); B e C) Esculturas monumentais construídas no granito porfírico da região e que representam elementos da cultura local/regional – detalhe para os enclaves e veios em pegmatito; D) Muralhas do teatro de Nova Jerusalém – o maior teatro ao ar livre do mundo – construídas com as rochas da região. Fotos: Thaís Guimarães.

11 - Pedra do Rodeadouro

A “**Pedra do Rodeadouro**” (ou Rodeador), situada sob as coordenadas **UTM: 0198474E / 9056562N**, integra uma serra homônima no município de Bonito, Pernambuco. Trata-se de um corpo rochoso (Figura 7.23-A) litologicamente classificado com biotita-monzogranito (Figura 7.23-C e D), que ocupa uma área aproximada de 4km² com cota máxima de 690m e desnível topográfico de 270m (Figura 7.22), que está inserido no **Planalto da Borborema** e também no **Batólito Bonito-Gameleira** (Gomes e Santos, 2001).

Na Pedra do Rodeadouro, que pode ser considerado um **sítio de geodiversidade** do tipo **ponto**, encontra-se ainda uma furna e, em época de chuvas, apresenta um filete de água que desce do seu topo até a base, tornando a paisagem ainda mais fascinante, de notável beleza cênica (Figura 7.23-F). Além do seu valor representativo da geodiversidade da região, a Pedra do Rodeadouro ainda possui uma importância histórica e cultural pois, no início do Século XIX, abrigou por um ano (1819-1820) adeptos do movimento messiânico sebastianista (CABRAL, 2002), tornando-a palco de uma sangrenta batalha conhecida como “Massacre do Rodeador”, que culminou em um saldo de 91 mortes, mais de uma centena de feridos e cerca de 500 mulheres e crianças aprisionados, contribuindo, junto da batalha em São José do Belmonte (1836-1838), para o fim do “**Sebastianismo**” no Estado de Pernambuco (Figura 7.23-B). Atualmente, a população que vive ao entrono é composta basicamente por famílias de agricultores (Figura 7.23-G).

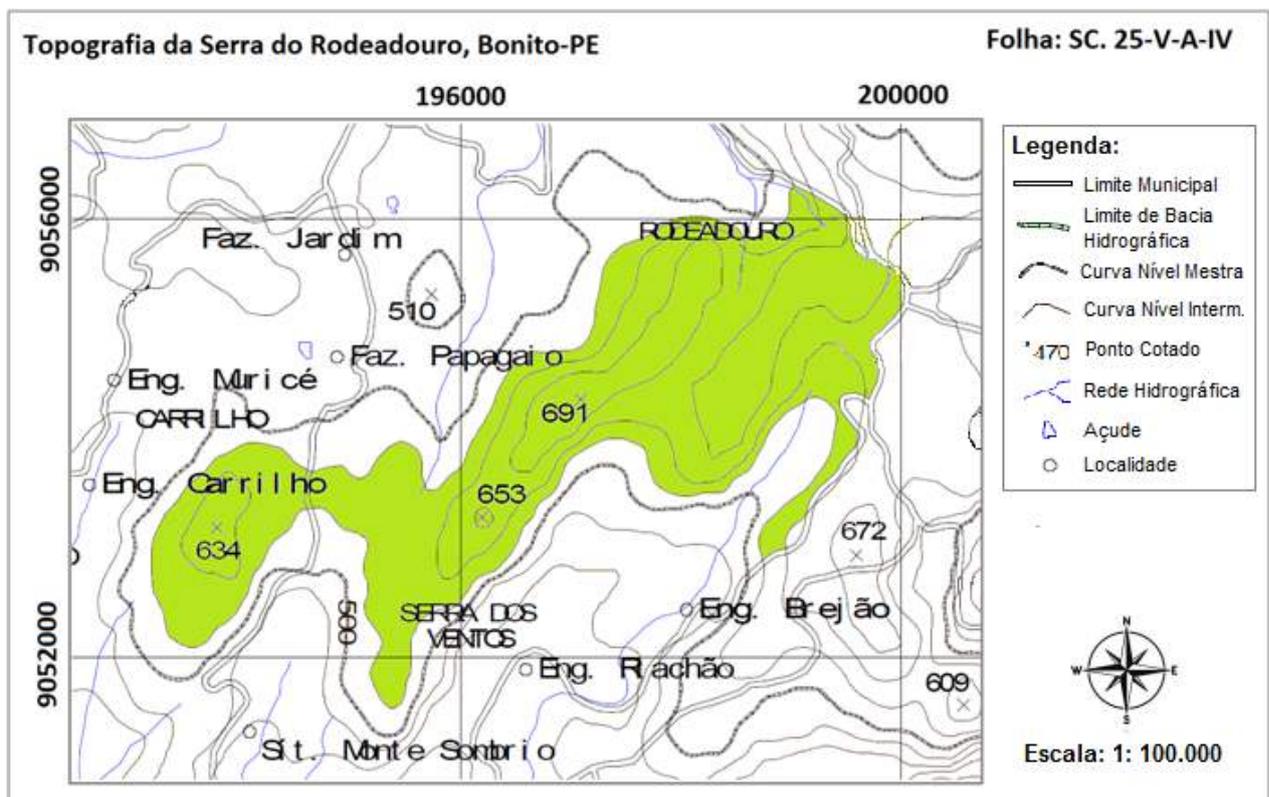


Figura 7.22: Recorte topográfico com destaque (em verde) para a morfologia da Pedra do Rodeadouro. Fonte: Adaptado de Folha Palmares (Sudene) - Escala 1: 100.000

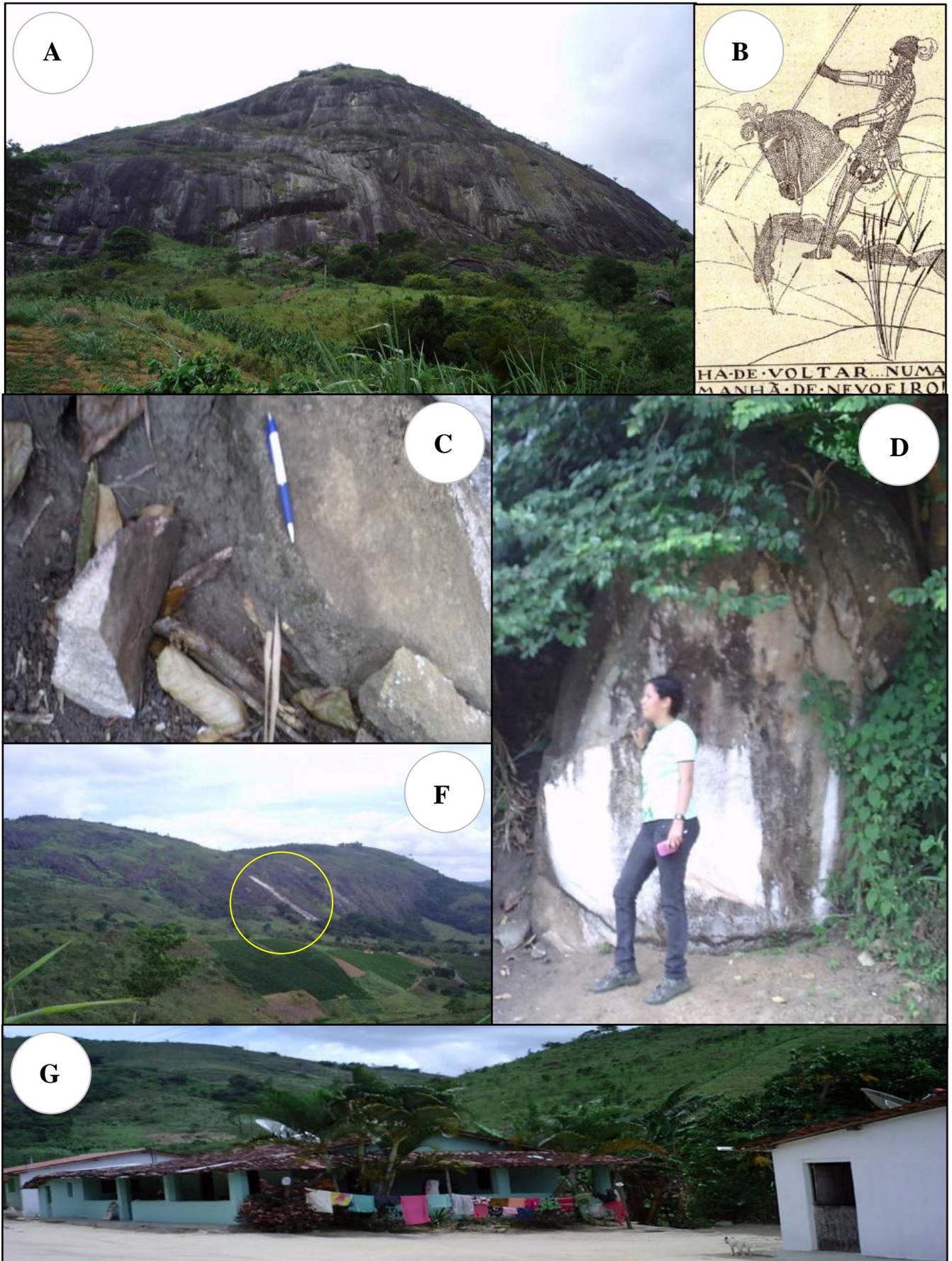


Figura 7.23: A) Visão geral da Pedra do Rodeadouro e seu valor paisagístico; B) Ilustração alusiva ao período sebastianista (Sebastianismo) no nordeste do Brasil, C) e D) Amostra de granito grosso e matacão no sopé na Pedra do Rodeadouro; E) Amostra de granito grosso e matacão no sopé na Pedra do Rodeadouro; F) Visão lateral da Serra onde está situada a Pedra do Rodeadouro (detalhe para o filete de água eu escorre da rocha; G) Vila de agricultores situada ao sopé da Pedra do Rodeadouro.

12 - Serra do Ororubá /Cimbres

Situada no município de Pesqueira, a **Serra do Ororubá** (Coordenadas: **08° 21' 41.9" / 36° 48' 46,5"**), que abriga o santuário de **Cimbres** (Figura 7.24), se estende por cerca de 15km com direção ENE-WSW e apresenta altitudes que chegam a 1.000m na unidade de relevo do **Planalto da Borborema**. A litologia é composta basicamente por hornblenda-biotita-sienogranitos, monzogranitos e quartzo-monzonitos associados a bitotita-quartzo-dioritos a dioritos que integram o **Batólito Caruaru-Arcoverde**. Pode ser considerado um **sítio de geodiversidade** do tipo **área**.

No sopé da serra, existe a vila de Cimbres, que desde 1936 tornou-se local de **peregrinação** católica após o relato da aparição de Nossa Senhora das Graças a duas meninas que moravam nas proximidades. Na encosta da serra foi construído um santuário com boa estrutura: escadarias com corrimão (Figura 7.25-A), mirante com para-peito (Figura 7.25-G), lojinha que vende produtos religiosos confeccionados com as rochas da região (Figura 7.25-F) e que recebe peregrinos em todas as épocas do ano. A área atualmente corresponde a uma **reserva indígena da tribo Xukuru** (Figura 7.25-E) e os guias locais costumam interpretar muitos fenômenos geológicos presentes na região (esfoliação esferoidal, fraturamentos, enclaves e erosão diferencial) como “milagres de Nossa Senhora” (Figura 7.25-B e C), repassando isso aos visitantes.

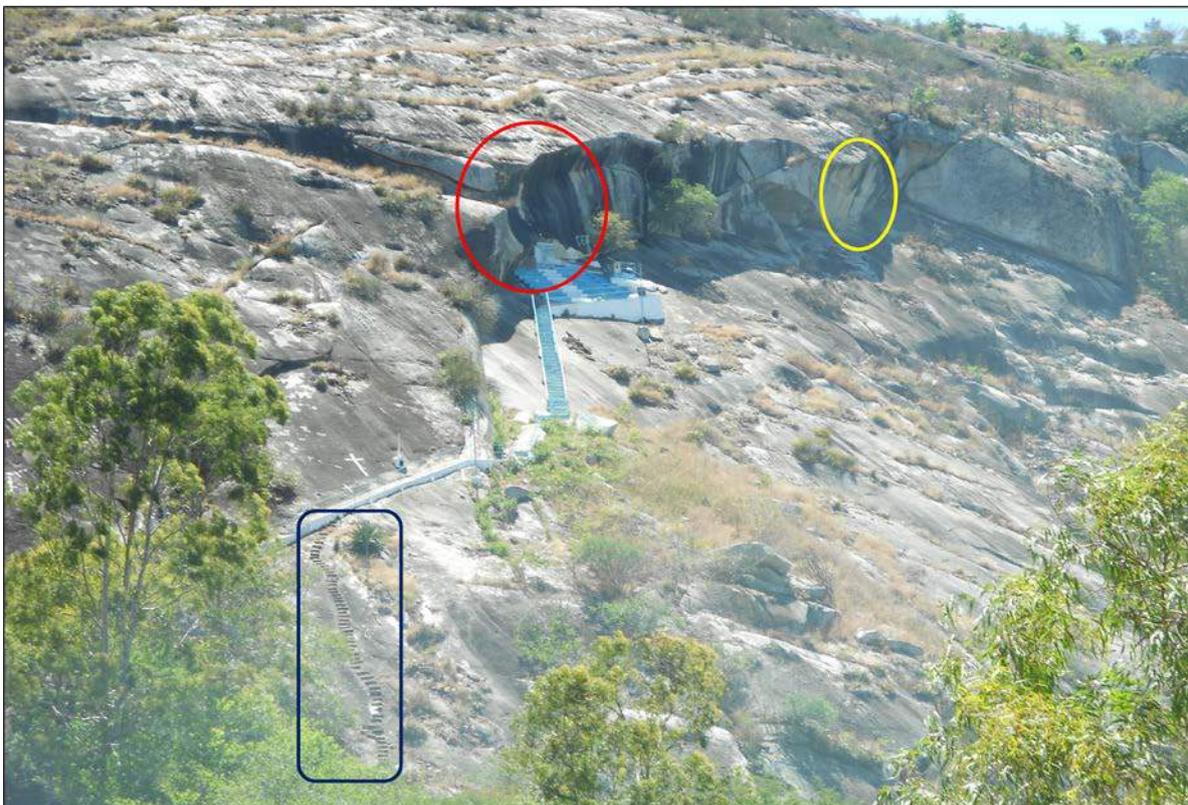


Figura 7.24: Visão geral do santuário de Cimbres, na Serra do Ororubá, onde: escadaria antiga (azul); Suposto primeiro local de aparição da santa / santuário (vermelho); parte mais escura da rocha que, vista de longe, se assemelha ao numeral “1” indicando o suposto segundo local de aparição da santa, onde estariam impressos os pés da mesma em baixo relevo na rocha (amarelo).

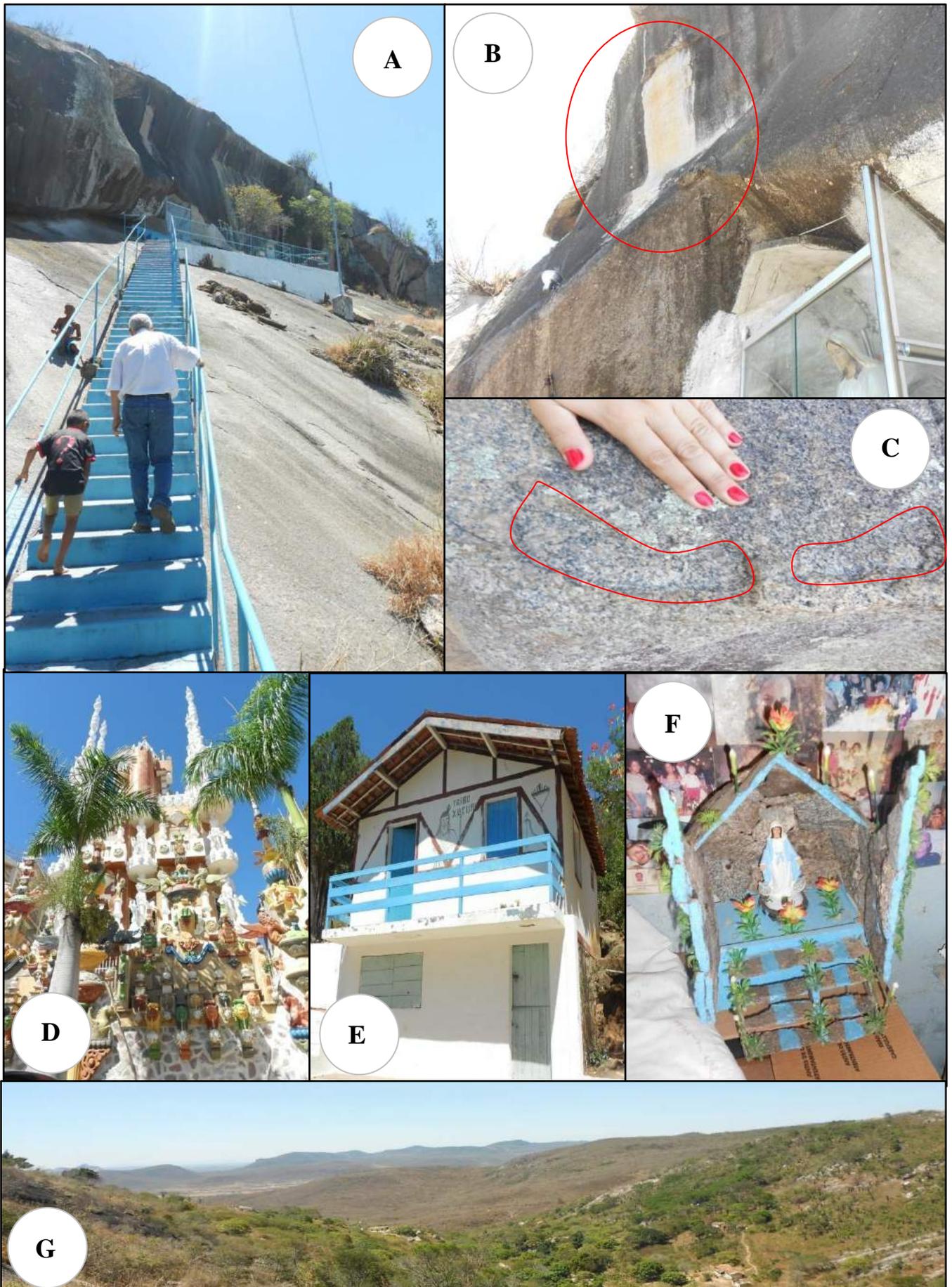


Figura 7.25: A) Escadaria que leva os devotos até o mirante / local de aparição da santa; B) Local mais claro na rocha intemperizada onde supostamente teria surgido a imagem da santa; C) Erosão na rocha que é atribuída pelos devotos às pegadas de Nossa Senhora; D) Castelo construído por um morador na cidade de Pesqueira e que atrai muitos curiosos; E) Sede da aldeia Xucurú (os índios mais são os guias turísticos da região e cuidam da manutenção do santuário); F) Artesanato religioso feito pelos índios da tribo Xucurú com as rochas da região; G) Vista do Mirante.

7.3 ANÁLISE QUALITATIVA DOS GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE SELECIONADOS NO AGRESTE DE PERNAMBUCO

Durante o inventário com as fichas de campo, foram realizadas também **classificações complementares para a análise qualitativa dos geossítios e sítios de geodiversidade**. Essas análises qualitativas e mais subjetivas em campo são importantes para realizar o cruzamento de informações das impressões iniciais *in locus* com os dados de quantificação, realizados em gabinete posteriormente. Trata-se de um confronto de dados: Subjetivo/Qualitativo x Objetivo/Quantitativo. Uma dessas qualificações é muito utilizada nas propostas apresentadas ao SIGEP e está relacionada ao **Interesse Científico e Uso Potencial** dos geossítios, deixando ainda um espaço reservado para informações adicionais. Com a nova classificação de Brilha (2015) que muda os conceitos de geossítio e sítio de geodiversidade, foram necessárias algumas alterações nos **critérios do SIGEP**, especialmente no que diz respeito ao quesito “Interesse científico”. Os resultados dessa classificação nos geossítios do Agreste de Pernambuco são apresentados a seguir (Quadro 7.4):

QUADRO 7.4: CLASSIFICAÇÃO (QUALIFICAÇÃO) DOS GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE NO AGRESTE DE PERNAMBUCO – SIGEP (ADAPTADO)				
Nº	Potencial Geossítio	Interesse Científico/ Educativo	Uso Potencial	Outras Informações
01	Milonitos da Serra das Russas	Min/Plg/Pmet/Tect	Educ/Cien	----
02	Vale do Catimbau	Geom/Estr/Plg/Sed	Educ/Gtur/Cien	PN/Hisc/Mir/ Arqp
03	Pedra Furada	Geom/Pig	Educ/Gtur/Cien	PM/Hisc/Mir/ Arqp
Nº	Potencial Sítio de Geodiversidade (Brilha, 2015)	Interesse Educativo	Uso Potencial	Outras Informações
04	Pedra do Navio	Geom/Min/Pig	Educ/Gtur	Hisc/Arqp
05	Serra do Pará	Geom/Paleo/Pmet	Educ/Gtur	Hisc/Mir/Arqp
06	Caneluras de Pedra	Geom/Pig/Tect	Educ/Gtur	Hisc
07	Pedra do Martelo	Geom/Paleo/Pig	Educ/Gtur	Hisc
08	Cachoeiras de Bonito	Geom/Hidr/Pig	Educ/Gtur	PM/Hisc/Mir
09	Serra Negra	Geom/Pig	Educ/Gtur	PM/Hisc/Mir
10	Fazenda Nova	Geom/Pig	Educ/Gtur	Hisc
11	Pedra do Rodeadouro	Geom/Pig	Educ/Gtur	Hisc
12	Serra do Ororubá/Cimbres	Geom/Pig	Educ/Gtur	Hisc/Mir

LEGENDA: *Geom*: Geomorfológico; *Min*: Mineralógico; *Pig*: Petrologia Ígnea; *Hidr*: Hidrogeologia; *Paleo*: Paleontologia; *Tec*: Tectônica; *Plg*: Paleogeografia; *Pmet*: Petrologia Metamórfica; *Estr*: Estratigrafia; *Sed*: Sedimentologia; *Educ*: Educativo; *GTur*: Geoturístico; *Cien*: Científico; *Arqp*: Arqueologia Pré-Histórica; *Hisc*: Histórico-Cultural; *PM*: Parque Municipal; *Mir*: Mirante; *PN*: Parque Nacional.
(SIGEP - ROCHA, A. J. D. & PEDREIRA, A. J., 2009)

Outra classificação qualitativa complementar realizada com o referido conjunto de geossítios e sítios de geodiversidade durante os trabalhos de campo no Agreste de Pernambuco consistem na aplicação dos critérios de Gray (2004), que enumera os valores da geodiversidade para identificar a intensidade deles em cada geossítio. As adaptações realizadas consistem em criar “nomes” para as categorias de classificação (Baixo, Médio, Alto), como proposto pela primeira vez em Santos (2012) e também em relação a desconsiderar a parte “científica” entre os critérios para classificar sítios de geodiversidade, analisando apenas o teor educativo dessas áreas. Trata-se, como toda análise qualitativa, de um método subjetivo que pode variar conforme as impressões do pesquisador que irá utilizá-la. Os resultados para a amostra de geossítios e sítios de geodiversidade selecionados no Agreste de Pernambuco podem ser vistos no quadro 7.5, a seguir:

QUADRO 7.5: ANÁLISE QUALITATIVA DOS GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE NO AGRESTE DE PERNAMBUCO – GRAY, 2004. (ADAPTADO)							
Nº	Potencial Geossítio	VALORES DA GEODIVERSIDADE					
		Valor Intrínseco	Cultural	Estético	Econômico (Potencial*)	Funcional (Usos**)	Científico/Educativo
01	Milonitos da Serra das Russas	Alto	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	Alto
02	Vale do Catimbau	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
03	Pedra Furada	Alto	Alto	Alto	Médio	Alto	Alto
Nº	Potencia Sítio de Geodiversidade (Brilha, 2015)	Valor Intrínseco	Cultural	Estético	Econômico (Potencial*)	Funcional (Usos**)	Educativo
04	Pedra do Navio	Médio	Alto	Alto	Médio	Médio	----
05	Serra do Pará	Médio	Alto	Alto	Médio	Alto	----
06	Caneluras de Pedra	Médio	Alto	Médio	Médio	Alto	----
07	Pedra do Martelo	Médio	Médio	Médio	Baixo	Baixo	----
08	Cachoeiras de Bonito	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto	----
09	Serra Negra	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto	----
10	Fazenda Nova	Médio	Alto	Médio	Médio	Baixo	----
11	Pedra do Rodeadouro	Médio	Alto	Alto	Baixo	Médio	----
12	Serra do Ororubá/Cimbres	Médio	Alto	Alto	Médio	Alto	----

*Os valores econômicos foram considerados em função do uso turístico atual;
 ** Entende-se por uso potencial a possibilidade de se realizar atividades utilizando como suporte elementos da geodiversidade, especialmente, em seu caráter geomorfológico (ex.: *rappel*, barragens, abrigos, etc.).

CAPÍTULO 8: QUANTIFICAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO NO AGRESTE DE PERNAMBUCO

8.1 APLICAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO

O processo de quantificação das **12 (doze) áreas de interesse geológico** selecionadas no Agreste de Pernambuco envolveu a submissão das mesmas a três metodologias distintas, bastante conhecidas e utilizadas para esse fim no Brasil e no mundo. Na primeira etapa, não foram realizadas alterações e/ou adaptações nos métodos selecionados, de modo a preservar sua configuração original e também não interferir nos resultados. Essa fase da pesquisa teve como principal objetivo **testar alguns dos métodos já existentes e propostos por autores distintos** e também **comparar os rankings** gerados por estes em um mesmo conjunto de geossítios e/ou sítios de geodiversidade, no caso, inseridos no Agreste de Pernambuco.

As metodologias escolhidas como base para esse teste foram: **Brilha (2005)**, **Pereira (2010)** e **Brilha (2015)**. A escolha destes três métodos levou em consideração alguns elementos básicos que os diferenciam: enfoque (maior número de critérios relacionados a valor e/ou uso), modos de cálculo (soma, médias, fórmulas, somas simples), organização de critérios (quantidade e categorias), tipo de publicação (livro, artigo, tese e também a época em que foram publicadas, o que representa uma amostra do recorte temporal da evolução das metodologias de quantificação do patrimônio geológico nos últimos dez anos. (Quadro 8.1)

QUADRO 8.1: METODOS DE QUANTIFICAÇÃO SELECIONADOS						
Autor	Ano	Número de Critérios	Número de Categorias de análise	Enfoque	Modo de Cálculo	Tipo de Publicação
José Brilha	2005	22	3	Científico	Médias (simples e ponderadas)	Livro
Ricardo Pereira	2010	20	4	Uso/ Gestão	Fórmulas (equações)	Tese (Doutorado)
José Brilha	2015	30+7 (37 para geossítios e 30 para "S.G." ²)	3 + 1 (4 para geossítios e 3 para "S.G.")	Científico	Soma (números absolutos, porém, alguns com porcentagens)	Artigo

² Abreviamos para "SG", o que Brilha (2015) chamou de "Sítios de Geodiversidade".

Fazendo um breve resumo sobre cada método, pode-se afirmar que Brilha (2005) é uma metodologia de quantificação mais tradicional, bastante difundida e respeitada e que já foi muito utilizada pelas principais organizações nacionais e internacionais que trabalham com o patrimônio geológico, a exemplo do ProGEO, do *Geossit* da CPRM e da maioria das submissões enviadas ao SIGEP. Já a metodologia de Pereira (2010), além de ser um pouco mais recente, foi escolhida pois se trata de uma metodologia adaptada e aplicada à realidade da Chapada Diamantina (Bahia), que também integra o semiárido nordestino do Brasil.

A análise inicial utilizaria apenas os dois métodos citados acima, porém, Brilha (2015) reformulou sua metodologia inicial proposta em 2005 e trouxe mecanismos de análise mais precisos, como modos de cálculo e interpretação de dados que poderiam ser cruzados entre si e não reduzidos a um número final (média). O autor também apresentou algo inédito em metodologias de quantificação até então: o direcionamento dos critérios a serem utilizados conforme as especificidades das áreas de interesse geológico propostas, dividindo-as em: “**geossítios**” (com valor científico comprovado) e “**sítios de geodiversidade**” (com outros valores que se destacam mais que o científico). Desta forma, a metodologia de Brilha (2015) foi inserida para completar e enriquecer o quadro de análise.

8.1.1 APLICAÇÃO DO MÉTODO BRILHA (2005)

A primeira quantificação foi realizada através do método de Brilha (2005), desenvolvido a partir da proposta de Uceda/Cendrero (2000) e que tem como foco o caráter científico dos geossítios. Apresenta 22 critérios (Anexo A) que são divididos em 03 (três) categorias: **A – Valor Intrínseco/VI** (9); **B – Uso Potencial/UP** (7) e **C - Necessidade de proteção/NP** (6). Cada um desses critérios recebe uma pontuação que pode variar de 1 a 5 e, ao final, todos são somados (**A+B+C**) e divididos por 3, configurando uma média aritmética (Valor de “Q” = Quantificação) que serve para criar um *ranking* entre grupos de geossítios, definindo aqueles que devem ser prioritários para medidas de geoconservação.

O método utiliza ainda alguns pré-requisitos para selecionar, dentro do *ranking*, geossítios de relevância Nacional e Internacional, ressaltando alguns critérios que seriam mais relevantes nessa escolha. Atendidos esse conjunto de pré-requisitos, com maiores exigências para os geossítios de caráter internacional, os mesmos – tanto nacionais quanto internacionais

– são recalculados utilizando a seguinte média ponderada: $2A+B+1,5C/3$. O método de Brilha foi testado no conjunto de geossítios selecionados no Agreste de Pernambuco (Tabela 8.1)

TABELA 8.1: QUANTIFICAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO AGRESTE DE PERNAMBUCO - MÉTODO DE BRILHA (2005)													
CRITÉRIOS DE QUANTIFICAÇÃO* MÉTODO BRILHA (2005) (Alguns nomes foram adaptados/simplificados)		GEOSSÍTIOS SELECIONADOS NO AGRESTE DE PERNAMBUCO											
		01 - Milonitos da Serra das Russas	02 - Vale do Catimbau	03 - Pedra Furada	04 - Pedra do Navio	05 - Serra do Pará	06 - Caneluras de Pedra	07 - Pedra do Martelo	08 - Cachoeiras de Bonito	09 - Serra Negra	10 - Fazenda Nova	11 - Pedra do Rodeadouro	12 - Serra do Ororubá /Cimbres
A		Valor Intrínseco											
A1	Raridade	5	5	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4
A2	Extensão	4	5	4	2	5	4	2	5	5	5	4	5
A3	Publicações	5	5	4	4	2	2	1	3	2	2	2	2
A4	Ilustração	5	5	5	3	3	3	3	3	3	5	2	2
A5	Diversidade	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2
A6	Local-Tipo	5	5	5	3	3	1	1	1	1	3	1	1
A7	Cultura	1	5	5	4	5	2	2	2	3	2	2	2
A8	Natureza	3	5	3	1	5	1	3	5	5	3	3	3
A9	Conservação	4	3	3	3	4	3	5	3	3	3	4	3
Valores de A		36	41	36	27	33	23	24	29	29	30	24	24
B		Uso Potencial											
B1	Atividades	5	5	5	5	5	3	3	3	3	5	3	1
B2	Observação	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5
B3	Amostras	4	3	3	1	5	2	1	2	4	3	2	3
B4	Acessibilidade	5	3	3	5	2	5	2	4	4	5	3	4
B5	Povoações	3	2	2	3	2	2	3	4	3	4	4	3
B6	Habitantes	5	5	3	4	5	3	5	4	5	3	4	4
B7	Socioeconômico	3	1	1	3	3	1	3	1	3	1	1	3
Valores de B		30	24	22	26	27	21	22	21	27	26	22	23
C		Necessidade de Proteção											
C1	Ameaças	3	5	5	3	5	3	5	1	3	3	3	5
C2	Situação atual	5	1	3	5	5	5	5	1	1	3	5	3
C3	Mineração	3	5	5	2	4	4	5	4	5	3	4	5
C4	Valor Terrenos	3	5	5	4	3	4	4	3	3	3	3	5
C5	Propriedade	5	5	4	4	1	4	2	1	1	1	2	5
C6	Fragilidade	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	5	5
Valores de C		23	24	26	21	22	24	24	14	16	17	22	28
Valores de "Q" (Quantificação)		89	89	84	74	82	68	70	64	72	73	68	75
R	$A + B + C / 3$	30	30	28	25	27	23	23	21	24	24	23	25
N/I	$2A + B + 1,5C / 3$	30	47	44	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Relevância dos Geossítios (Pré-Requisitos)													
R	Regional	$A + B + C / 3$											
N	Nacional	$2A + B + 1,5C / 3$ (Onde: A1, A6, A9, B1, B2 simultaneamente > ou = a 3 e A3 > ou = a A4)											
I	Internacional	$2A + B + 1,5C / 3$ (Onde: A1, A3, A9 simultaneamente > ou = a 4 e A6, B1 e B2 = 5)											

*Cujos nomes sofreram algumas adaptações/simplificações.

Os resultados da quantificação utilizando o método de Brilha (2005) foram coerentes com o que era esperado para ao conjunto de geossítios. Os que obtiveram um maior valor de “Q” foram: Milonitos da Serra das Russas (89), Vale do Catimbau (89) e Pedra Furada (84), sendo o primeiro considerado de **relevância internacional** e o segundo, de **relevância nacional**. O terceiro (Pedra Furada) não se enquadrou em nenhuma das duas categorias, pois não atende à condição de apresentar A3 maior ou igual a A4. Outro geossítio (Pedra do Navio), mesmo com pontuação mais baixa (74), pode ser considerado como geossítio de relevância nacional por contemplar todos os pré-requisitos para tal. Os demais geossítios não atenderam a todos os critérios necessários para se enquadrar nessas categorias e se configuraram em geossítios de relevância regional, sendo a Pedra Furada (84) e Serra do Pará (82) os de maior pontuação e as Cachoeiras de Bonito (64) o de menor pontuação nesse grupo. No gráfico a seguir (figura 8.1), pode ser observado o *ranking* geral de quantificação através da aplicação do método de Brilha (2005) na área de estudos desta tese.

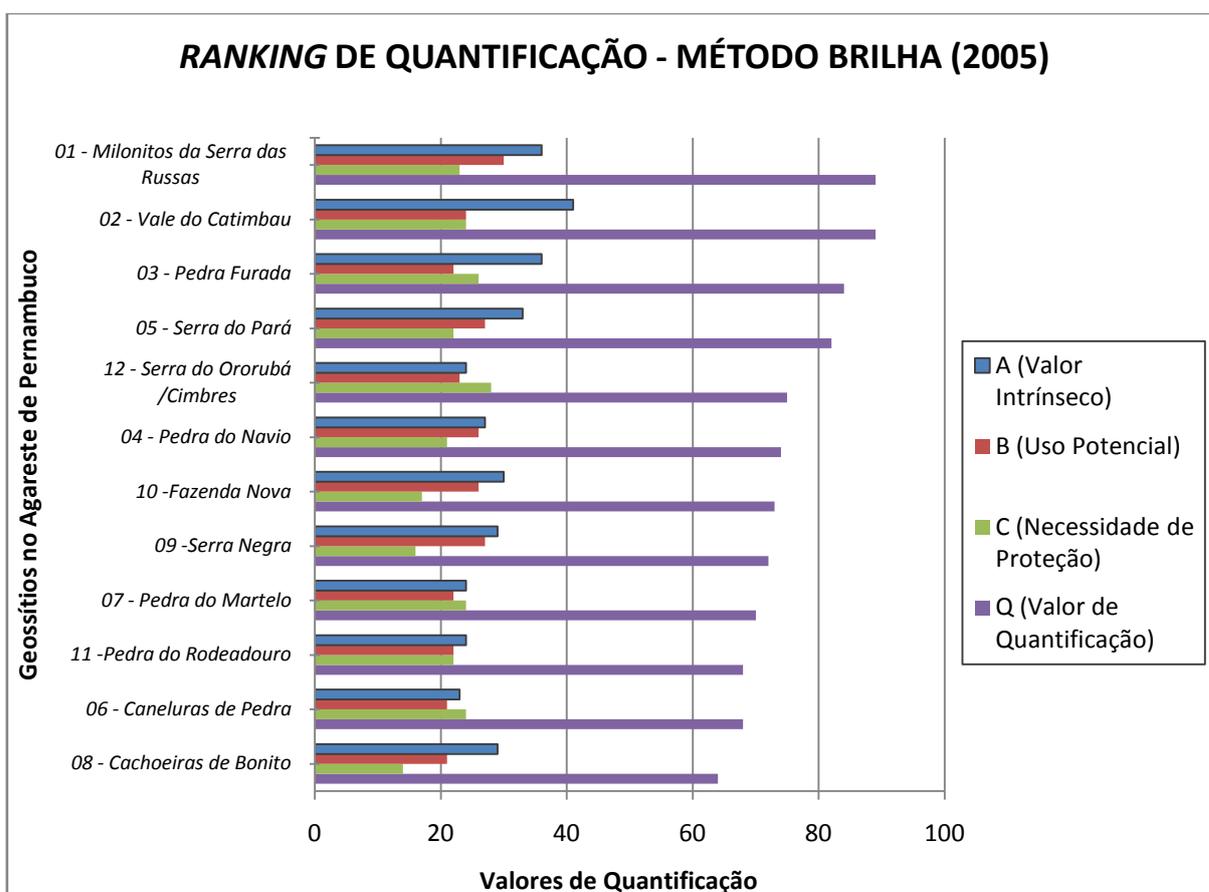


Figura 8.1: *Rankings* de classificação segundo os critérios do método de Brilha (2005).

8.1.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO PEREIRA (2010)

Além do método de Brilha (2005), os geossítios selecionados no Agreste de Pernambuco também foram quantificados através do método de **Pereira (2010)**. Trata-se de uma metodologia mais recente que a anterior e adaptada à realidade da Chapada Diamantina, no semiárido brasileiro. A proposta engloba 20 critérios distintos (Anexo B), pontuados na escala de 0 a 4 e divididos em quatro categorias, que são: **A - Valor intrínseco/Vi** (4), **B - Valor Científico/Vci** (4), **C - Valor Turístico/Vtur** (5), **D - Valor de Uso e Gestão/Vug** (7), que são somados em médias ponderadas para determinar o **Ranking de Relevância** (Valor de “R”). Os cálculos para a quantificação nesse método são realizados através de fórmulas ou equações, da seguinte forma: **Valor de Uso Científico/VUC**, onde: $VUC = (2 \cdot Vi + 3 \cdot Vci) / 5$; **Valor de Uso Turístico/VUT**, onde: $VUT = (3 \cdot Vtur + 2 \cdot Vug) / 5$; **Valor de Conservação/VC**, onde: $VC = (3 \cdot Vi + Vci + Vug) / 5$; e, finalmente, a do **Ranking Relevância/R**, onde: $R = \{2 \cdot [(VUC/20) \cdot 100] + [(VUT/20) \cdot 100]\}$, que determinará a pontuação geral da análise.

Assim como Brilha (2005), o método de Pereira (2010) também classifica os geossítios de acordo com sua relevância: **Local** ($R \leq 10$); **Regional** (onde: $10 < R < \text{valor médio obtido para a relevância do conjunto avaliado}$); **Nacional** ($R > \text{valor médio obtido para a relevância do conjunto avaliado}$) e **Internacional** ($R > \text{valor médio obtido para a relevância do conjunto de geossítios avaliados}$ e onde, simultaneamente, os parâmetros A-02 e A-03 ≥ 3 e os parâmetros B-01, B-02, C-02 e C-03 ≥ 2). O resultado da quantificação dos geossítios do Agreste de Pernambuco utilizando a metodologia de Pereira (2010) pode ser visualizado na Tabela 8.2, assim como o gráfico correspondente ao *ranking* de relevância. (figura 8.2)

O método de Pereira (2010), apesar de possuir alguns critérios semelhantes ao método de Brilha (2005), apresentou resultados distintos deste para a mesma amostra de geossítios. Considerando o “**Ranking de Relevância**” (**RR**) como parâmetro de análise para os resultados na amostra, a principal divergência em relação ao método anterior é a classificação dos “Milonitos da Serra das Russas” (49,23) que apresenta apenas relevância regional. O contrário, porém, ocorre quando analisados separadamente os valores científico e intrínseco, onde o mesmo se destaca com as maiores pontuações. Ainda em relação aos valores de RR, podem ser classificados como de relevância nacional: Vale do Catimbau (62,66), Cachoeiras de Bonito (57,81) e Serra Negra (56,73). O único a atender todos os critérios para ser considerado de relevância internacional foi a Pedra Furada, 2ª colocada no *ranking* de relevância, conforme pode ser visualizado tanto na tabela 8.2, quanto na figura 8.2.

TABELA 8.2: QUANTIFICAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO AGRESTE DE PERNAMBUCO - MÉTODO DE PEREIRA (2010)														
CRITÉRIOS DE QUANTIFICAÇÃO MÉTODO PEREIRA (2010)*	GEOSSÍTIOS SELECIONADOS NO AGRESTE DE PERNAMBUCO													
	01 - Milonitos da S. das Russas	02 - Vale do Catimbau	03 - Pedra Furada	04 - Pedra do Navio	05 - Serra do Pará	06 - Caneluras de Pedra	07 - Pedra do Martelo	08 - Cachoeiras de Bonito	09 - Serra Negra	10 - Fazenda Nova	11 - Pedra do Rodeadouro	12 - Serra do Ororubá /Cimbres	Médias	
A	Valor Intrínseco (Vi)													
A1	Vulnerabilidade Natural	4	2	4	4	4	4	4	2	2	2	4	4	--
A2	Raridade	4	4	4	3	1	3	3	2	1	1	3	3	--
A3	Integridade	4	1	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	--
A4	Geodiversidade	4	4	4	3	4	3	3	3	3	2	2	2	---
	Média de A (Vi)	4	2.75	3.75	3.25	3	3.25	3.5	2.5	2.25	2	3.25	3	3.04
B	Valor Científico (Vci)													
B1	Publicações	4	4	2	2	1	1	0	2	3	2	1	1	--
B2	Representatividade	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	1	1	--
B3	Interesses	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	2	2	--
B4	Didática	2	4	4	4	4	2	2	4	4	2	2	2	--
	Média de B (Vci)	3.5	4	3.5	2.75	2.75	2	1.75	2.75	3.25	2.25	1.5	1.5	2.63
C	Valor Turístico (Vtur)													
C1	Estética	0	4	4	2	2	2	2	4	4	2	2	2	--
C2	Acessibilidade	4	0	2	4	1	3	2	2	3	4	3	3	--
C3	Infraestrutura	0	2	2	2	0	2	0	4	2	2	0	4	--
C4	Uso atual	0	4	3	3	1	1	0	4	3	3	0	3	--
C5	Controle de Visitantes	0	4	2	0	0	0	0	4	2	2	0	0	--
	Média de C (Vtur)	0.8	2.8	2.6	2.2	0.8	1.6	0.8	3.6	2.8	2.6	1	2.4	2
D	Valor de Uso e Gestão (Vug)													
D1	Cultura	0	3	3	1	3	1	0	1	3	3	3	4	--
D2	Valor Econômico	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	--
D3	Proteção	0	4	2	0	0	0	0	2	2	0	0	4	--
D4	Restrições	0	2	2	4	2	4	2	4	4	4	2	4	--
D5	Vulnerabilidade Antrópica	4	2	4	2	2	4	2	2	2	2	4	4	--
D6	População próxima	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	--
D7	Socioeconômico	2	1	1	2	2	1	2	1	2	1	1	2	--
	Média de D (Vug)	1.86	2.71	2.71	2.29	2.29	2.43	2.00	2.43	2.86	2.29	2.43	3.57	2.49
	Valor de Uso Científico (VUC): VUC= (2*Vi + 3*Vci)/5	3.7	3.5	3.6	2.95	2.85	2.5	2.45	2.65	2.85	2.15	2.2	2.1	3,01
	Valor de Uso Turístico (VUT): VUT= (3*Vtur + 2*Vug)/5	1.22	2.77	2.65	2.23	1.39	1.93	1.28	3.13	2.82	2.47	1.57	2.87	2,03
	Valor de Conservação (VC): VC= (3*Vi + Vci + Vug)/5	3.47	2.99	3.49	2.96	2.81	2.84	2.85	2.54	2.57	2.11	2.74	2.81	2,99
	Ranking Relevância (R): R= {2*[(VUC/20)*100] + [(VUT/20)*100]}	49.2	62.7	62.5	51,8	42,4	44.3	37,3	57,8	56,7	46,2	37,7	49,7	54.7
Geossítios de Relevância Internacional : Ranking de Relevância (RR) acima da média e critérios A-02 e A-03 simultaneamente >=3 e B-01, B-02, C-02 e C-03 simultaneamente >=2; Geossítios de Relevância Nacional : Ranking de Relevância (RR) acima da média dos geossítios avaliados; Os demais se enquadraram na categoria Relevância Regional (onde: 10 < R < valor médio geral).														

*Cujos nomes sofreram algumas adaptações/simplificações

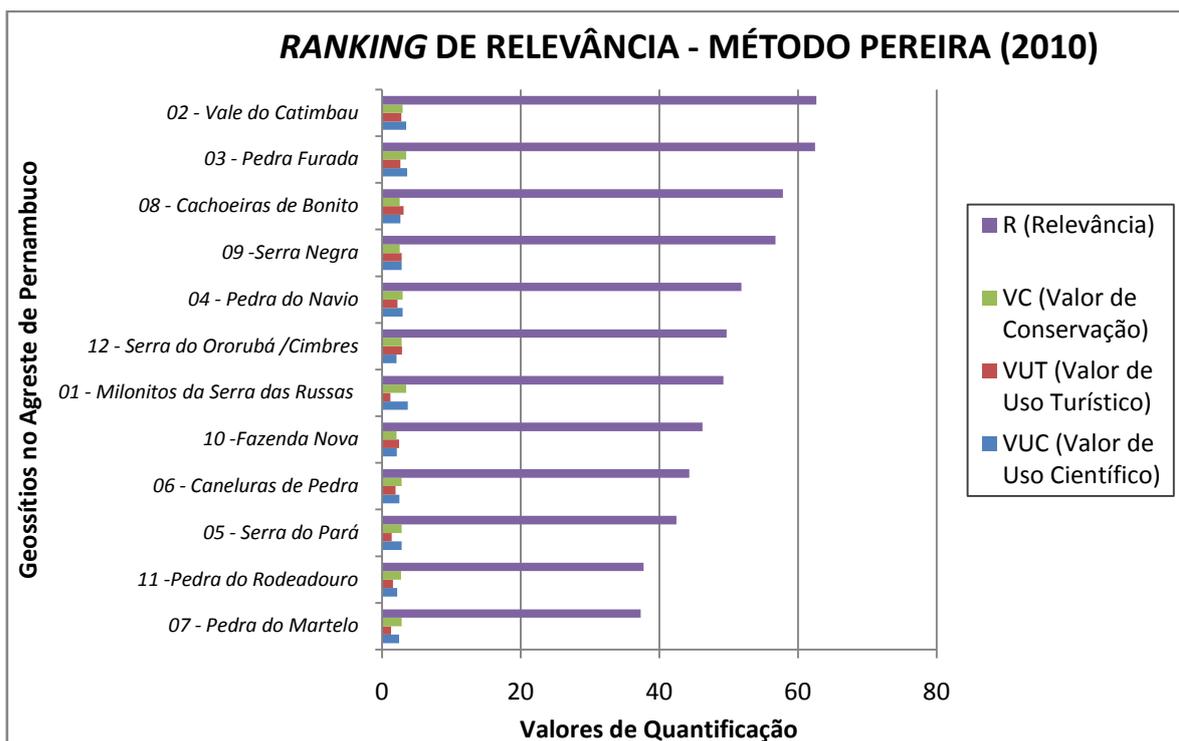


Figura 8.2: *Rankings* de Relevância segundo os critérios do método de Pereira (2010).

8.1.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO BRILHA (2015)

De modo a testar a aplicabilidade do método de Brilha (2015), uma vez que no artigo original não foi utilizada nenhuma área-piloto para exemplificar os resultados da metodologia proposta, resolvemos submeter os geossítios e sítios de geodiversidade selecionados no Agreste de Pernambuco a esse novo modelo de quantificação (Ver Anexo C). Para tal, foi necessário, primeiramente, reorganizar as áreas de interesse geológico selecionadas como amostra - que antes representavam um conjunto de 12 (doze) “geossítios” - e agora seriam divididas em 03 (três) geossítios e 09 (nove) sítios de geodiversidade.

Também devido à ausência de exemplos práticos no artigo de Brilha (2015), no qual pudéssemos nos basear para a confecção dos cálculos, o somatório final das categorias de análise foi adaptado/interpretado da seguinte forma: multiplicando-se a pontuação de cada critério pelo percentual/peso (ex. 4 pontos x 30% = 120 pontos). Na tabela 8.3, pode ser visualizado, na íntegra, o resultado da quantificação do total de geossítios e sítios de geodiversidade no Agreste de Pernambuco, tomando como base o método de Brilha (2015).

TABELA 8.3: QUANTIFICAÇÃO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO AGRESTE DE PERNAMBUCO – BRILHA (2015)												
CRITÉRIOS (Cujos nomes sofreram algumas adaptações/simplificações)	Geossítios			Sítios de Geodiversidade								
	01-Milônitos da S. Russas	02 – Vale do Catimbau	03 – Pedra Furada	04 – Pedra do Navio	05 – Serra do Pará	06 – Caneluras de Pedra	07 – Pedra do Martelo	08 – Cachoeiras de Bonito	09 - Serra Negra	10- F.azenda Nova	11 - P.edra Rodeadouro	12 -Cimbres
Valor Científico												
A) Representatividade (30%)	120	120	120	---	---	---	---	---	---	---	---	---
B) Local-tipo (20%)	40	40	20	---	---	---	---	---	---	---	---	---
C) Publicações (5%)	20	20	10	---	---	---	---	---	---	---	---	---
D) Integridade (15%)	30	30	30	---	---	---	---	---	---	---	---	---
E) Diversidade (5%)	10	20	10	---	---	---	---	---	---	---	---	---
F) Raridade (15%)	60	60	60	---	---	---	---	---	---	---	---	---
G) Limitações de uso (10%)	40	20	20	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Valor Científico	320	310	270	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor Educacional												
A) Vulnerabilidade (10%)	30	20	30	20	30	30	20	30	30	20	40	40
B) Acessibilidade (10%)	40	10	20	40	10	40	30	30	40	40	30	30
C) Limitações (5%)	10	10	20	20	10	20	10	20	20	20	10	20
D) Segurança (10%)	20	20	30	40	10	40	20	40	40	20	20	30
E) Logística (5%)	20	15	10	15	15	10	10	20	20	20	20	15
F) População (5%)	10	5	5	10	15	5	10	5	10	5	5	5
G) Outros valores (5%)	10	20	15	10	20	5	5	20	20	20	20	20
H) Beleza cênica (5%)	0	20	10	10	5	0	0	10	10	20	5	15
I) Singularidade (5%)	20	15	20	15	10	10	10	5	5	5	5	10
J) Observação (10%)	40	40	40	40	20	40	30	30	20	40	30	40
K) Didática (20%)	20	40	60	80	60	80	80	20	80	20	60	80
L) Diversidade (10%)	40	40	30	20	40	20	20	20	20	20	20	20
Potencial de Uso Educacional (PEU)	260	255	290	320	245	300	245	250	315	250	265	325
Valor Turístico												
A) Vulnerabilidade (10%)	30	20	30	20	30	30	20	30	30	20	40	40
B) Acessibilidade (10%)	40	10	20	40	10	40	30	30	40	40	30	30
C) Limitações (5%)	10	10	20	20	10	20	10	20	20	20	10	20
D) Segurança (10%)	20	20	30	40	10	40	20	40	40	20	20	30
E) Logística (5%)	20	15	10	15	15	10	10	20	20	20	20	15
F) População (5%)	10	5	5	10	15	5	10	5	10	5	5	5
G) Outros Valores (5%)	10	20	15	10	20	5	5	20	20	20	20	20
H) Beleza Cênica (15%)	0	45	30	30	15	0	0	30	10	60	15	15
I) Singularidade (10%)	40	30	40	30	20	20	20	10	10	10	10	20
J) Observação (20%)	80	80	80	80	40	80	60	60	40	80	60	80
K) Interpretação (10%)	10	30	20	30	40	30	40	40	40	10	40	40
L) Economia (5%)	10	5	5	10	10	5	10	5	10	5	5	5
M) Lazer (5%)	15	5	15	15	10	5	10	20	20	20	20	15
Potencial de Uso Turístico (PTU)	295	295	320	350	245	290	245	330	310	330	295	335
Risco de Degradação												
A) Deterioração (35%)	35	105	35	70	70	70	105	105	70	70	35	35
B) Proximidade Risco (20%)	20	40	40	60	60	80	40	80	40	40	20	20
C) Proteção Legal (20%)	80	20	20	80	80	80	60	60	80	80	80	60
D) Acessibilidade (15%)	60	15	30	60	15	60	45	45	60	60	45	45
E) Densidade População (10%)	20	10	10	20	30	10	20	10	20	10	10	10
Risco de Degradação (RD)	215	190	135	290	255	300	270	300	270	260	190	170
Categoria (RD)	Mod	Baix	Bai	Mod	Mod	Mod	Mod	Mod	Mod	Mod	Bai	Bai

Devido à maior versatilidade na proposta de quantificação de Brilha (2005), os dados de quantificação dispostos na tabela 8.3 podem ser representados e interpretados de diferentes formas, sejam elas através de análises **gerais** (*ranking* geral) ou **parciais** por categorias de critérios (VC, PEU, PTU, RD) e por grupos (geossítios/sítios de geodiversidade), dentre outros. A primeira forma de apreciação utilizada consistiu em transformar cada um dos quatro parâmetros de análise em gráficos para facilitar a visualização de cada elemento. Na figura 8.3, temos a análise do **Valor Científico**, atribuída apenas a três áreas de interesse geológico dentre as 12 da amostra, que possuem valor científico suficiente para serem consideradas “geossítios”. São elas: Milonitos da Serra das Russas, Vale do Catimbau e Pedra Furada.

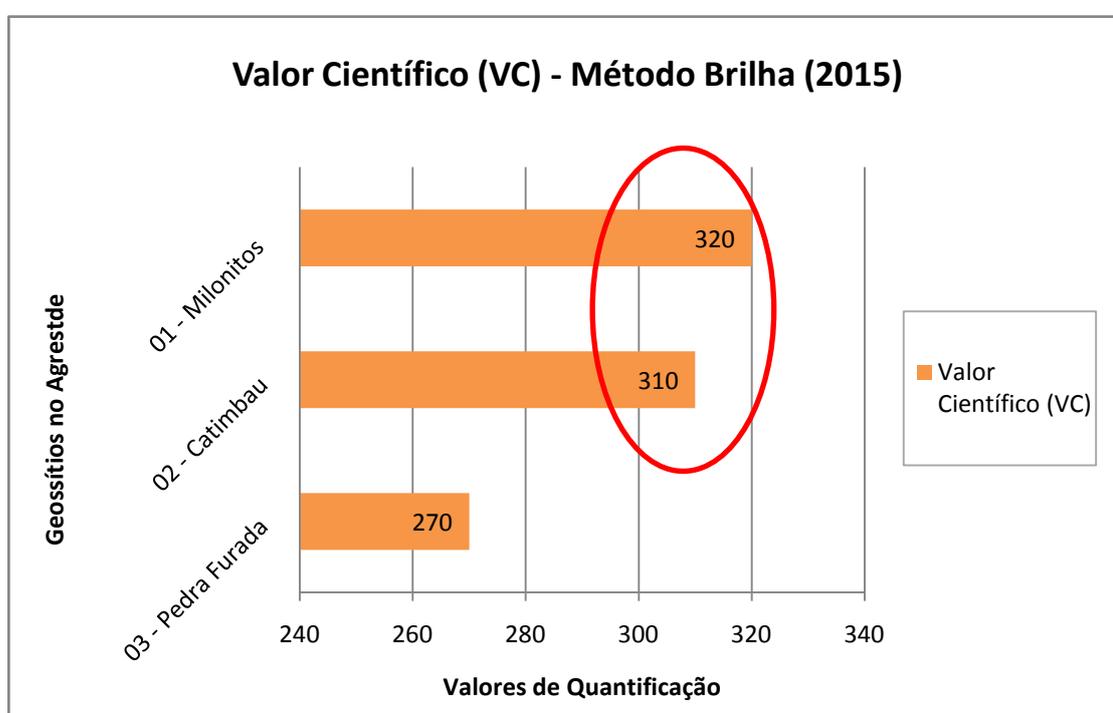


Figura 8.3: *Rankings* do valor científico de geossítios segundo os critérios do método de Brilha (2015). Destaque (círculo vermelho) para os de maior pontuação.

As áreas de interesse geológico que possuem maior valor científico dentro do total da amostra, podendo ser classificadas como geossítios no Agreste de Pernambuco são: Milonitos da Serra das Russas (320), Vale do Catimbau (310) e Pedra Furada (270), que apesar de possuir um valor mais baixo que os demais, devido a sua raridade e relevância, também pode ser enquadrada na categoria “geossítio”. Comparando estes resultados com os obtidos através do método Brilha (2005), essas mesmos geossítios se destacam no *ranking* geral, sendo considerados os três de maior pontuação e os dois primeiros, respectivamente, de relevância internacional (Milonitos da Serra das Russas) e Nacional (Vale do Catimbau).

Analisando agora sob o parâmetro “**Potencial de Uso Educacional**”, temos uma visão mais ampla onde são submetidos à quantificação tanto geossítios quanto sítios de geodiversidade. Lembrando que os parâmetros são independentes e que os resultados do valor científico, mesmo diferenciando grupos de interesse (geossítios) entre as demais áreas selecionadas, não necessariamente terão as mesmas influências nos demais parâmetros. Na figura 8.4, poderão ser visualizados o *ranking* de classificação do Potencial Educacional do conjunto de 12 geossítios e sítios de geodiversidade no Agreste de Pernambuco.

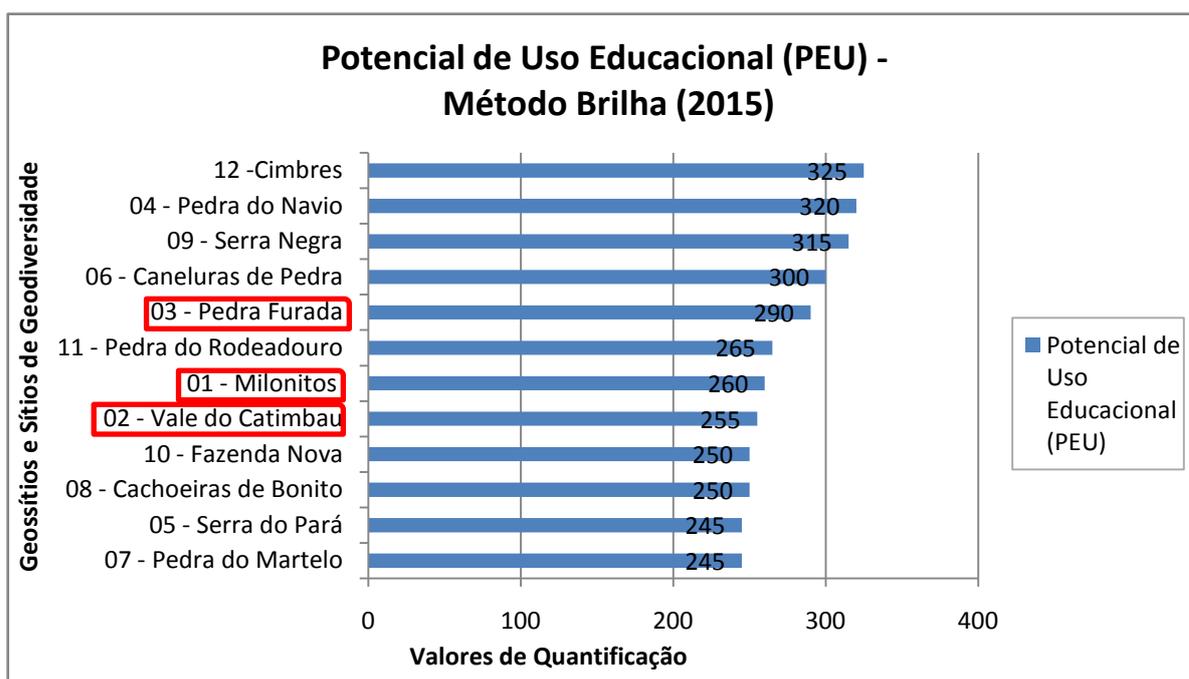


Figura 8.4: *Rankings* do Potencial de Uso Educacional (PEU) de geossítios (quadrado vermelho em destaque) e sítios de geodiversidade, segundo os critérios do método de Brilha (2015).

Como pode ser observado no gráfico acima (Figura 8.4), os geossítios se encontram em uma “posição intermediária” quanto ao potencial de uso educacional e quatro sítios de geodiversidade apresentam as maiores pontuações neste quesito, são eles: “Cimbres” (325), “Pedra do Navio” (320), “Serra Negra” (315) e “Caneluras do Lajedão de Pedra” (300). Os dois com menores pontuações foram: Serra do Pará e Pedra do Martelo, ambos com 245 pontos. No quesito “**Potencial de Uso Turístico**” (Figura 8.5), essa tendência de posicionamento dos geossítios se mantém, sendo que, dentre as 12 áreas de interesse geológico, os quatro primeiros colocados são todos sítios de geodiversidade: “Pedra do Navio” (350), “Cimbres” (335), “Fazenda Nova” e “Cachoeiras de Bonito”, (ambos com 330 pontos). Os com menor PUT nesse conjunto são exatamente os mesmos menores em PEU: Serra do Pará e Pedra do Martelo ambos, coincidente, com a mesma pontuação: 245 pontos.

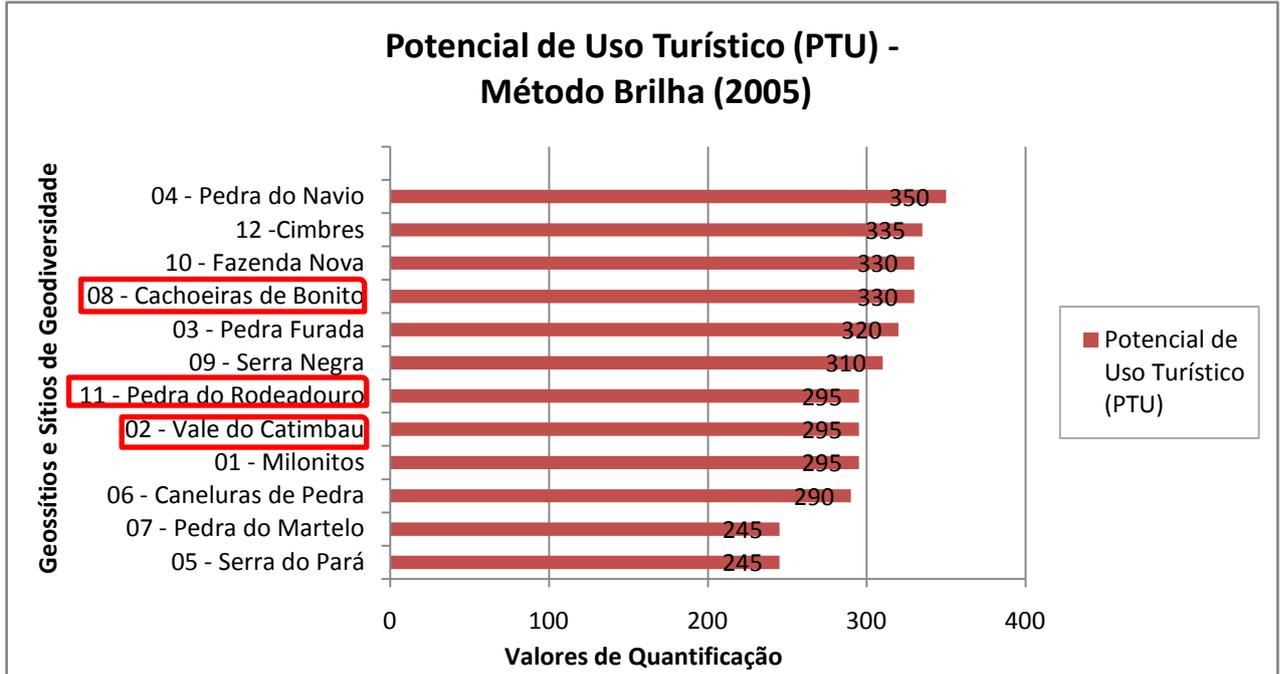


Figura 8.5: *Rankings* do Potencial de Uso Turístico (PTU) de geossítios (quadrado vermelho em destaque) e sítios de geodiversidade, segundo os critérios do método de Brilha (2015).

No que se refere ao “**Risco de Degradação**”, talvez um dos fatores mais relevantes para determinar a urgência de medidas de geoconservação para uma área de interesse geológico, a maioria (sete sítios de geodiversidade e um geossítio) foram classificados com nível **Moderado** (201-300) os demais (três sítios de geodiversidade e dois geossítios) com pontuação inferior a 200, o que denota **Baixo** risco de degradação. (Figura 8.6)

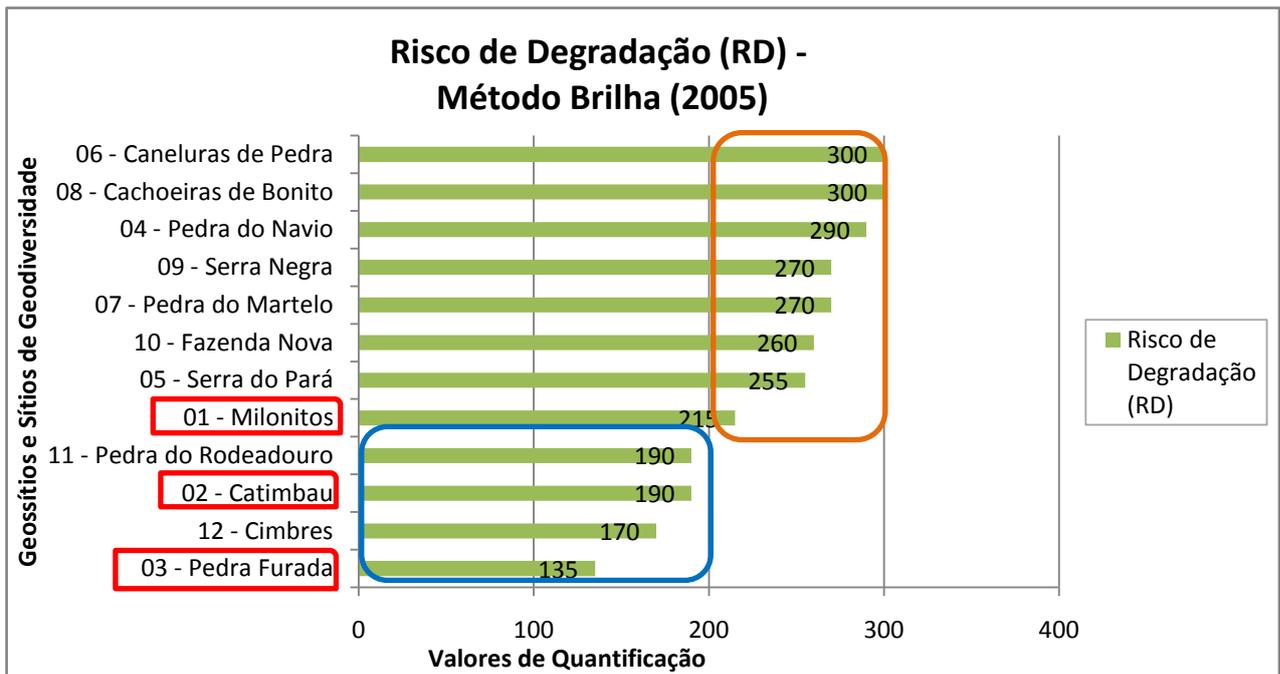


Figura 8.6: *Rankings* do Risco de Degradação (RD) de geossítios (quadrado vermelho em destaque) e sítios de geodiversidade, segundo os critérios do método de Brilha (2015). Onde: *Risco Baixo* (quadrado azul) e *Risco Moderado* (quadrado laranja).

A representação gráfica dos resultados de quantificação pelo método de Brilha (2015) também pode ser realizada de forma mais geral, separando as áreas de interesse em Geossítios e Sítios de Geodiversidade, conforme pode ser visualizado nas figuras 8.7 e 8.8.

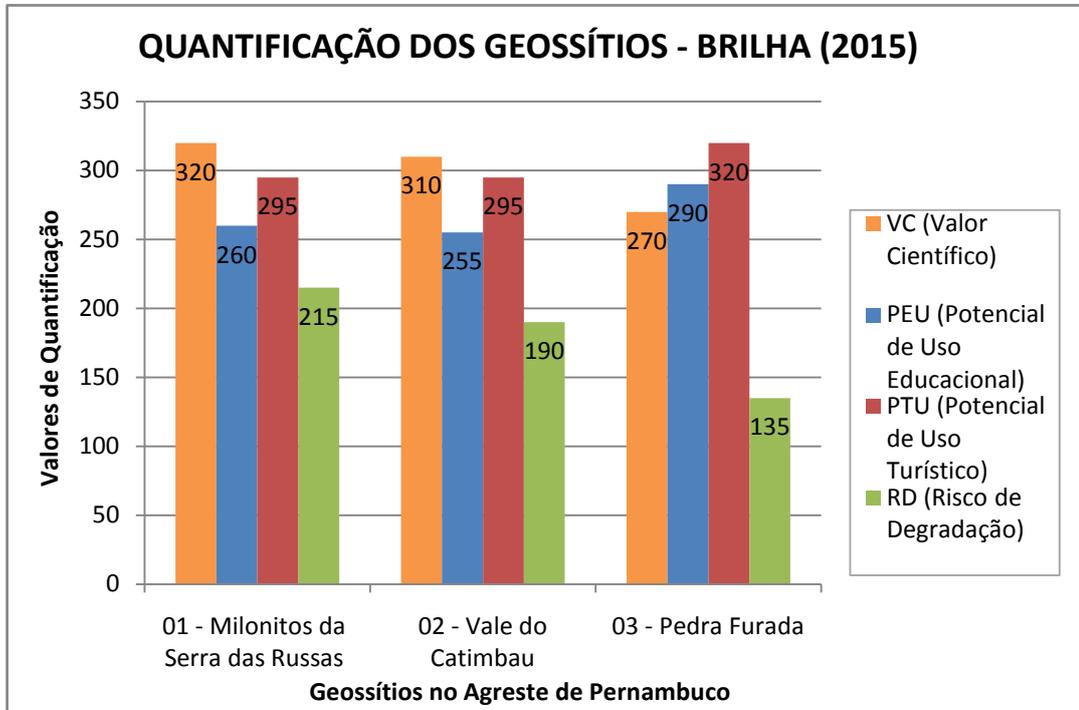


Figura 8.7: *Ranking* geral de quantificação dos geossítios no Agreste de Pernambuco utilizando o método proposto por Brilha (2015).

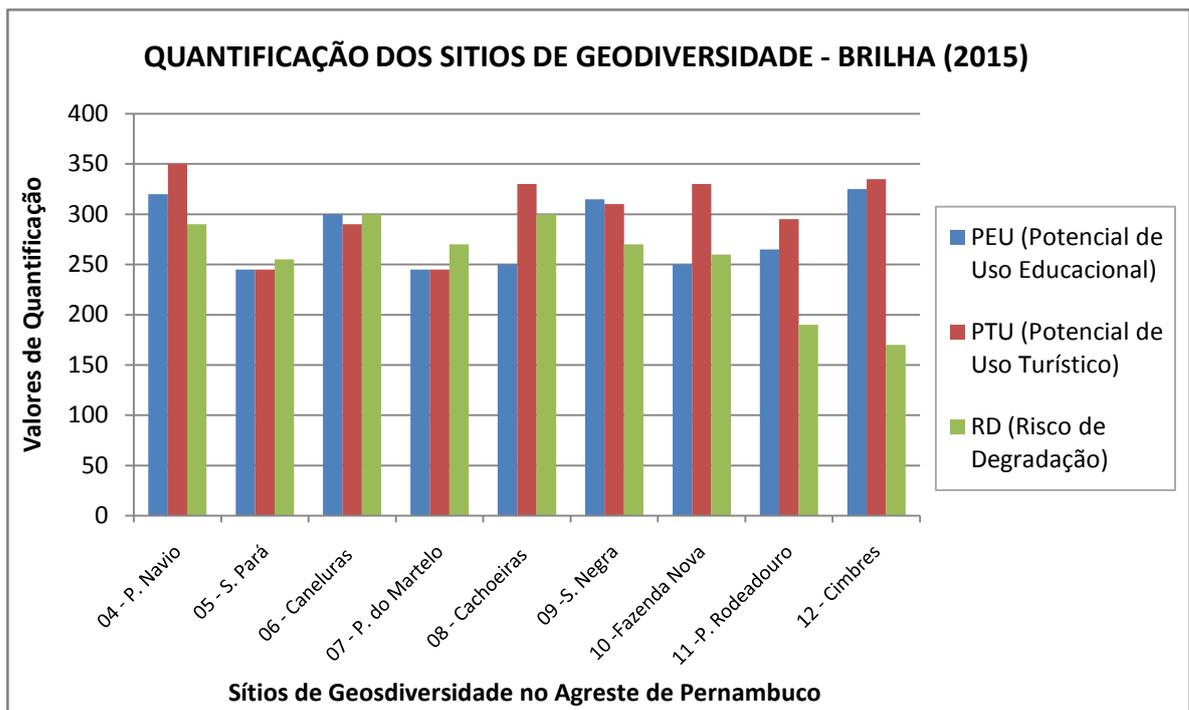


Figura 8.8: *Ranking* geral de quantificação dos sítios de geodiversidade no Agreste de Pernambuco utilizando o método proposto por Brilha (2015).

8.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO APLICADOS

8.2.1 MÉTODO BRILHA (2005)

O método de Brilha (2005) mostra-se uma ferramenta eficaz para a difícil tarefa de tentar atribuir valor a elementos da natureza com características tão distintas entre si. Uma das maiores dificuldades a serem vencidas por esse e por muitos métodos de quantificação é o desafio de superar a subjetividade de alguns critérios, a exemplo dos critérios A5, A7, A8, A9, B1, B2, B6, C6 (Anexo A) que podem variar bastante dependendo da percepção do pesquisador. Outros critérios, porém, poderiam ser descartados sem alterar o *ranking* final (ex.: C4, C5), o que pouparia tempo durante o preenchimento das tabelas e cálculos.

Outro fator que poderia ajudar na melhoria do método seriam algumas correções matemáticas, das quais podem ser destacadas: uniformização da quantidade de critérios por grupos, uma vez que a proporção $A(9) + B(7) + C(6)$, indiretamente, já torna o somatório uma média ponderada, onde o quesito “Valor Intrínseco” se destaca dos demais. A junção de todos os pontos de A, B e C em uma média aritmética (Valor de “Q”), apesar de mostrar bons resultados, pode também “maquiar” dados, atribuindo valores iguais para geossítios com características muito diferentes, caso eles apresentem pontuação muito baixa ou alta em categorias distintas, compensando outras. Por fim, acreditamos não haver necessidade da média ponderada, uma vez que não é ela – e sim um conjunto de critérios – que determina o caráter nacional e internacional dos geossítios. Além de não possuir validade estatística: $2A+B+1,5C/3 = 4,5/3$, quando tanto o dividendo quanto o divisor deveriam ser iguais.

8.2.2 MÉTODO PEREIRA (2010)

As críticas construtivas ao método se assemelham aquelas realizadas ao método de Brilha (2005), especialmente em relação às médias *versus* pré-requisitos paralelos para classificação. Outro fato a ser ainda testado é a aplicabilidade do método em outra área com ambientes litológicos diversos como é o caso do Agreste de Pernambuco *versus* outra área

com ambiente litológico uniforme, seja ele sedimentar ou não. O método de Pereira, embora apresente a possibilidade de determinar *rankings* com ênfase em critérios de categorias de análise distintas (científica, turística, etc), se diferencia do anterior principalmente quanto ao enfoque, pois prioriza critérios relacionados ao potencial turístico e o planejamento de uso/gestão (12 dos 20 critérios), o que se reflete mais claramente quando se observam os resultados do “valor de R”, mesmo com fórmula ponderada. Já no quesito “estatístico-matemático”, os cálculos apresentados por Pereira (2010) são totalmente válidos.

Entendendo que o objetivo comum entre os métodos de Brilha (2005) e Pereira (2010) consiste em criar *rankings* para determinar quais geossítios devem ser os alvos prioritários para medidas de geoconservação, foram considerados, respectivamente, os valores de “Q” e “R”, uma vez que estes *rankings* finais representam a síntese dos critérios elencados em cada um dos métodos e, posteriormente, construídos gráficos que mostram os resultados produzidos por esses métodos de quantificação (Figura 8.9).

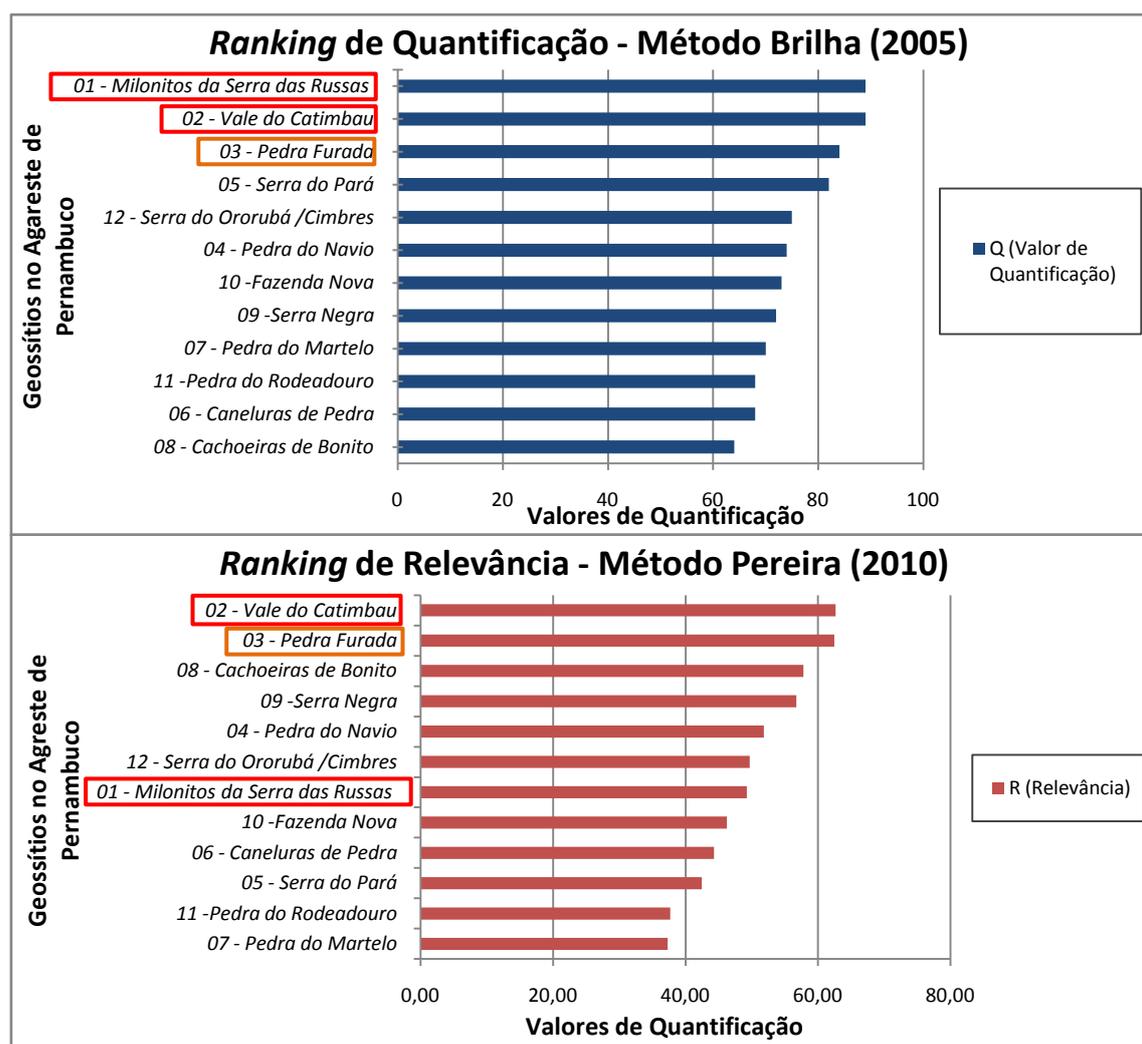


Figura 8.9: Gráficos de barras comparando os resultados dos *Rankings* de quantificação dos geossítios do Agreste de Pernambuco utilizando, respectivamente, os métodos de Brilha (2005) e Pereira (2010). Em comparação com o método de Brilha (2015): geossítios (vermelho) e sítios de geodiversidade (laranja).

Comparando os resultados dos gráficos, percebe-se nitidamente que o enfoque dos métodos de quantificação, ou seja, o número maior de critérios voltados para um objetivo/tema específico (Científico, Turístico) é fator determinante para direcionar a ordem de prioridade nos *rankings* gerados. Nesse caso, a média ponderada é realizada automaticamente (e implicitamente) durante preenchimento dos critérios, sem precisar novos cálculos. No método de Brilha (2005), tiveram maior pontuação os geossítios onde o caráter científico se destacava enquanto que no método de Pereira (2010), os geossítios com maior potencial para uso turístico se sobressaíram. Por exemplo, as “Cachoeiras de Bonito”, que ficaram em último lugar (12º) primeira quantificação, subiram para terceiro na segunda. A situação também se inverte no que se refere ao geossítio “Milonitos da Serra das Russas”, que foi considerado o de maior valor e o único com relevância internacional (tabela 8.1) na quantificação utilizando Brilha (2005) e ficou em 7ª colocação no método de Pereira (2010). Os dois métodos coincidem no destaque do Vale do Catimbau e da Pedra furada entre as três maiores pontuações – justamente os geossítios de alto valor científico que possuem também algum tipo de uso turístico já instalado, com ou sem infraestrutura adequada.

8.2.3 MÉTODO BRILHA (2015)

Diferente das propostas anteriores acredita-se que o ponto mais importante do método Brilha (2015) seja a maior facilidade de interpretação dos resultados, contribuindo para que as informações sejam analisadas em conjunto e individualmente. Por exemplo, um geossítios pode ter um grande valor científico e um baixo valor turístico, mesmo assim, dependendo dos objetivos do inventário e da relevância do mesmo, pode se tornar prioritário para a geoconservação, em detrimento de outros com apelo turístico mais elevado.

Essa análise mais detalhada, levando em conta diferentes parâmetros (VC, PEU, PTU e RD), tende a evitar as generalizações/reduções de todos os valores em médias simples, sem a devida ponderação (análise esta tão comum em métodos anteriores) e torna-se mais eficiente para o planejamento estratégico do uso e manejo dessas áreas, definindo quais serão as prioritárias para diferentes tipos de atividades, conforme suas particularidades. Assim, pode-se tornar mais claro também o diálogo entre geocientistas e representantes do Poder Público

e/ou entidades privadas, no intuito de adequar objetivos e interesses de modo a buscar financiamento para implantar estratégias de geoconservação adequadas.

No que diz respeito a esta pesquisa, particularmente, o surgimento do método Brilha (2015) tornou-se um verdadeiro “divisor de águas”, uma vez que permitiu a inserção de mais quatro áreas de interesse geológico dentro do universo de estudo. Essas áreas, antes consideradas possíveis geossítios, que antes foram descartadas da amostra, pois apresentavam valor cultural e turístico que se sobressaía demais ao valor científico, puderam ser readmitidas ao grupo, como “sítios de geodiversidade” e agora possuem mecanismos mais específicos para análise. No quadro 8.2, estão representadas as 12 áreas selecionadas (03 geossítios e 09 sítios de geodiversidade) no Agreste de Pernambuco, onde se pode visualizar e perceber as variações das suas respectivas posições nos *rankings* de prioridade, conforme cada uma das quatro categorias de análise. Nesta análise, também foram respeitados os “empates” de posicionamento dos geossítios e sítios de geodiversidade nos *rankings*.

QUADRO 8.2: PRIORIDADES DE AÇÕES, CONFORME CRITÉRIOS DE BRILHA (2015) NO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO AGRESTE DE PERNAMBUCO												
CATEGORIAS DE ANÁLISE (GRUPOS DE CRITÉRIOS)	Geossítios e Sítios de Geodiversidade - Agreste de Pernambuco											
	01 – Milonitos	02 – Catimbau	03 – P. Furada	04 – P. Navio	05 – S. do Pará	06 – Caneluras	07 – P. Martelo	08 – Cachoeiras de Bonito	09 – S. Negra	10 – Fazenda Nova	11. Rodeadouro	12 - Cimbres
Valor Científico (VC)	1°	2°	3°	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Potencial de Uso Educacional (PEU)	7°	8°	5°	2°	10°	4°	10°	9°	3°	9°	6°	1°
Potencial de Uso Turístico (PTU)	6°	6°	4°	1°	8°	7°	8°	3°	5°	3°	6°	2°
Risco de Degradação (RD)	6°	7°	9°	2°	5°	1°	3°	1°	3°	4°	7°	8°

Ao observarmos, no quadro 8.2, os resultados da posição no *ranking* de quantificação para a amostra selecionada utilizando a metodologia de Brilha (2015), percebe-se que, especialmente no que se diz respeito aos critérios de uso Educacional (PEU) e Uso Turístico (PTU), aqueles que obtêm uma melhor pontuação costumam ser os que já possuem certa infraestrutura implantada e maior facilidade de acesso, a exemplo de Cimbres e da Pedra do Navio. Outros, com comprovado potencial científico, como o Vale do Catimbau e os Milonitos, alcançam pontuações menores nesse quesito, pois compreendem áreas ou mais extensas (no caso do Catimbau) ou sem nenhum aparato para uso turístico, como os milonitos.

De forma geral, o método 2015 tornou mais abrangente a avaliação do patrimônio geológico, abrindo um leque maior de possibilidades para o uso sustentável e geoconservação das áreas de interesse geológico e geomorfológico. Algumas críticas, porém, são feitas em relação ao fato do mesmo repetir alguns critérios já utilizados em metodologias anteriores e que, por serem mais subjetivos ou muito complexos, podem alterar e muito a pontuação final das áreas quantificadas. Como exemplos podem ser citados os critérios: **Conhecimento Científico** (*publicações*) - uma área pode ter um excelente valor científico, mas receber pontuação baixa por não ser ainda objeto de estudo de nenhuma publicação de maior impacto; e **Beleza Cênica**, cuja avaliação é baseada no nível de abrangência da campanha turística que se faz da referida área. A questão se complica quando se considera a internet como meio de divulgação e como caracterizar o nível de abrangência da mesma. Outro ponto a ser sugerido, poderia ser a escolha de uma nova denominação para “**sítios de geodiversidade**”, de modo a diferenciá-los melhor da nomenclatura dos geossítios.

8.3 PROPOSTAS DE NOVOS MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO

Diante da análise minuciosa de todos os métodos de quantificação testados nos geossítios do Agreste de Pernambuco, tomamos a liberdade de fazer algumas novas sugestões e adaptações em alguns métodos selecionados, de modo a tentar simplificar o trabalho de criação de *rankings* de prioridade entre áreas de interesse geológico.

Desta forma, foram **propostos dois novos modelos de quantificação**: o primeiro consiste em uma **simplificação do método de Brilha** (2005), reduzindo seus 22 critérios a apenas sete sem prejuízos aos resultados do *ranking* gerado e, a segunda, uma nova proposição com base na **quantificação direta através das fichas de inventário** desenvolvidas para os trabalhos de campo desta tese.

O **método Brilha (2015)** é mais recente e a princípio, seria muito precipitado já sugerir alterações. Mesmo assim, também testamos a redução e recálculo de alguns dos valores para testar se há mudanças significativas nos resultados finais dos *rankings*. A seguir, as adaptações e novas propostas serão apresentadas e descritas com maiores detalhes:

8.3.1 ADAPTAÇÃO E SIMPLIFICAÇÃO DO MÉTODO BRILHA (2005)

Para determinar uma eficaz simplificação de um método tradicional e utilizado mundialmente para fins de quantificação, como é o método de Brilha (2005), primeiramente foi necessário aplicar o método na área de estudos desta tese e, a partir dos resultados, avaliar quais os critérios que foram mais importantes para determinar a posição dos geossítios no *ranking* de quantificação (“Q”). Nesse quesito, princípios básicos matemáticos ajudaram bastante na análise e o primeiro ponto a ser avaliado foi a validade dos cálculos.

O método tradicional de Brilha trabalha com uma média simples para a definição do valor final dos geossítios $(A+B+C/3)$, porém, indiretamente, essa média é ponderada, uma vez que a proporção de critérios é, respectivamente $(9+7+6)$, o que nos faz perceber que o quesito “Valor Intrínseco” é o mais decisivo para a colocação no *ranking*, seguido dos demais.

A partir daí, surgiu a questão: “*Mas dentro dos três grupos analisados, quais os critérios seriam decisivos para a definição do Ranking?*”. Então, começamos os testes, excluindo primeiramente os critérios que não poderiam ser “ambíguos”, ou seja, que funcionam bem para a realidade europeia, mas que não se aplicariam com o mesmo sucesso ao Brasil, por exemplo: A2, B5 e C4, sendo assim, na primeira redução foram eliminados sete critérios, chegando ao número final de 15, divididos igualmente entre as três categorias: A1, A3, A4, A6, A9; B1, B2, B4, B6, B7; C1, C2, C3, C5, C6. (Anexo A).

Acreditando que ainda poderia ser possível fazer reduções maiores, sem prejuízo aos resultados finais, voltou-se a analisar o que diferenciava dos demais os geossítios que obtinham maiores pontuações. No teste realizado com a quantificação da amostra de geossítios do Agreste de Pernambuco, percebeu-se que no método de Brilha (2005), diferente do que ocorria na quantificação de Pereira (2010), o geossítio de maior pontuação enquadrou-se na categoria de “Relevância Internacional” e a segunda e terceira colocação, na categoria de “Relevância Nacional” (Tabela 8.1). Então, surgiram novos questionamentos: “*O que determina que um geossítio seja classificado como de relevância nacional ou internacional?*”

Partindo desse ponto, foi observado que método de Brilha diferencia geossítios de caráter regional *versus* nacional/internacional, utilizando médias específicas: simples para o primeiro caso e ponderada para o segundo. A média ponderada proposta para os geossítios

nacionais e internacionais é a seguinte $2A+B+1,5C/3$. Acreditamos que o uso dessa média não interfere em nada nesta classificação, uma vez que, primeiramente, ela necessita de uma correção matemática, pois $4,5/3$ não é uma média ponderada válida, pois teria que ter divisores e dividendos equivalentes: $4,5/4,5$ ou $3/3$. Utilizando média simples ou média ponderada, a ordem do *ranking* dos geossítios quantificados pelo método de Brilha não muda, fato esse que pode ser devido a ponderação indireta, pois o número de critérios relacionados ao valor intrínseco é a maior, configurando-se 9 dos 22 totais .

Então, sabendo que não são as médias que determinam a relevância nacional e internacional no método de Brilha, partimos para o segundo mecanismo que o autor propõe para análise do conjunto de geossítios: grupos de “pré-requisitos” de pontuação dentro de determinados critérios. Para que um geossítios seja considerado de relevância nacional, precisa estar inserido dentro de sete critérios com um número mínimo de pontuação para cada um desses e, para ser considerado de relevância internacional, o número de critérios é menor (6), mas as exigências de pontuação mínima nos mesmos são maiores. (Quadro 8.3)

QUADRO 8.3: SELEÇÃO DOS CRITÉRIOS DETERMINANTES PARA A CLASSIFICAÇÃO DOS GEOSSÍTIOS SEGUNDO A QUANTIFICAÇÃO DE BILHA (2005)			
<ul style="list-style-type: none"> • Geossítios de Relevância Nacional: $2A + B + 1,5C / 3$ (Onde: A1, A6, A9, B1, B2 simultaneamente maior ou igual a 3 e A3 maior ou igual a A4) • Geossítios de Relevância Internacional: $2A + B + 1,5C / 3$ (Onde: A1, A3, A9 simultaneamente maior ou igual a 4 e A6, B1 e B2 igual a 5) 			
Crítérios Determinantes da Relevância Nacional	Crítérios Determinantes da Relevância Internacional	Intersecção dos Crítérios Determinantes a Relevância Nacional e Internacional	Pontuação para cada um dos Crítérios Determinantes (Relevância Nacional e Internacional)
<ul style="list-style-type: none"> • A1 • A6 • A9 • B1 • B2 • A3 • A4 	<ul style="list-style-type: none"> • A1 • A3 • A9 • A6 • B1 • B2 	<ul style="list-style-type: none"> • A1 • A3 • A4 • A6 • A9 • B1 • B2 	<ul style="list-style-type: none"> • Raridade (1 a 5) • Publicações (1 a 5) • Ilustração (1, 3 e 5) • Local-Tipo (1, 3 e 5) • Conservação (1 a 5) • Atividades (1, 3 e 5) • Observação (1, 3 e 5)

Observando o quadro 8.3, percebemos que o que determina de fato a classificação dos geossítios no *ranking* é sua adequação aos pré-requisitos determinados para cada caso e que as médias não interferem nesse resultado, podendo inclusive, ser descartadas sem prejuízos. Desta forma, os critérios condicionantes foram separados em dois conjuntos (Relevância

Nacional x Relevância Internacional) que posteriormente foram submetidos à intersecção dos dados, o que resultou em sete critérios que seriam suficientes para quantificar tanto os geossítios de maior relevância quanto os demais. Então, foram realizados novos testes, descartando outros oito critérios dos 15. Os resultados podem ser vistos na Tabela 8.3.

De acordo com a quantificação que chamamos de **Método de Brilha Simplificado**, utilizando os mesmos geossítios e apenas sete dos 22 critérios propostos pelo método tradicional de Brilha (2015), percebemos que a posição dos mesmos no *ranking*, com os Milonitos da Serra das Russas com maior pontuação e o Vale do Catimbau e a Pedra Furada, respectivamente, como o segundo e terceiro lugares se mantém. (Tabela 8.4) Notas-se que a redução dos critérios prioriza apenas os grupos A e B do método tradicional, justamente coincidindo com a “ponderação indireta” já existente no método, o que prova a desnecessidade de cálculos de médias ponderadas posteriores. Na Figura 8.10, pode ser vista uma comparação dos *rankings* entre o método de Brilha (2005) e o método de Brilha Simplificado. A coincidência é de quase 100%. As únicas divergências ocorrem entre os geossítios intermediários: “Serra do Pará”, “Pedra do Martelo” e “Serra Negra”.

TABELA 8.4: PROPOSTA DE SIMPLIFICAÇÃO DO MÉTODO DE QUANTIFICAÇÃO DE BRILHA (2005)																
Critérios De Quantificação Método Brilha (2005) Simplificado	Pontuação	Valor Mínimo	Valor Máximo	GEOSSÍTIOS SELECIONADOS NO AGRESTE DE PERNAMBUCO												
				01 -Milonitos da Serra das Russas	02 - Vale Catimbau	03 - Pedra Furada	04 - Pedra do Navio	05 -Serra do Pará	06-Caneluras de Pedra	07 - P. do Martelo	08 -Cachoeiras de Bonito	09 -Serra Negra	10 -Fazenda Nova	11 -Pedra Rodeadouro	12 - S. do Ororubá/Cimbres	
A	Valor Intrínseco															
A1	Raridade	1 a 5	-	-	5	5	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4
A3	Publicações	1a 5	-	-	5	5	4	4	2	2	1	3	2	2	2	2
A4	Ilustração	1, 3, 5	-	-	5	5	5	3	3	3	3	3	3	5	2	2
A6	Local-Tipo	1, 3, 5	-	-	5	5	5	3	3	1	1	1	1	3	1	1
A9	Conservação	1 a 5	-	-	4	3	3	3	4	3	5	3	3	3	4	3
Valores de A			5	25	24	23	22	17	15	13	14	14	13	17	13	12
B	Uso Potencial															
B1	Atividades	1, 3, 5	-	-	5	5	5	5	5	3	3	3	3	5	3	1
B2	Observação	1, 3, 5	-	-	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5
Valores de B			2	10	10	10	10	10	10	8	8	6	8	10	8	6
Valores de "QS" (Quantificação Simplificada)			7	35	34	33	32	27	25	21	22	20	21	27	21	18

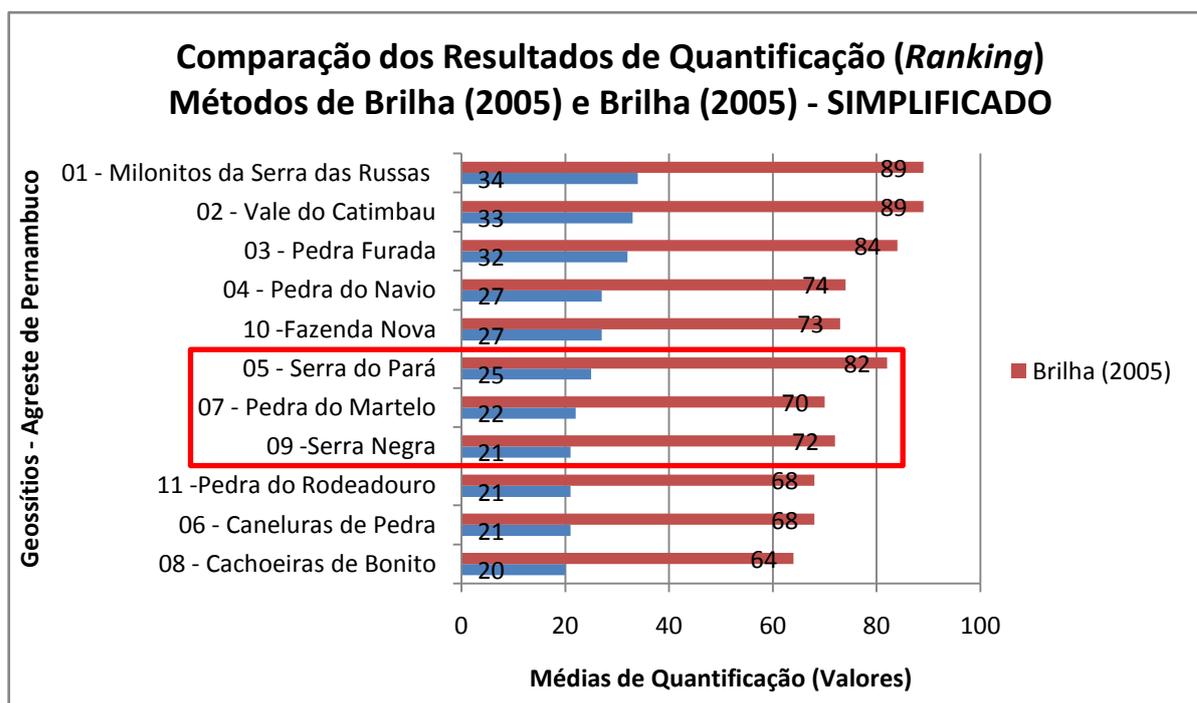


Figura 8.10: Gráficos de barras comparando os resultados dos *Rankings* de quantificação dos geossítios do Agreste de Pernambuco utilizando os métodos de Brilha (2005) e Brilha (Simplificado). Destaque, em vermelho, para as únicas divergências de posicionamento dos geossítios nos *rankings*.

8.3.2 SUGESTÃO DE NOVO MÉTODO COM BASE NAS FICHAS DE INVENTÁRIO DA TESE

Em trabalhos de campo anteriores, especialmente os campos das cachoeiras de Bonito realizados ainda durante o mestrado, foram utilizadas fichas de inventário desenvolvidas pelo ProGEO, desenvolvidas para serem aplicadas em geossítios dentro da realidade europeia. Para serem utilizados no semiárido nordestino brasileiro, as fichas do ProGEO foram adaptadas e resumidas (exclui-se a parte de ambiente sedimentar – que não ocorria em Bonito) e, mesmo assim, ainda restaram 14 páginas de ficha de inventário.

Na prática, a dificuldade e o tempo despendido para em preencher uma ficha tão cheia de detalhes e tão extensa diante de cada potencial geossítio, logo fez com que a mesma fosse substituída pelo método tradicional da caderneta de campo, que no final do dia era passada a limpo e transposta para as fichas de inventário. Outra questão que também inviabilizou um pouco o uso das fichas europeias no semiárido foi que as mesmas não mais direcionadas para a organização de informações – para a descrição do geossítio – do que para a quantificação. Desta forma, no caso do Agreste, inventariar e quantificar tornou-se tarefas distintas.

De modo a tentar otimizar o tempo de trabalho de inventário, fazendo com que o mesmo possa ser realizado em menos tempo, porém, sem perder a qualidade das informações, foi desenvolvida uma ficha de inventário – resumida em uma página de A4 e que direcionaria automaticamente para a quantificação dos geossítios. Para tal, foram elencados 20 critérios, divididos igualmente em duas categorias: **Potencial Geológico (Científico/Educacional) – PG e Potencial de Uso de Gestão – PU.** (Apêndice “A”). Os critérios escolhidos foram baseados nos métodos propostos por Brilha (2005) e Pereira (2010) e foram uniformizados, de modo a que cada um desses pudesse ser pontuado com 1, 2 ou 3 pontos, equilibrando matematicamente e evitando ponderações indiretas (Apêndice “B”).

A escolha de dois grupos, diferente dos três do método Brilha (2005) e dos quatro do método de Pereira (2010), partiu do pressuposto que para designar a necessidade de geoconservação de um geossítio, precisam ser respondidas duas perguntas: “*Qual sua importância geológica?*” x “*Quais as possibilidades de uso sustentável dessa área?*”. Esses dois eixos também facilitariam o cruzamento de dados em planos cartesianos, o que poderia gerar uma nova ferramenta para classificação dos dados. Os resultados da quantificação dos geossítios através da ficha de inventário estão descritos na Tabela 8.5. O *ranking* gerado a partir dos desta mesma tabela pode ser visualizado no gráfico a seguir (Figura 8.11).

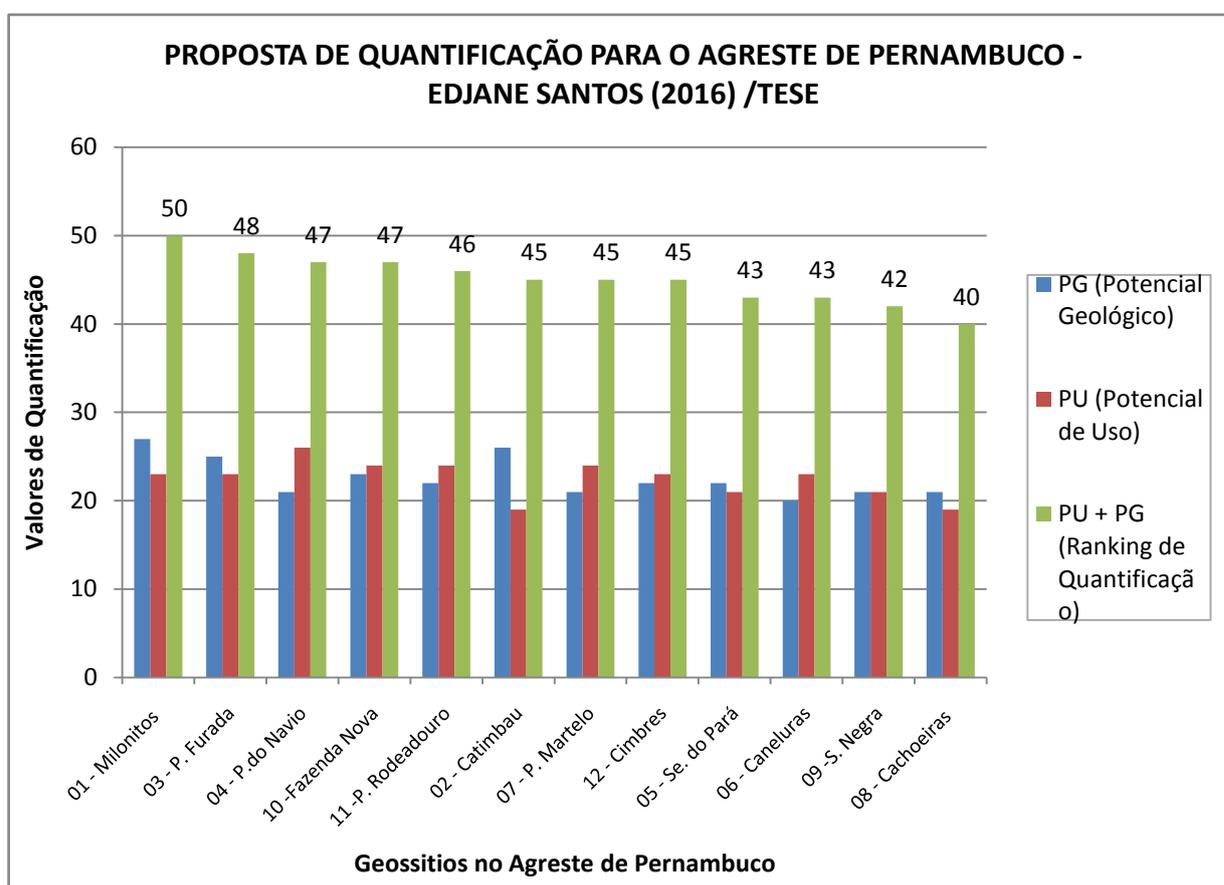


Figura 8.11: *Rankings* de quantificação dos geossítios (e sítios de geodiversidade) no Agreste utilizando as Fichas de Inventário desenvolvidas para a área de estudos desta tese.

TABELA 8.5: PROPOSTA DE METODOLOGIA DE QUANTIFICAÇÃO SIMULTÂNEA POR CRITÉRIOS UTILIZADOS NAS FICHAS DE INVENTÁRIO - TESE (SANTOS, 2016)															
Potencial Geológico (Científico/Educacional) - PG															
Critérios		Mínimo de Pontos	Máximo de Pontos	01 - Milonitos da S. Russas	02 - Vale do Catimbau	03 - Pedra Furada	04 - Pedra do Navio	05 - Serra do Pará	06 - Caneluras do Lajeado de Pedra	07 - Pedra do Martelo	08 - Cachoeiras de Bonito	09 - Serra Negra	10 - Fazenda Nova	11 - Pedra do Rodeadouro	12 - Serra do Ororubá /Cimbres
1	Raridade	1	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2
2	Visibilidade	1	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3
3	Local-Tipo	1	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	2	1	1
4	Diversidade de Elementos	1	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	1	1
5	Temáticas de Interesse	1	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
6	Valores Associados	1	3	2	3	3	2	3	2	2	3	2	2	3	3
7	Integridade do Local	1	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3
8	Fragilidade Natural	1	3	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
9	Coleta de Amostras	1	3	3	2	2	1	2	2	2	2	2	3	3	2
10	Conhecimento Científico	1	3	3	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2
Valores de "PG"		10	30	27	26	25	21	22	20	21	21	21	23	22	22
Potencial de Uso de Gestão - PU															
Critérios		Mínimo de Pontos	Máximo de Pontos	01 - Milonitos da S. Russas	02 - Vale do Catimbau	03 - Pedra Furada	04 - Pedra do Navio	05 - Serra do Pará	06 - Caneluras do Lajeado de Pedra	07 - Pedra do Martelo	08 - Cachoeiras de Bonito	09 - Serra Negra	10 - Fazenda Nova	11 - Pedra do Rodeadouro	12 - Serra do Ororubá /Cimbres
1	Acessibilidade	1	3	3	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	3
2	Propriedade	1	3	3	3	3	3	1	3	2	1	1	1	2	2
3	Dimensão/Área	1	3	2	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1
4	Infraestrutura Local	1	3	1	2	2	2	1	2	1	3	3	3	2	3
5	Unidade De Conservação	1	3	3	1	3	3	3	3	3	2	2	3	3	1
6	Uso Atual da Área	1	3	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1
7	Público em Potencial	1	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8	Povoamento Próximo	1	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3
9	Indicadores de Degradação	1	3	2	1	1	2	2	2	3	1	2	3	3	3
10	Ameaças Futuras	1	3	2	1	3	2	3	2	3	2	2	2	3	3
Valores de "PU"		10	30	23	19	23	26	21	23	24	19	21	24	24	23
Potencial Geossítio (Necessidade de Proteção) Total: "PG" + "PU"		20	60	50	45	48	47	43	43	45	40	42	47	46	45

Observando a disposição dos resultados na figura 8.10, nota-se que a proposta de método de quantificação utilizando as fichas de inventário, talvez pelo fato de não priorizar nenhum dos critérios com ponderações implícitas (mesmo peso e possibilidades de pontuação para todos os critérios), acabou que obteve algumas características semelhantes aos métodos testados anteriormente: Brilha (2005), Pereira (2010) e Brilha (2015).

Os geossítios “Milonitos da Serra das Russas” e “Pedra Furada” (com valor científico - BRILHA, 2015) encontram-se no topo das prioridades de geoconservação da mesma forma que ocorreu com os demais métodos testados. Quanto às demais colocações, a tendência foi uma “mescla de resultados”, sendo alguns semelhantes a métodos que enfatizam o caráter científico e outros aos que priorizam critérios relacionados ao uso e gestão da área.

8.3.3 SIMPLIFICAÇÃO E ADAPTAÇÃO DO MÉTODO BRILHA (2015)

O método proposto por Brilha (2015) surgiu para tentar corrigir alguns dos principais problemas antes encontrados nos métodos de quantificação. Dentre as principais contribuições, encontra-se uma análise mais personalizada com a definição de grupos de critérios diferentes para quantificar geossítios e/ou sítio de geodiversidade e menos generalizada, eliminando as médias finais que unificavam critérios distintos.

Por se tratar de uma proposta muito recente, em fase de exploração, uma vez que o próprio artigo traz somente a explicação do método, sem a aplicação prática em nenhuma área-piloto para discussão de resultados, acreditamos que ainda não houve tempo suficiente para identificar pontos a serem melhorados na proposta original. Entretanto, para fins de testes, foram realizados alguns experimentos baseados no método Brilha (2015), os quais partiram, principalmente, na tentativa de simplificação, reduzindo critérios menos relevantes para a definição dos *rankings* dentro de cada uma das quatro categorias de análise propostas.

Após várias tentativas, foi possível eliminar 17 critérios e chegar a um número final de 20 critérios, considerados menos relevantes para a definição das posições no ranking final. Esses critérios restantes foram aplicados na mesma amostra de geossítios e sítios de geodiversidade no Agreste de Pernambuco e não geraram significativas alterações na colocação no *ranking* se comparados ao método realizado com todos os 37 critérios originais

(tabela 8.3). No total, foram aproveitados critérios nas seguintes proporções: VC (5/7), PEU (6/12), PTU (6/13) e RD (3/5), conforme pode ser visualizado na tabela 8.6.

As regras para a eliminação dos critérios levou em conta as seguintes condições: 1º) aqueles cuja proporção (peso) era menor, conforme a definição original: deste modo, critérios que representavam apenas 5% em cada categoria eram eliminados automaticamente; 2º) critérios mais subjetivos e/ou que acabavam por equivaler a outros semelhantes na mesma categoria. Por exemplo: o critério “singularidade” foi eliminado do “PTU”, uma vez que acreditamos que o fato de ser único na região não se torna fator determinante para o uso turístico do mesmo e a ausência deste critério pode ser suprida por uma fusão de outros critérios mantidos, como “beleza cênica” e “potencial interpretativo”. Achamos por bem, esta fase experimental, também eliminar a classificação das categorias para o “RD” (Baixo, Moderado e Alto), mantendo apenas a numeração. Os resultados da quantificação com a redução – em caráter experimental, ressaltamos – do método proposto por Brilha (2015), podem ser visualizados na tabela 8.6 e também no gráfico da figura 8.12.

TABELA 8.6: QUANTIFICAÇÃO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO AGRESTE DE PERNAMBUCO – MÉODO BRILHA (2015) SIMPLIFICADO												
Critérios	Geossítios			Sítios de Geodiversidade								
	01 - Milonitos	02 - Catimbau	03 - P. Furada	04 - P. Navio	05 - S. Pará	06 - Caneluras Pedra	07 - P. Martelo	08 - Cach. Bonito	09 - S. Negra	10 - F. Nova	11 - P. Rodeadouro	12 - Cimbres
Valor Científico												
A) Representatividade (30%)	120	120	120	---	---	---	---	---	---	---	---	---
B) Local-tipo (20%)	40	40	20	---	---	---	---	---	---	---	---	---
D) Integridade (15%)	30	30	30	---	---	---	---	---	---	---	---	---
F) Raridade (15%)	60	60	60	---	---	---	---	---	---	---	---	---
G) Limitações de uso (10%)	40	20	20	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Valor Científico (VC)	290	270	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor Educacional												
A) Vulnerabilidade (10%)	30	20	30	20	30	30	20	30	30	20	40	40
B) Acessibilidade (10%)	40	10	20	40	10	40	30	30	40	40	30	30
D) Segurança (10%)	20	20	30	40	10	40	20	40	40	20	20	30
J) Observação (10%)	40	40	40	40	20	40	30	30	20	40	30	40
K) Didática (20%)	20	40	60	80	60	80	80	20	80	20	60	80
L) Diversidade (10%)	40	40	30	20	40	20	20	20	20	20	20	20
Potencial de Uso Educacional (PEU)	190	170	210	240	170	250	200	170	230	160	200	240
Valor Turístico												
A) Vulnerabilidade (10%)	30	20	30	20	30	30	20	30	30	20	40	40
B) Acessibilidade (10%)	40	10	20	40	10	40	30	30	40	40	30	30
D) Segurança (10%)	20	20	30	40	10	40	20	40	40	20	20	30
H) Beleza Cênica (15%)	0	45	30	30	15	0	0	30	10	60	15	15
J) Observação (20%)	80	80	80	80	40	80	60	60	40	80	60	80
K) Interpretação (10%)	10	30	20	30	40	30	40	40	40	10	40	40
Potencial de Uso Turístico (PTU)	180	205	210	240	145	220	170	230	200	230	205	235
Risco de Degradação												
A) Deterioração (35%)	35	105	35	70	70	70	105	105	70	70	35	35
C) Proteção Legal (20%)	80	20	20	80	80	80	60	60	80	80	80	60
D) Acessibilidade (15%)	60	15	30	60	15	60	45	45	60	60	45	45
Risco de Degradação (RD)	175	140	85	210	165	210	210	210	210	210	160	140

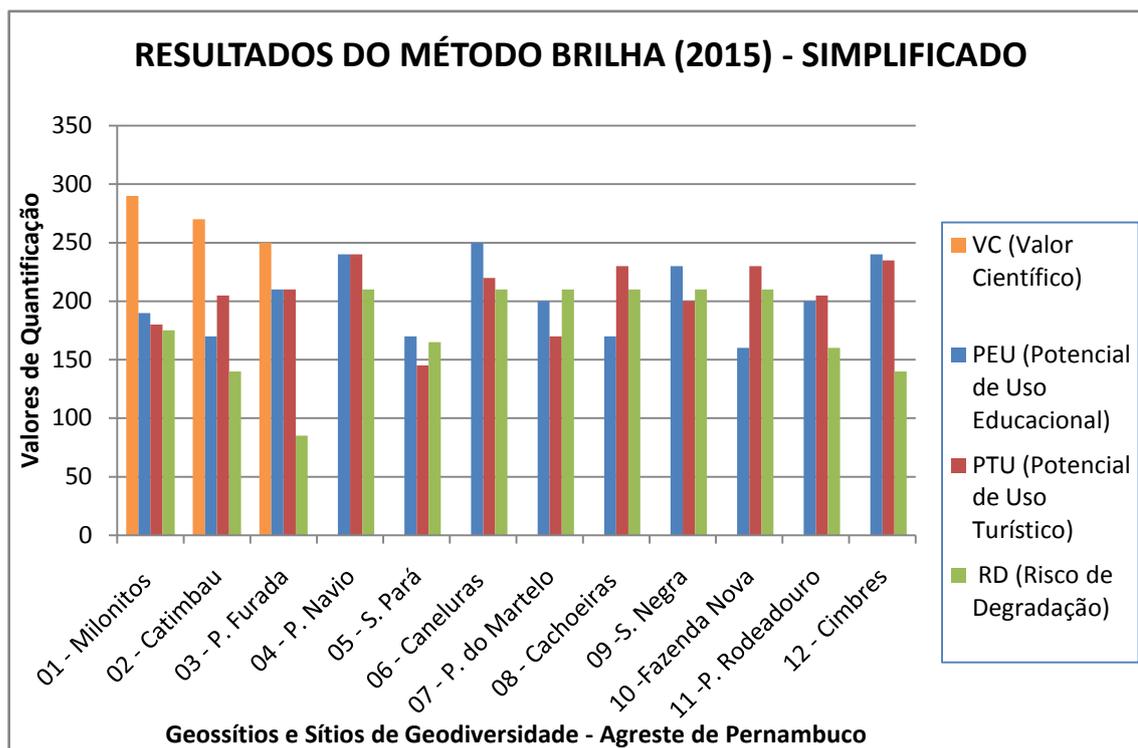


Figura 8.12: *Rankings* de quantificação dos geossítios (e sítios de geodiversidade) no Agreste de Pernambuco, utilizando uma simplificação – em caráter experimental – do método proposto por Brilha (2015).

Observando-se os resultados na figura 8.12, percebe-se que os geossítios seguiram a mesma tendência tanto no método simplificado quanto no Brilha (2015) original (figura 8.7). Nos sítios de geodiversidade, embora não tenha sido tão semelhante quanto os geossítios, houve poucas variações de posicionamento do *ranking*, em relação ao original (figura 8.8). Desta forma acreditamos que, a princípio, a redução/simplificação do método apresentou resultados positivos, porém, ainda necessita de ajustes, como uma avaliação mais profunda da relevância de cada critério dentro das categorias de análise, assim como a necessidade da sua aplicação em outras amostras para que consigamos obter resultados mais confiáveis.

Um fato que cabe destacar, durante os testes para a simplificação do método proposto por Brilha (2015) foram as tentativas de recalcular, ou seja, tentar redistribuir os percentuais dos critérios eliminados entre os restantes, alterando assim as proporções originais definidas pelo autor em cada uma das quatro categorias de análise. Após algumas tentativas que não foram bem-sucedidas (os resultados divergiam muito da quantificação original e tornavam-se confusos), achamos por bem manter os percentuais (“pesos”) originais e calculamos da mesma forma que fizemos na tabela 8.3: multiplicando o valor atribuído pelo número percentual que o mesmo representa dentro da categoria (VC, PEU, PTU, RD). No caso da simplificação/redução, evitamos fazer arredondamentos e redefinições para 100%.

Para a quantificação da amostra de 12 (doze) geossítios e/ou sítios de geodiversidade selecionados no Agreste de Pernambuco foram, ao todo, **aplicados seis métodos de quantificação diferentes**, sendo **que três deles (BRILHA 2005 e 2015; PEREIRA, 2010) foram utilizados conforme as propostas originais dos autores, sem alterações; dois deles (BRILHA, 2005 e 2015) sofreram alterações (adaptações/simplificações)** de modo a entender quais eram os critérios mais relevantes para a definição do ranking final e acabaram por se tornar “novos” métodos e, por fim, **também foi desenvolvida uma proposta nova baseada em fichas de inventario também inéditas criadas para a área de estudos desta tese**, cuja principal vantagem é o fato de que pode ser facilmente realizada ainda em campo, simultaneamente ao trabalho de inventário, gerando um *pré-ranking* ainda *in locus*.

A definição dessas “áreas prioritárias”, representadas através de *rankings* de quantificação é ferramenta essencial para o planejamento estratégico para medidas de geoconservação, uso e manejo. Um comparativo das coincidências e discordâncias das posições dos *rankings* entre todos os métodos utilizados na quantificação dos geossítios desta tese submetidos aos seis métodos de quantificação pode ser visualizado na tabela 8.7.

Tanto nos métodos de Brilha (2005) e Pereira (2010), quanto nas propostas 1 e 2 desta tese, respectivamente, Brilha (2005-Simplificado) e Quantificação por Fichas de Inventário, apresentam pelo menos dois dos três geossítios selecionados entre as três primeiras posições no *rankings*. E destes, o de maior valor científico conforme a amostra (segundo o método de Brilha, 2015), só não está entre os primeiros colocados no método de Pereira (2010), ocupando, nesse caso, a 7ª posição. Esse fator pode ser justificado pela quantidade de critérios mais voltados para uso e gestão utilizados neste método e também pelo fato de utilizarmos como base de criação do *ranking*, a média geral do Ranking de Relevância (RR) e não as demais diferentes combinações de enfoques/fórmulas existentes nessa metodologia.

Entre as simplificações propostas em Brilha (2005 e 2015) existe alguma variação entre a posição das amostras nos *rankings* originais e simplificados, mas ocorrem geralmente permutas entre pontuações próximas. Dentre todos os métodos testados, Brilha (2015) é o que mais se diferencia quanto à forma de análise, em função de apresentar quatro *rankings* distintos e nenhum deles geral, o que dificulta sua comparação com os demais métodos testados. Este quadro comparativo (Tabela 8.7) serve apenas para ilustrar as posições em cada tipo de propostas testadas e/ou desenvolvida na mesma amostra. Cada uma das metodologias apresentadas possui suas particularidades e são válidas considerando seus diferentes enfoques.

TABELA 8.7: COMPARAÇÃO DOS RANKINGS DE QUANTIFICAÇÃO DOS TRÊS MÉTODOS TESTADOS E DOS TRÊS MÉTODOS PROPOSTOS APLICADOS A MESMA AMOSTRA DE GEOSSÍTOS (E SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE) NO AGRESTE DE PERNAMBUCO																
Geossítos (e/ou Sítios de Geodiversidade) no Agreste de Pernambuco	MÉTODOS JÁ EXISTENTES TESTADOS								MÉTODOS E ADAPTAÇÕES PROPOSTOS							
	Brilha (2005)		Pereira (2010)		Brilha (2015)				PROPOSTA TESE 1: Brilha (2005) Simplificado		PROPOSTA TESE 2: Fichas de Inventário (Edjane Santos, 2016)		PROPOSTA TESE 3: Brilha (2015) Simplificado			
	Ranking	Valor de “Q” (Quantificação)	Ranking	Ranking de Relevância (“RR”)	VC*	PEU**	PTU***	RD****	Ranking	Valor de “QS” (Quantificação) Simplificado*	Ranking	Potencial Geossítio (Necessidade de Proteção) (NP = PG+ PU)***	VC*	PEU**	PTU***	RD****
01 - Milonitos da Serra das Russas	1º	89	7º	49.23	320 (1º)	260 (7º)	295 (5º)	215 (6º)	1º	34	1º	50	290 (1º)	190 (6º)	180 (8º)	175 (2º)
02 - Vale do Catimbau	1º	89	1º	62.66	310 (2º)	255 (8º)	295 (5º)	190 (7º)	2º	33	5º	45	270 (2º)	170 (7º)	205 (6º)	140 (5º)
03 - Pedra Furada	2º	84	2º	62.46	270 (3º)	290 (5º)	320 (4º)	135 (9º)	3º	32	2º	48	250 (3º)	210 (4º)	210 (5º)	85 (6º)
04 - Pedra do Navio	5º	74	5º	51.84	---	320 (2º)	350 (1º)	290 (2º)	4º	27	3º	47	---	240 (2º)	240 (1º)	210 (1º)
05 - Serra do Pará	3º	82	10º	42.44	---	245 (10º)	245 (7º)	255 (5º)	5º	25	6º	43	---	170 (7º)	145 (10º)	165 (3º)
06 - Caneluras de Pedra	9º	68	9º	44.31	---	300 (4º)	290 (6º)	300 (1º)	7º	21	6º	43	---	250 (1º)	220 (4º)	210 (1º)
07 - Pedra do Martelo	8º	70	12º	37.30	---	245 (10º)	245 (7º)	270 (3º)	6º	22	5º	45	---	200 (5º)	170 (9º)	210 (1º)
08 - Cachoeiras de Bonito	10º	64	3º	57.81	---	250 (9º)	330 (3º)	300 (1º)	8º	20	8º	40	---	170 (7º)	230 (3º)	210 (1º)
09 – Serra Negra	7º	72	4º	56.73	---	315 (3º)	310 (5º)	270 (3º)	7º	21	7º	42	---	230 (3º)	200 (7º)	210 (1º)
10 – Fazenda Nova	6º	73	8º	46.24	---	250 (9º)	330 (3º)	260 (4º)	4º	27	3º	47	---	160 (8º)	230 (3º)	210 (1º)
11 – Pedra do Rodeadouro	9º	68	11º	37.71	---	265 (6º)	295 (5º)	190 (7º)	7º	21	4º	46	---	200 (5º)	205 (6º)	160 (4º)
12 – Cimbres (Serra do Ororubá)	4º	75	6º	49.69	---	325 (1º)	335 (2º)	170 (8º)	9º	18	5º	45	---	240 (2º)	235 (2º)	140 (5º)

Onde: *VC (Valor Científico), **PEU (Potencial de Uso Educacional), ***PTU (Potencial de Uso Turístico) e ****RD (Risco de Degradação); Valores de Quantificação de maior pontuação (azul) e menor pontuação (vermelho); Número do ranking em fonte cinza corresponde ao “empate” entre números de qualificação, ou seja, mais de uma área na mesma colocação.

CAPÍTULO 9: REPRESENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS

Neste capítulo serão apresentadas propostas de como utilizar algumas ferramentas matemáticas simples (gráficas, planos cartesianos, diagramas e matrizes) para representar dados e, principalmente, para auxiliar no processo de classificação dos resultados de quantificação de geossítios e sítios de geodiversidade, obtidos através de diferentes métodos de quantificação. O objetivo maior é que através do uso desses mecanismos se torne possível o direcionamento de ações para geoconservação a serem adotadas nessas áreas.

Ao todo **são apresentados 07 (sete) exemplos de uso de ferramentas de representação matemática para classificação, seleção, planejamento e tendências de dados**. Para fins de demonstração, os resultados dos métodos de **Brilha (2005 - Simplificado)** e das **Fichas de inventário/quantificação**, ambos desenvolvidos para esta tese, serão os utilizados para exemplificar a aplicabilidade de cada uma das propostas de classificação de dados sugeridas. Também foram realizados testes e serão apresentadas propostas utilizando o método **Brilha (2015)**, porém, esse tipo de mecanismos pode ser adequar perfeitamente aos resultados de diferentes metodologias de quantificação, tais como as que foram aplicadas no capítulo anterior desta tese ou outras quaisquer.

9.1 GRÁFICOS SIMPLES (TIPO BARRAS)

Gráficos simples (pizza, barras, linhas, etc), são excelentes ferramentas para a melhor visualização e representação gráfica de dados que, muitas vezes, ficam confusos em tabelas. Para a classificação em gráficos simples dos geossítios trabalhados na tese, foram utilizados como base os novos métodos sugeridos: **Brilha (2005-Simplificado)** e as **Fichas de Inventário**. O valor considerado para cada geossítio foi a média final, respectivamente, “QS” e “NP”. A área de plotagem, em ambos os casos, corresponde dos **valores mínimos aos valores máximos de quantificação possíveis** e cada caso: “QS” (7 a 35) e “NP” (20 a 60), posteriormente, divididos em quatro partes iguais, o que resultou em **04 classes** no *ranking* de classificação que se encaixam em ambos os métodos: **Muito Alto, Alto, Moderado e Baixo**.

Assim, foi possível fazer uma separação dos resultados em grupos de prioridades para facilitar o planejamento de ações dependendo do nível e urgência. Tanto com uso dos resultados de quantificação do método Brilha Simplificado (“QS”) quanto nas Fichas de Inventário (“NP”), as áreas seleccionadas se enquadraram em nível “Alto” e “Muito Alto” quanto à necessidade de criação de medidas de geoconservação. (Figura: 9.1)

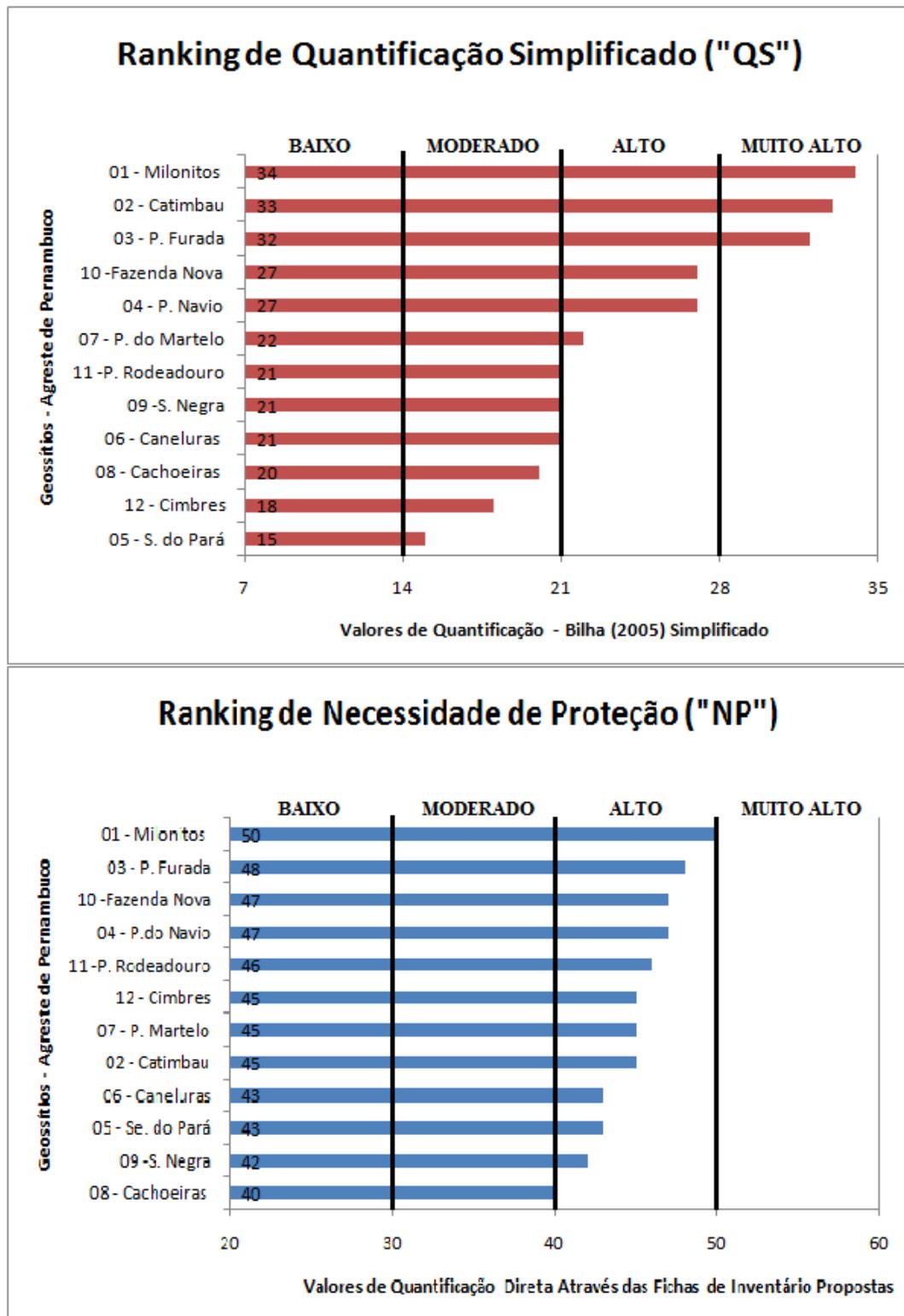


Figura 9.1: Representação gráfica da classificação dos resultados de quantificação dos geossítios e sítios de geodiversidade no Agreste de Pernambuco utilizando gráficos simples (barras) – métodos: Brilha Simplificado (“QS”) e Fichas de Inventário (“NP”).

9.2 PLANOS CARTESIANOS

O uso de **planos cartesianos** também pode ser um bom mecanismo para representação gráfica e classificação de dados em Geociências. Na quantificação do patrimônio geológico utilizando métodos tradicionais geralmente são utilizados mais de dois grupos de critérios ou parâmetros, o que necessitaria vários cruzamentos de dados para a quantificação. Nos métodos sugeridos, seja no Brilha (2005-Simplificado) (“QS”), quanto o com bases nas Fichas de Inventário (“NP”), foram considerados os grupos de critérios e não as médias finais como foi feito nos gráficos simples. Para definir a classificação no plano cartesiano do método de Brilha Simplifica (“QS”), o **eixo “X” corresponde aos valores de “A”** e o **eixo “Y” aos valores de “B”**. Já no método utilizando as Fichas de Inventário (“NP”), o **eixo “X” é o valor de “PG”** e o **eixo “Y” o valor de “PU”**. Note-se que a dispersão dos geossítios nos dois planos segue a mesma tendência. (Figura 9.2)

9.3 MATRIZ DE PRIORIDADE (*HOSTI*)

Matrizes são muito utilizadas para representar estratégias de organização empresarial e administrativa e podem ser aplicadas também ao patrimônio geológico, uma vez que a questão do planejamento do uso e da necessidade de se aplicar medidas de geoconservação são temas inerentes à organização e se encaixam perfeitamente nos parâmetros de uma matriz de prioridade, podendo gerar uma classificação satisfatória. As **matrizes de prioridade** (neste caso, do tipo *Hosti*) construídas para testar essa teoria se basearam nos resultados dos gráficos de planos cartesianos, mantendo os mesmos critérios/posições e, posteriormente, classificando-os os eixos “X” em “Menos Importante” a “Mais Importante” e o eixo “Y” em “Menos Urgente” a “Mais Urgente”, o que **resultou em uma área de plotagem com 04 (quatro) quadrantes que foram representados por números de 1 a 4**. As amostras que se enquadram no **1º quadrante são consideradas prioritárias** as que se enquadram no **4º quadrante são as de menor urgência para geoconservação imediata** (Figura 9.3). Note-se que as classificações dos 2º e 3º quadrantes são praticamente equivalentes e o que as diferencia, servindo como critério de desempate, é o caráter científico/educativo, ou seja, geossítios, seguidos de sítios de geodiversidade com grande valor educativo, são prioritários.

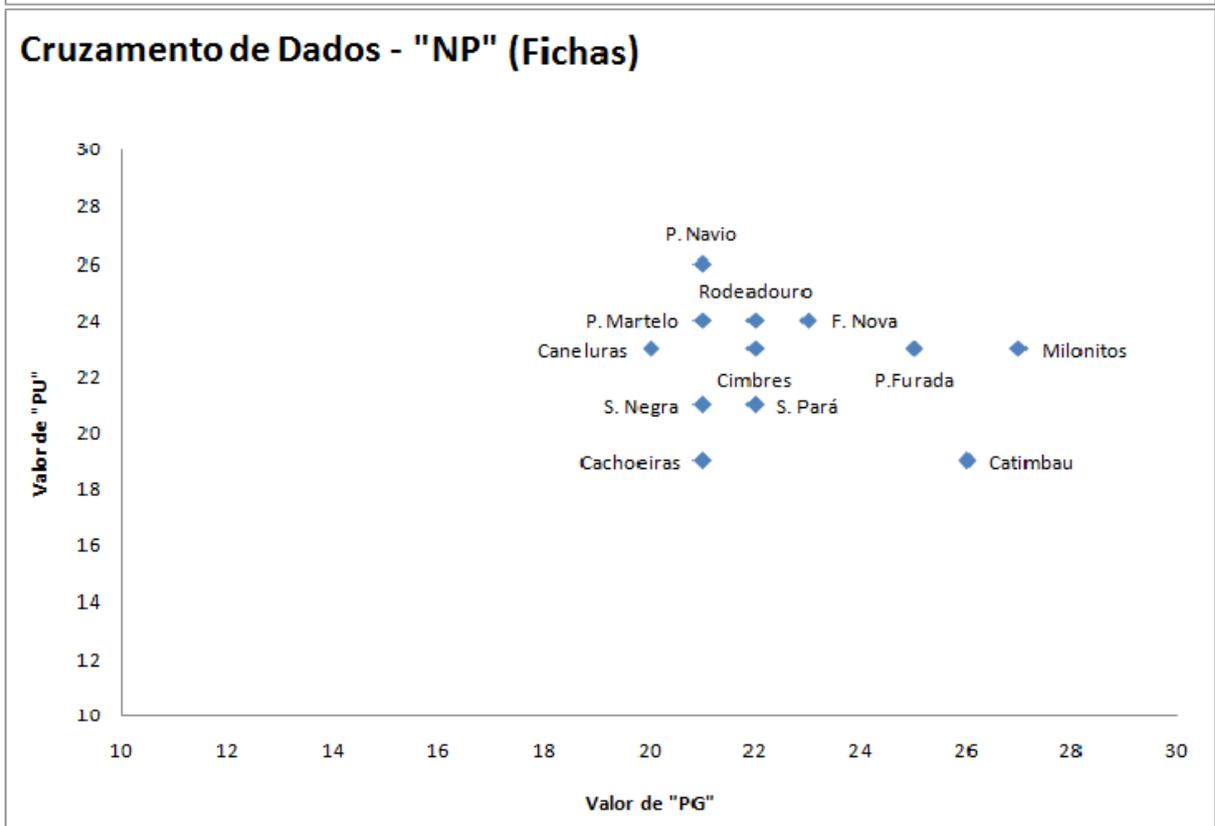
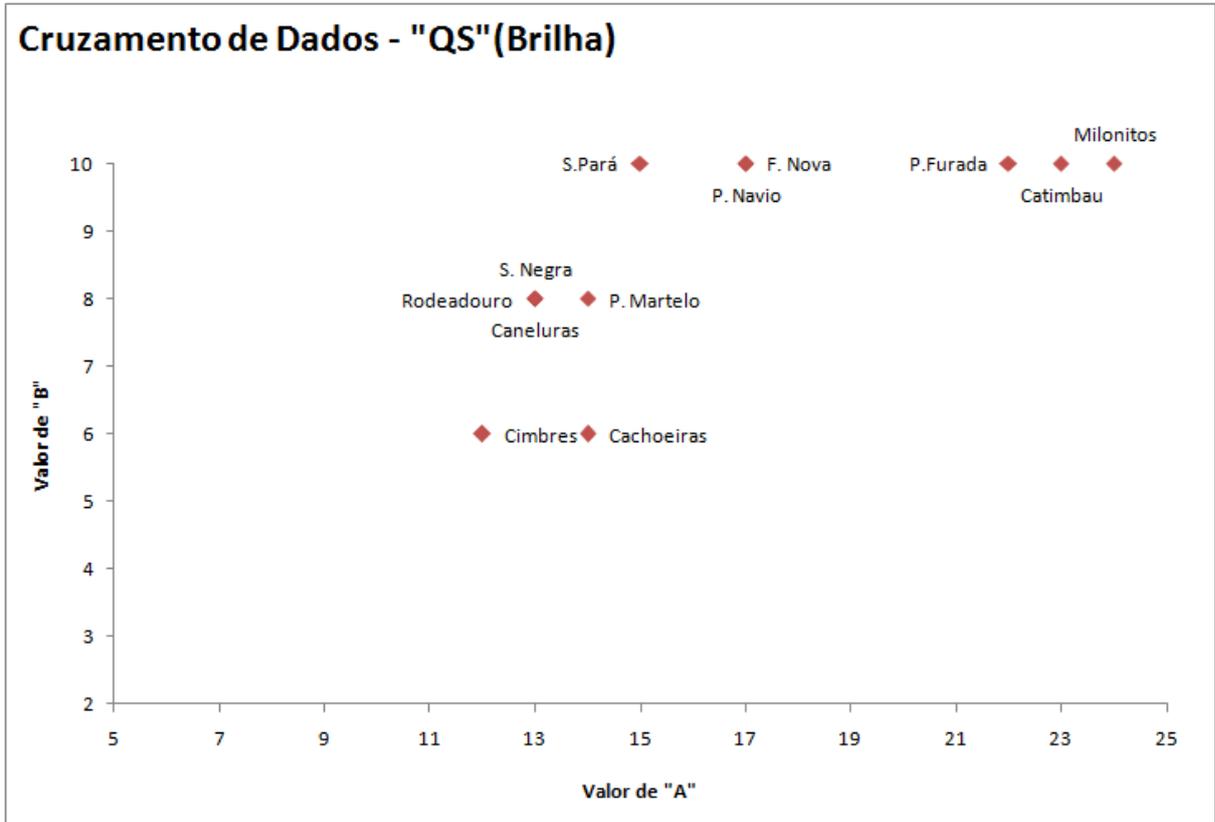


Figura 9.2: Representação gráfica da classificação dos resultados de quantificação dos geossítios e sítios de geodiversidade no Agreste de Pernambuco, utilizando área de plotagem de Planos Cartesianos (XY) - métodos Brilha Simplificado ("QS") e Fichas de Inventário ("NP"). A concentração, em ambos os casos, dos resultados das amostras na parte superior direita da área de plotagem, apresentando valores acima da média para A (Valor Intrínseco) + B (Uso Potencial) e PU (Potencial de Uso/Gestão) + PG (Potencial Geológico/Científico), pode ser justificada em decorrência da pré-seleção qualitativa (potenciais valores mais elevados) das amostras.

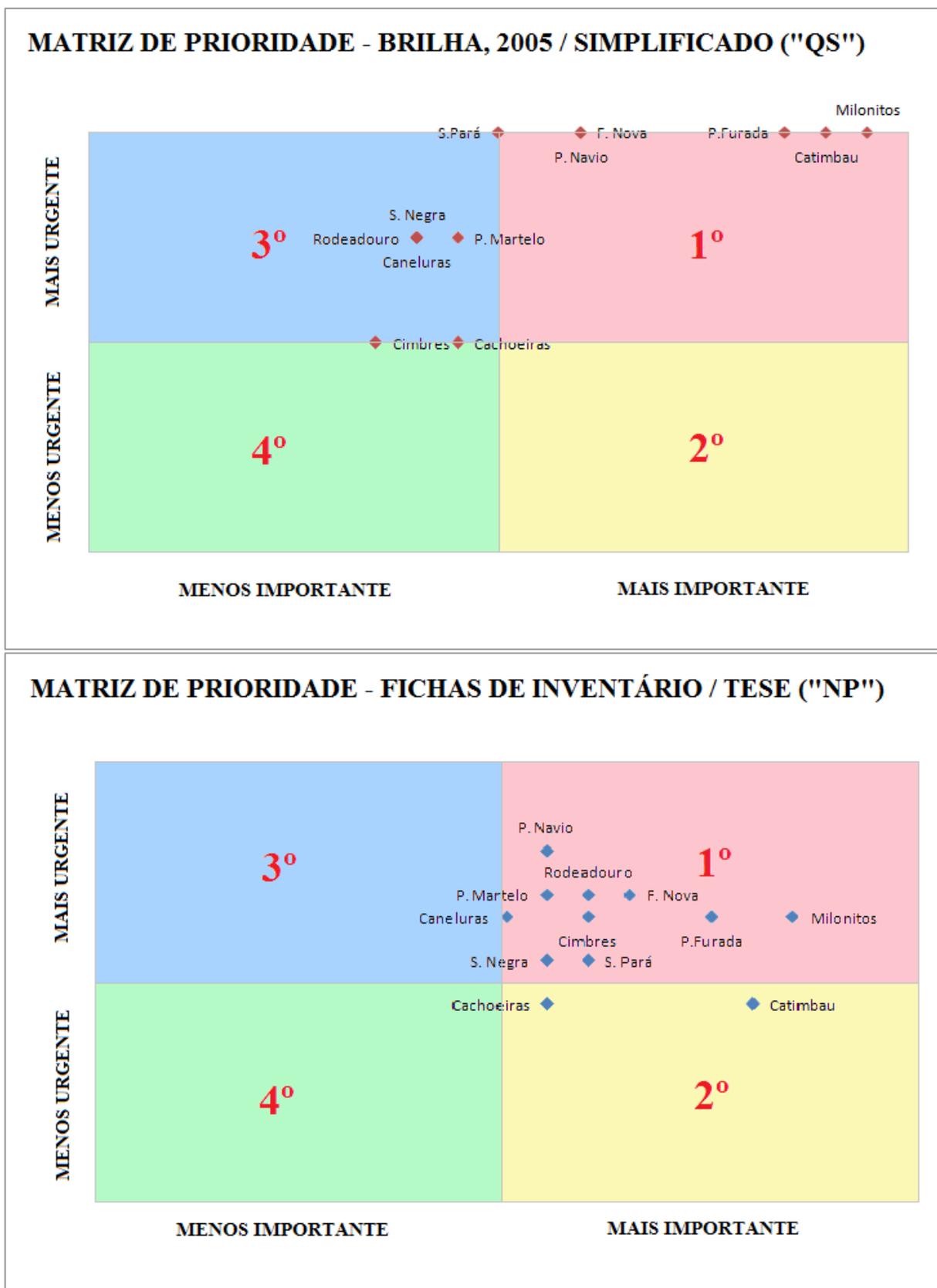


Figura 9.3: Classificação dos geossítios e sítios de geodiversidade no Agreste de Pernambuco utilizando Matrizes de Prioridade com os resultados dos métodos de quantificação Brilha Simplificado ("QS") e as Fichas de Inventário ("NP") desenvolvidas para a área de estudos desta tese. Do mesmo modo que na figura anterior (9.2), as posições dos pontos plotados – que se concentram mais próximos dos quadrantes prioritários, em ambos os casos - podem ser justificadas pelos critérios qualitativos de seleção das amostras.

9.4 DIAGRAMA TRIANGULAR (TERNÁRIO OU TRIAXIAL)

A idéia de usar um **Diagrama Triangular** (também conhecido como ternário ou triaxial) para classificação do patrimônio geológico no Agreste de Pernambuco surgiu ao observar o uso do mesmo em outras classificações dentro das Geociências, a exemplo do **Diagrama QAP** (Streckeisen, 1976), que serve para classificar rochas ígneas plutônicas, conforme o percentual de quartzo, alcali-feldspato e plagioclásio em sua composição. Esse método é amplamente utilizado em trabalhos de petrologia ígnea, inclusive, o mesmo autor também desenvolveu uma versão de diagrama na qual acrescenta “feldspatóides” (F), totalizando quatro variáveis (QAPF). Na Sedimentologia também existem outros diagramas ternários muito utilizados na classificação de grãos e em análises geoquímicas.

Para testar a aplicabilidade do diagrama ternário para classificar o patrimônio geológico tornou-se necessário, primeiramente, selecionar um método de quantificação que englobasse três variáveis que pudessem ser interpoladas. Deste modo, foi escolhido o método de **Brilha (2005)**, que avalia: **Valor Intrínseco (VI)**, **Uso Potencial (UP)** e **Necessidade de Proteção (NP)**. A primeira providência, após isso, foi recalculer os valores de VI, UP e NP, definido um índice multiplicador de modo que a soma dos resultados de quantificação desses três itens em cada área de interesse geológico resultassem em 100% (Tabela 9.1), possibilitando assim o cruzamento de dados no diagrama de ternário.

Geossítios	Variáveis Originais (Absolutas)			Somatórios		Variáveis Recalculadas			
	A (Valor Intrínseco)	B (Uso Potencial)	C (Necessidade de Proteção)	Total (A+B+C)	Índice (100/Total)	A	B	C	%
						Multiplicado pelo Índice			
01 – Milonitos	36	30	23	89	1.1	40	34	26	100
02 – Catimbau	41	24	24	89	1.1	46	27	27	100
03 – P. Furada	36	22	26	84	1.2	43	26	31	100
04 – P. Navio	27	26	21	74	1.4	36	35	28	100
05 – S. Pará	33	27	22	82	1.2	40	33	27	100
06 – Caneluras	23	21	24	68	1.5	34	31	35	100
07 – P. do Martelo	24	22	2	48	2.1	50	46	4	100
08 – Cachoeiras	29	21	14	64	1.6	45	33	22	100
09 – S. Negra	29	27	16	72	1.4	40	38	22	100
10 – Fazenda Nova	30	26	17	73	1.4	41	36	23	100
11 – P. Rodeadouro	24	22	22	68	1.5	35	32	32	100
12 - Cimbres	24	23	28	75	1.3	32	31	37	100

Os valores de “VI”, “UP” e “NP” recalculados para 100%, resultaram em novos números, conforme visto na tabela 9.1. Foram cruzados e a interpolação dos mesmos gerou o posicionamento dos geossítios dentro da área de plotagem do diagrama triangular (Figura 9.4). Note-se que a tendência entre os geossítios do Agreste de Pernambuco que foram utilizados para testar o método foi se manterem no centro do diagrama, o que mostra um certo equilíbrio de relevância entre os três parâmetros analisados para cruzamento de dados.

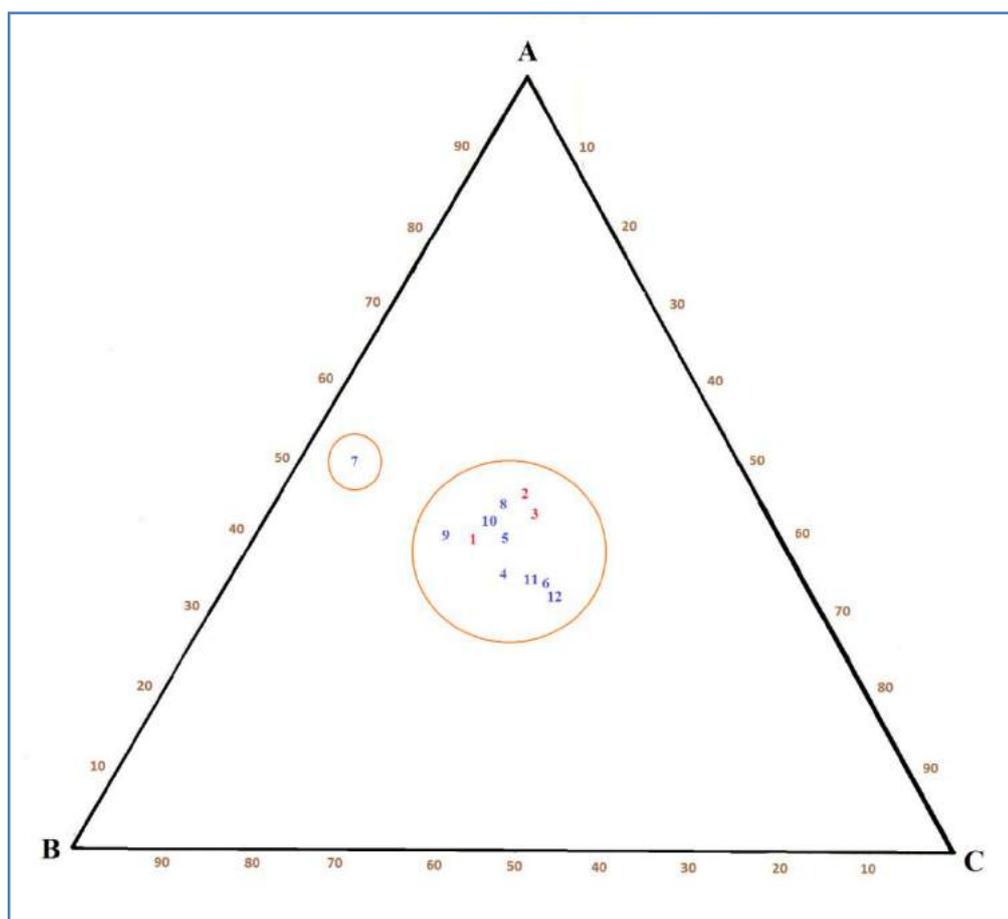


Figura 9.4: Valores de A (“VI”), B (“UP”) e C (“NP”), do método de Brilha (2005), recalculados e plotados no Diagrama Ternário. Onde: geossítios (vermelho), Sítios de geodiversidade (azul) e os números 1 a 12 equivalem às áreas de interesse geológicas descritas na tabela 9.1.

Observando a posição dos geossítios e sítios de geodiversidade na área de plotagem do diagrama ternário, percebe-se que resultaram em dois grupos distintos: o primeiro com 11 áreas de interesse e o segundo, com apenas uma. O fator determinante para o distanciamento da Pedra do martelo (7) dos demais deve-se ao maior valor intrínseco que este sítio de geodiversidade apresentou na quantificação através do método Brilha (2005). De modo geral, a concentração dos pontos no centro do diagrama pode ser reflexo da escolha prévia das amostras com base em critérios qualitativos (representativos) elevados.

De modo a realizar mais testes sobre essas tendências de posicionamento de resultados de quantificação, **também foram recalculados os resultados do método Brilha (2015)**, aplicado à amostra do Agreste de Pernambuco (Tabela 9.2). Porém, neste caso, o **uso do diagrama ternário foi testado apenas nos “sítios de geodiversidade”**, uma vez que sua quantificação engloba os três parâmetros (**PEU, PTU e RD**) e não quatro, a exemplo dos geossítios no mesmo método que, além destes três, também analisa o valor científico (VC). Os resultados do recálculo de quantificação da amostra de sítios de geodiversidade, conforme o método Brilha (2015), podem ser visualizados no diagrama ternário (Figura 9.5), a seguir:

TABELA 9.2: CÁLCULO DOS VALORES DE VC, PEU, PTU E RD (BRILHA, 2015) PARA PLOTAGEM NO DIAGRAMA TERNÁRIO												
Geossítios e Sítios de Geodiversidade	Variáveis Originais (Absolutas)				Somatórios		Variáveis Recalculadas					
	VC (Valor Científico)	PEU (Potencial de Uso Educacional)	PTU (Potencial de Uso Turístico)	RD (Risco de Degradação)	Total (VC+PEU+PTU+RD)	Índice (100/Total)	VC	PEU	PTU	RD	%	
							Multiplicado pelo Índice					
01 – Milonitos	320	260	295	215	1090	0.09	29	24	27	20	100	
02 – Catimbau	310	255	295	190	1050	0.10	30	24	28	18	100	
03 – P. Furada	270	290	320	135	1015	0.10	27	29	32	13	100	
04 – P. Navio	0	320	350	290	960	0.10	0	33	36	30	100	
05 – S. Pará	0	245	245	255	745	0.13	0	33	33	34	100	
06 – Caneluras	0	300	290	300	890	0.11	0	34	33	34	100	
07 – P. do Martelo	0	245	245	270	760	0.13	0	32	32	36	100	
08 – Cachoeiras	0	250	330	300	880	0.11	0	28	38	34	100	
09 – S. Negra	0	315	310	270	895	0.11	0	35	35	30	100	
10 – Fazenda Nova	0	250	330	260	840	0.12	0	30	39	31	100	
11 – P. Rodeadouro	0	265	295	190	750	0.13	0	35	39	25	100	
12 - Cimbres	0	325	335	170	830	0.12	0	39	40	20	100	

OBS: Em destaque (vermelho) os sítios de geodiversidade que foram plotados no diagrama ternário.

Ao compararmos o resultado utilizando o método Brilha (2015) recalculados (Figura 9.6) com os do método Brilha (2005) mostrado anteriormente (Figura 9.5), percebe-se claramente que a tendência se repete, com a concentração das amostras mais ou menos na mesma localização, na parte central do diagrama, repetindo assim o mesmo equilíbrio apresentado pelo resultado anterior, apesar de utilizar critérios distintos. Esse fato pode ser interpretado de forma favorável, especialmente no que se refere ao potencial de uso dessas áreas, uma vez que as mesmas não apresentam uma fragilidade (“RD” e “NP”) tão acentuada e, ao mesmo tempo, possuem atributos educativos, turísticos e, por vezes, científicos relevantes que podem justificar a aplicação de estratégias de geoconservação nessas áreas.

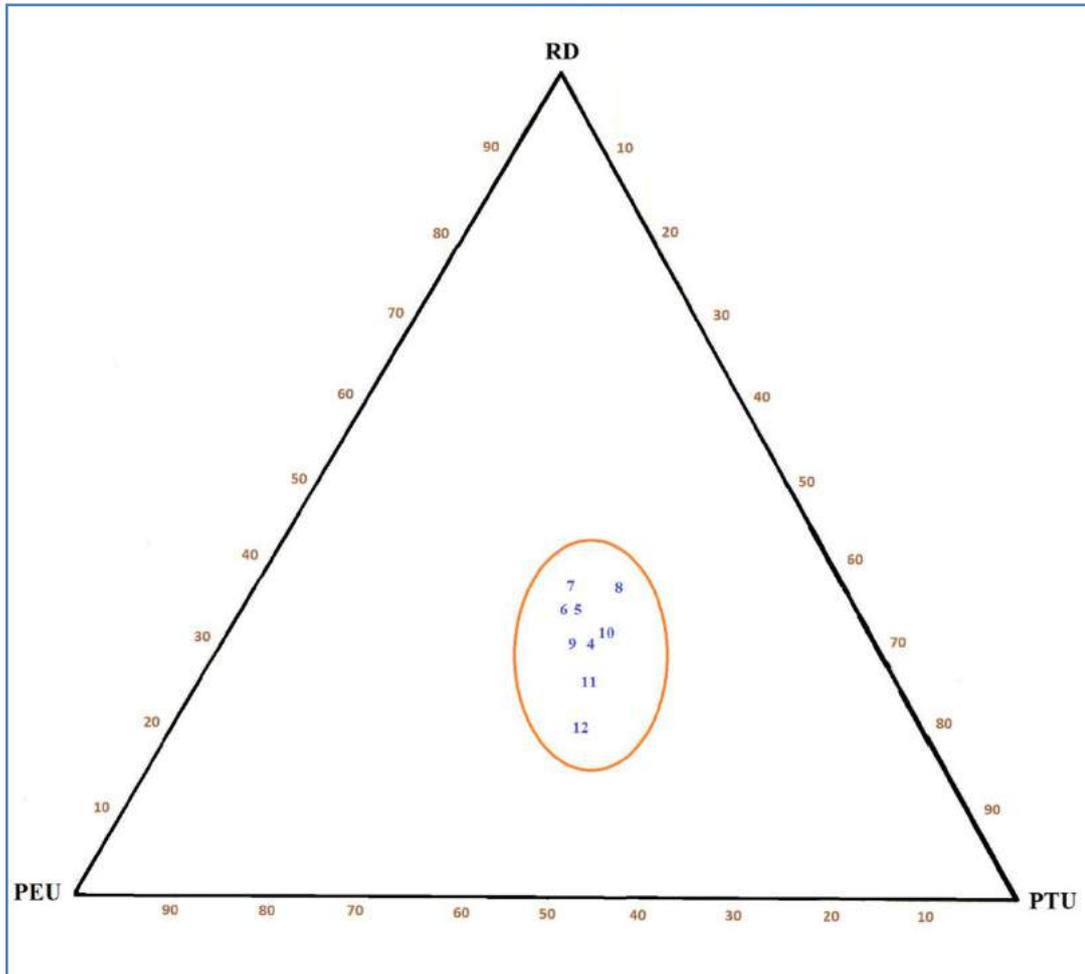


Figura 9.5: Valores de “PEU”, “PTU” e “RD”, aplicados aos sítios de geodiversidade através do método de Brilha (2015) recalculados e plotados no Diagrama Ternário. Onde: os números 4 a 12 são descritos na tabela 9.2.

Através da análise das tendências de plotagem nos diagramas ternários, **tornou-se possível propor alguns mecanismos de classificação de dados**, cujo **principal objetivo seria definir os grupos e direcionar medidas de uso e geoconservação** adequadas para cada caso. Na Figura 9.6 são apresentados dois exemplos de como essa classificação pode ocorrer: a **primeira proposta (ABC)** compreende os resultados do **método Brilha (2005)** recalculado e resultou em 04 grupos de classificação: **Usos diversos sem restrições** (rosa); **Usos diversos com algumas restrições** (amarelo); **Uso turístico com algumas restrições** (azul) e **Muitas restrições para uso** (verde). Na **segunda proposta (PEU/PTU/RD)**, aplicada ao **método Brilha (2015)** nos sítios de geodiversidade, também foram definidas quatro categorias, que são: **Uso Educativo** (azul), **Uso educativo com restrições** (azul mais claro), **Uso turístico** (rosa) e **Usos turístico com restrições** (rosa mais claro). Os resultados do posicionamento das amostras nesses diagramas podem ser visualizados na figura a seguir.

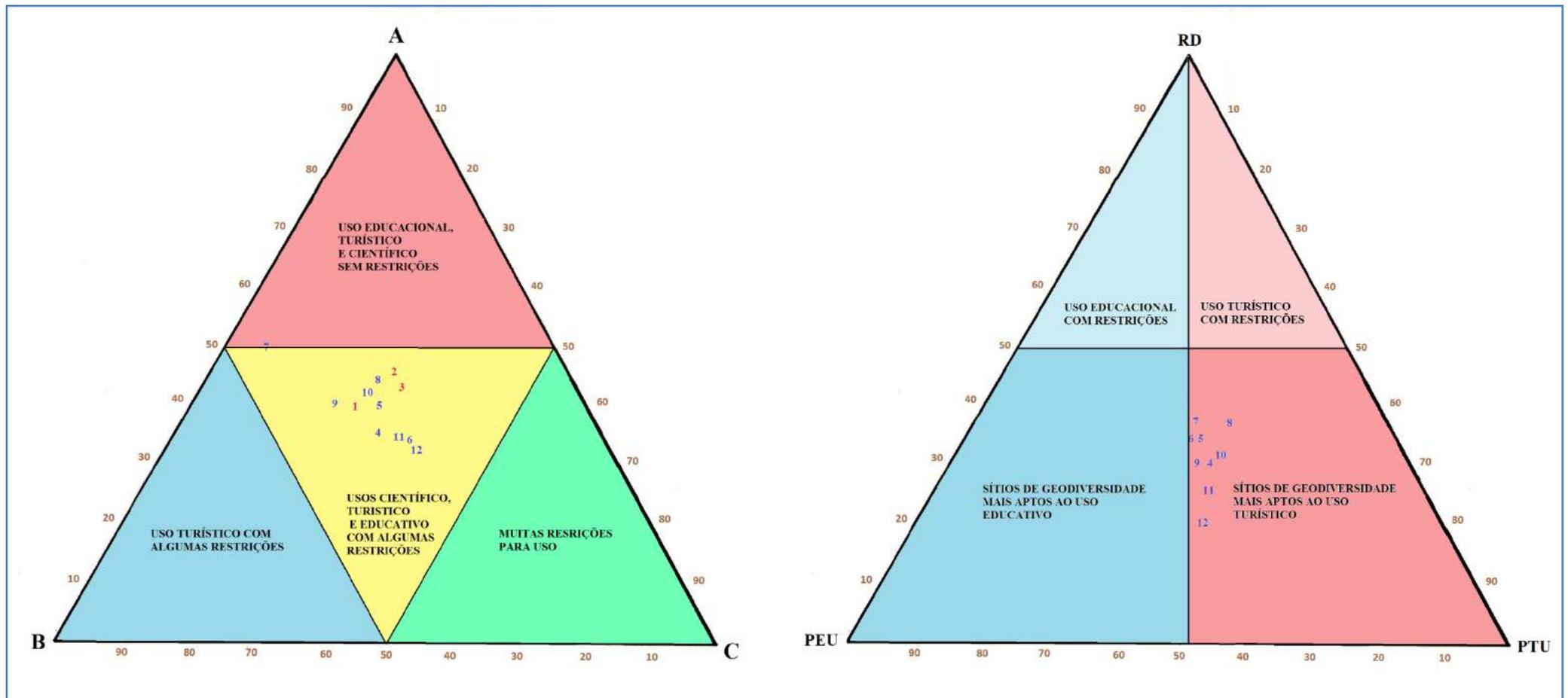


Figura 9.6: Propostas de classificação de dados através do recálculo dos resultados de quantificação dos métodos Brilha, 2005 (ABC - à esquerda) e Brilha, 2015 (PEU/PTU/RD - à direita), ambos os exemplos com quatro categorias de análise distintas e trazendo sugestões para o tipo de uso apropriada para cada caso. Também se encontram nos gráficos, as áreas de interesse geológico utilizadas para os testes e suas respectivas classificações em cada um dos diagramas.

Além destes dois exemplos citados na Figura 9.6, foi desenvolvida mais uma proposta de classificação em diagrama ternário, também utilizando o **método Brilha (2005)** como base (Figura 9.7). Quanto aos tipos ou tendências para geoconservação listados, as áreas de interesse geológico podem ser enquadradas, do mesmo modo como ocorreu nos diagramas anteriores, em **quatro categorias gerais de usos: Educativo/Científico; Geoturismo; Turístico/Ecoturismo e Outros Usos**. Quanto à **urgência da necessidade de intervenções**, a área de plotagem do diagrama foi dividida em seis grupos, que se acentuam, gradualmente, do **verde (menos urgente) para o vermelho (mais urgente)**, conforme os critérios (VI/UP/NP) avaliados. A amostra das áreas de interesse no Agreste de Pernambuco, conforme essa classificação proposta, se enquadra, de forma geral, no tipo de uso “*Geoturístico*”, com “*Urgência Moderada*” na intervenção de medidas de geoconservação.

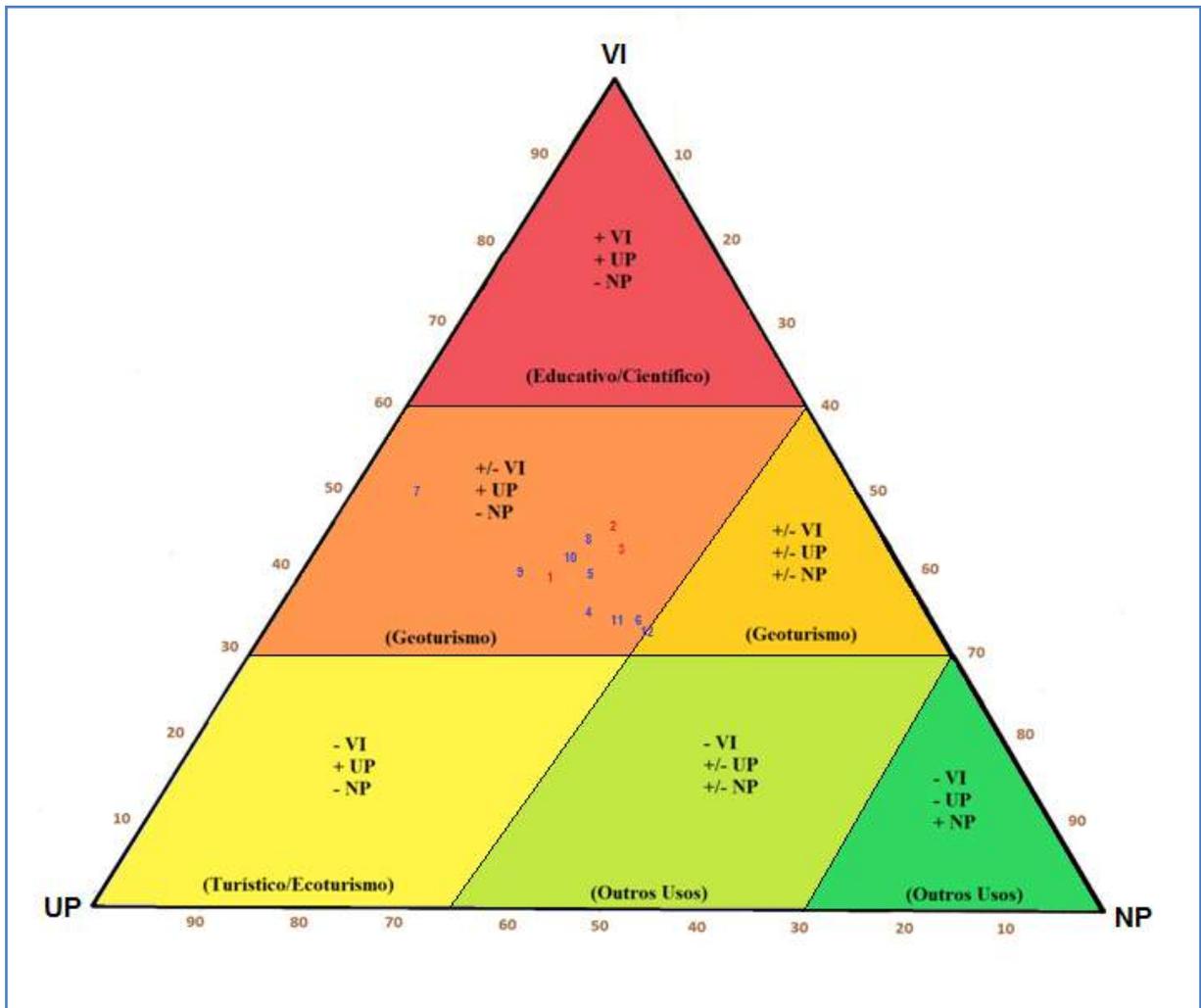


Figura 9.7: Proposta de Classificação que indica as melhores possibilidades de uso dos geossítios e urgência de medidas de geoconservação, de acordo com seu posicionamento na área de plotagem do Diagrama Ternário, utilizado uma palheta de cores (do verde – menos urgente – ao vermelho – mais urgente) e os critérios “VI”, “UP” e “NP” do método da quantificação de Brilha (2005) recalculados. Onde: os números 1 a 12 equivalem às áreas de interesse geológicas descritas na tabela 9.1, sendo os vermelhos geossítios e os azuis, sítios de geodiversidade.

9.5 MATRIZ GUT (GRAVIDADE X URGÊNCIA X TENDÊNCIA)

Outro mecanismo muito utilizado para planejamento e gestão empresarial é a **Matriz GUT**, que faz projeções considerando três variáveis: **Gravidade x Urgência x Tendência** para definir ações a serem tomadas em curto, médio e longo prazo. Esse método também foi aplicado, com as devidas adaptações, para geossítios e sítios de geodiversidade do Agreste de Pernambuco. Para tal, foram utilizados os resultados obtidos através da classificação com os gráficos Simples e na Matriz de Prioridade (*Hosti*), respectivamente, as Figuras 9.1 e 9.3 deste capítulo. Em ambos os casos, foram considerados tanto os resultados do método Brilha Simplificado (“QS”) quanto à quantificação a partir das fichas de quantificação (“NP”). A matriz GUT gerada a partir desses dados pode ser visualizada no quadro 9.1 e tem como principal objetivo auxiliar o planejamento nas definições de prioridade das ações de geoconservação a serem aplicadas na região, conforme a necessidade de cada amostra.

QUADRO 9.1: MATRIZ GUT (GRAVIDADE X URGÊNCIA X TENDÊNCIA) APLICADA AO GERENCIAMENTO DE GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE UTILIZANDO RESULTADOS DOS GRÁFICOS SIMPLES E MATRIZES DE PRIORIDADE (<i>HOSTI</i>)				
CLASSIFICAÇÃO POR CATEGORIAS		NECESSIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE MEDIDAS DE GEOCONSERVAÇÃO		
Gráficos Simples ("QS" e "NP") (Figura 9.1)	Matriz <i>Hosti</i> (de prioridade) ("QS" e "NP") (Figura 9.3)	GRAVIDADE (G) (Situação Atual)	URGÊNCIA (U) (Geoconservação)	TENDÊNCIA (T) (Se nada for feito...)
Muito Alto	1	Muito Grave	Ação Imediata	Destruição Iminente
Alto	2	Grave	Alguma Urgência	Degradação em Curto Prazo
Moderada	3	Pouco Grave	Ações em Curto Prazo	Degradação em Longo Prazo
Baixa	4	Sem Gravidade	Ações em Longo Prazo	Estabilidade no quadro atual

9.6 MATRIZ FOFA (SWOT)

A **matriz FOFA (ou SWOT)** trabalha com quatro variáveis: **Fraquezas X Oportunidades / Forças X Ameaças** e também é muito utilizada para diversos tipos de planejamento organizacional. Neste trabalho, primeiramente a mesma foi testada nos grupos de geossítios e sítios de geodiversidade, mas não apresentou resultados muito significativos.

A utilização da mesma mostrou-se bem mais eficiente quando aplicada nas amostras individualmente. Na figura 9.8, encontram-se exemplos de duas matrizes do tipo “FOFA”: **a primeira aplicada a um geossítio e a segunda, a um sítio de geodiversidade**, seguindo as definições do método Brilha (2015). Não se trata de uma ferramenta para seleção e classificação numérica como as demais, mas serve para auxiliar na definição de estratégias a serem adotadas e trazer uma visão mais abrangente da situação em que se encontram cada uma das áreas de interesse geológico analisadas.



Figura 9.8: Exemplos de aplicação de Matriz FOFA (SWOT) em um geossítio e um sítio de geodiversidade, respectivamente, no Agreste de Pernambuco.

9.7 DIAGRAMA CIRCULAR SEGMENTADO

Finalmente, outra forma simples de classificar dados é o **digrama circular segmentado**. O método utilizado para o teste foi **Brilha (2015)** e a escolha se deu por se tratar de uma quantificação com categorias de análise (VC, PEU, PTU, RD) independentes entre si e possibilitam uma avaliação ao mesmo tempo em conjunto e individual das áreas estudadas (Quadro 9.2). Para criar as categorias, primeiramente foram definidas as possibilidade de *ranking* na amostra do Agreste (no caso, do 1º a 12º lugares) e, a partir daí, sugerimos uma divisão em três grupos representados por tons de cor: **áreas prioritárias** (verde), **intermediárias** (amarelo) e **menos urgentes** (rosa) para a implantação de medidas de geoconservação (Figura 9.9). Foi levada em consideração, além da posição de cada amostra nos *rankings*, a possibilidade de empates entre os mesmos.

QUADRO 9.2: PRIORIDADES DE AÇÕES, CONFORME CRITÉRIOS DE BRILHA (2005) NO PATRIMONIO GEOLÓGICO DO AGRESTE DE PERNAMBUCO												
CATEGORIAS DE ANÁLISE (GRUPOS DE CRITÉRIOS)	Geossítios e Sítios de Geodiversidade - Agreste de Pernambuco											
	01 - Milonitos	02 - Catimbau	03 - P. Furada	04 - P. Navio	05 - S. do Pará	06 - Caneluras	07 - P. Martelo	08 - Cachoeiras	09 - S. Negra	10 - Faz. Nova	11 - Rodeadouro	12 - Cimbres
Valor Científico (VC)	1º	2º	3º	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Potencial de Uso Educacional (PEU)	7º	8º	5º	2º	10º	4º	10º	9º	3º	9º	6º	1º
Potencial de Uso Turístico (PTU)	6º	6º	4º	1º	8º	7º	8º	3º	5º	3º	6º	2º
Risco de Degradação (RD)	6º	7º	9º	2º	5º	1º	3º	1º	3º	4º	7º	8º

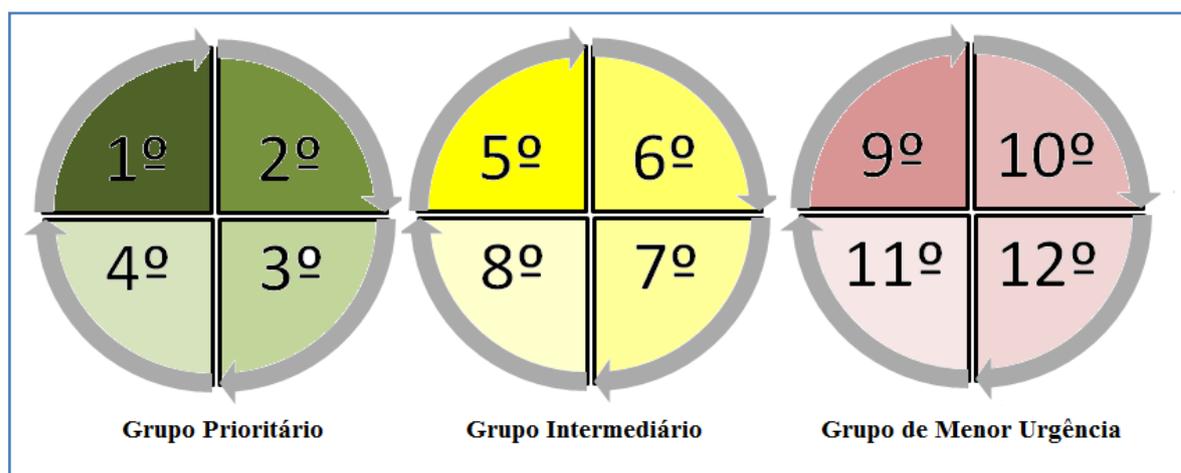


Figura 9.9: Exemplos de classificação em diagramas segmentados por grupos e escalas de cor, utilizando a classificação do ranking do método de Brilha (2015) aplicado aos geossítios e sítios de geodiversidade do Agreste de Pernambuco.

CAPÍTULO 10: SUGESTÃO DE ESTRATÉGIA DE GEOCONSERVAÇÃO PARA O AGRESTE DE PERNAMBUCO

No capítulo anterior, quando foram testados métodos de classificação de dados para a definição para o melhor uso das áreas de interesse geológico conforme os resultados de quantificação, um fator que chamou atenção foi a unanimidade entre eles. Em todas as classificações, em especial utilizando os diagramas ternários, enfatizou-se a **vocação para uso geoturístico** tanto para geossítios quanto sítios de geodiversidade do Agreste de Pernambuco. Partindo deste pressuposto, **a estratégia de geoconservação sugerida para geossítios e sítios de geodiversidade na mesorregião está pautada primordialmente na atividade geoturística**. As possibilidades e empecilhos para medidas de geoconservação em cada uma dessas áreas de interesse geológico são descritos no quadro 10.1.

A estratégia de geoconservação proposta para a região consiste em **11 (onze) medidas** que podem ser agrupadas em etapas de **valorização, divulgação e manutenção**, conforme recomenda Brilha (2005) e que devem ser aplicadas preferencialmente nessa ordem para seu melhor aproveitamento. O detalhamento dos grupos e suas respectivas medidas podem ser visualizados no organograma a seguir (Figura 10.1). A aplicabilidade dos mesmos em geossítios e sítios de geodiversidade serão discutidos nos tópicos posteriores deste capítulo.



Figura 10.1: Organograma de estratégia de geoconservação proposta para o Agreste de Pernambuco com detalhamento dos grupos e suas respectivas medidas de ações.

QUADRO 10.1: CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A GEOCONSERVAÇÃO DOS POTENCIAIS GEOSÍTIOS E SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE NO AGRESTE DE PERNAMBUCO				
TIPO	LITOLOGIA ¹	NOME	POSSIBILIDADES	EMPECILHOS
Geossítios	Met.	01. Milonitos da Serra das Russas	Excepcional potencial científico e educativo	<ul style="list-style-type: none"> • Margem de rodovia • Perigo de acidentes • Sem nenhuma proteção • Muito entulho/lixo • Sujeita a vandalismo
	Sed.	02. Vale do Catimbau	Bom potencial científico, excepcional potencial educativo, acentuado apelo paisagístico e cultural	<ul style="list-style-type: none"> • PARNA (Lei do SNUC) • Em desapropriação • Área muito extensa • Engloba três municípios • Sujeita a vandalismo
	Ígn.	03. Pedra Furada	Bom potencial científico, excepcional potencial educativo e acentuado apelo paisagístico	<ul style="list-style-type: none"> • Sujeita a vandalismo
Sítios de Geodiversidade	Ígn.	04. Pedra do Navio	Bom potencial educativo, valor estético e cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Margem de rodovia • Sujeita a vandalismo
	Met.	05. Serra do Pará	Excepcional potencial educativo/científico ² , acentuado apelo paisagístico e valor cultural (arqueológico)	<ul style="list-style-type: none"> • Muitos proprietários • Sujeita a vandalismo • Acesso difícil em alguns pontos • Perigo de acidentes
	Ígn.	06. Caneluras do Lajedão de Pedra	Bom potencial educativo, valor estético e acentuado valor cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Inserida em meio ao centro da cidade • Sujeita a vandalismo
	Ígn.	07. Pedra do Martelo	Bom potencial educativo, educativo, valor estético e cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Não há trilha definida • Área particular (fazenda) • Área de lavouras
	Ígn.	08. Cachoeiras de Bonito	Bom potencial educativo, acentuado apelo paisagístico e valor cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Muitos proprietários • Construções irregulares • Grande fluxo de turistas • Poluição das águas
	Ígn.	09. Serra Negra	Bom potencial educativo, acentuado apelo paisagístico e valor cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Muitos proprietários • Grande fluxo de turistas • Acesso difícil em alguns pontos (Caverna do Deda)
	Ígn.	10. Fazenda Nova	Bom potencial educativo, “patrimônio construído” e valor cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Apelo turístico cultural • Grande fluxo de turistas • Construções irregulares
	Ígn.	11. Pedra do Rodeadouro	Potencial educativo, valor estético e acentuado valor histórico-cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Não há trilha definida • Área particular • Apelo turístico cultural
	Ígn.	12. Cimbres / Serra do Ororubá	Potencial educativo, valor estético e acentuado valor cultural (religioso)	<ul style="list-style-type: none"> • Reserva indígena • Apelo turístico religioso

Onde: ¹) Met. = Metamórfica, Sed. = Sedimentar, Ign. = Ígnea; ²) O valor científico da Serra do Pará só será comprovado após a análise dos fósseis encontrados nas cacimbas das rochas.

10.1.2 SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE

O conceito de “**sítios de geodiversidade**” foi citado pela primeira vez por Brilha (2015) e se refere às áreas onde existe onde algum(s) elemento(s) da geodiversidade que possuem algum valor (educativo, cultural, estético, outros), porém, sua relevância científica não é significativa nem seria o principal motivo para justificar sua geoconservação. Levando em consideração essa definição, foram selecionados no Agreste de Pernambuco **09 (nove) sítios de geodiversidade**: Pedra do Navio, Serra do Pará, Caneluras de Pedra, Pedra do Martelo, Cachoeiras de Bonito, Serra Negra, Fazenda Nova, Pedra do Rodeadouro e Cimbres.

Muitas dessas áreas já são exploradas pela atividade turística convencional e **apesar de alguns empecilhos para a implantação de mecanismos para a sua geoconservação, as mesmas também apresentam muitas possibilidades**, conforme pode ser verificado no Quadro 10.1. Mesmo sem apresentarem um excepcional valor científico, o uso dessas áreas torna-se uma **alternativa importante para o desenvolvimento sustentável** dos locais onde as mesmas se encontram, uma vez que os elementos da geodiversidade, salvo raras exceções, não estão susceptíveis à sazonalidade climática tão comum à região semiárida do Nordeste brasileiro. No quadro 10.3 são apresentadas algumas medidas de geoconservação possíveis, recomendada para cada caso, levando em consideração a situação atual.

QUADRO 10.3: MEDIDAS DE GEOCONSERVAÇÃO A SEREM APLICADAS NOS SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE NO AGRESTE DE PERNAMBUCO											
SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE	Medidas de Valorização				Medidas de Divulgação				Medidas de Manutenção		
	Parcerias com Escolas	Cartilhas	Guias Para Geoturismo	Geoprodutos	Roteiros Geoturísticos	Mapas Auto-Guiados	Painéis Interpretativos	Panfletos	Capacitação para Geoconservação	Museus e Coleções	Acessibilidade e Infraestrutura
04 – Pedrado Navio	X	---	---	X	X	X	X	X	---	---	---
05 – Serra do Pará	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
06 – Caneluras do Lajedão de Pedra	X	---	---	---	X	X	X	X	X	---	---
07 – Pedra do Martelo	X	---	---	X	X	X	X	X	X	---	X
08 – Cachoeiras de Bonito	X	X	X	X	X	X	X	X	X	---	X
09 – Serra Negra	X	X	X	X	X	X	X	X	X	---	---
10 – Fazenda Nova	X	---	X	X	X	X	X	X	X	X	---
11 – Pedra do Rodeadouro	X	---	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12 – Cimbres / Serra do Ororubá	X	---	X	X	X	X	---	---	X	---	---

10.2 MEDIDAS DE GEOCONSERVAÇÃO PARA GEOSÍTIOS E SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE

10.2.1 MEDIDAS DE VALORIZAÇÃO

Seguindo a premissa do “*conhecer para conservar*”, entende-se que as **medidas de valorização** devem ser prioritárias quando se pensa em uma estratégia de geoconservação. Para o Agreste de Pernambuco, levando em consideração suas peculiaridades e os resultados de inventário, quantificação e classificação, foram **propostas quatro medidas** que podem surtir resultado em um espaço de tempo amplo (de curto a longo prazo), porém, os efeitos dessa promoção de “mudança de pensamento” em relação à importância do meio biótico para o desenvolvimento da região tendem a ser permanentes, passando por gerações.

As medidas sugeridas para a fase de valorização são: 1) **Programa de valorização junto às escolas**; 2) **Criação de cartilhas informativas**; 3) **Curso de capacitação de guias** e 4) **Clube de mães e oficinas para confecção de “geoprodutos”**. Nota-se que esse conjunto de medidas abarca toda a comunidade: crianças/adolescentes, visitantes, pais de família e donas de casa, trazendo envolvimento e conhecimento para diferentes atores da sociedade. A seguir, será discutida a aplicabilidade de cada um desses exemplos:

- *Programa de valorização junto às escolas*

O trabalho em conjunto com as escolas de ensino fundamental e médio, especialmente na rede pública de ensino, pode ser uma ferramenta muito eficaz na valorização do patrimônio geológico. **O conteúdo da “geoconservação” pode facilmente ser adicionado às grades curriculares das disciplinas de Ciências, Geografia e História**, podendo englobar aulas práticas, visitas a campo em áreas próximas e projetos de extensão junto à comunidade. Trata-se de um investimento baixo (praticamente custo zero) que pode obter um retorno muito

positivo. Dentre os quais, podem-se destacar: 1) Possibilidade de **tornar os conteúdos programáticos regulares mais interessantes**, despertando maior interesse nos alunos; 2) **ajudar na construção da cidadania** dos estudantes, valorizando os aspectos naturais e culturais do seu município e/ou região; 3) **As crianças e adolescentes costumam ser excelentes multiplicados de conhecimento**, repassando o que aprendem na escola para seus familiares e amigos; 4) Aquisição de um conhecimento mais holístico, fortalecendo o **senso de sustentabilidade ambiental e do seu papel social**; 5) Crianças e adolescentes que adquirem esse aprendizado tendem a se tornarem **adultos mais conscientes**.

Devido a sua viabilidade e vantagens, a criação de um **programa de valorização do patrimônio geológico com apoio de universidades e prefeituras junto às escolas** da rede pública (em primeiro momento) na região pode ser aplicada nos municípios/proximidades de todas as doze áreas de interesse geológico selecionadas para esta tese. Parcerias como esta têm funcionado bem em muitos geoparques, a exemplo do *Geopark Açores*, em Portugal, onde frequentemente são organizadas oficinas, concursos e visitas em campo em parceria com as escolas do arquipélago. No Brasil, mais especificamente em Recife/PE, atividades semelhantes ocorrem no “*Espaço Ciência*”, onde o ensino sobre o patrimônio geológico do Estado pode ocorrer por intermédio de maquetes, réplicas e painéis informativos (Figura 2.2), algo que poderia ser realizado “*in lócus*” em algumas localidades do Agreste de Pernambuco.



Figura 10.2: Painel sobre o vulcanismo no litoral Sul de Pernambuco situado no “*Espaço Ciência*”, em Recife/PE e sendo utilizado para aulas de geociências com alunos de ensino fundamental II. Foto: Thaís Guimarães (2011).

- Criação de cartilhas informativas

Um mecanismo que pode auxiliar muito o trabalho do ensino de Geociências e valorização do patrimônio geológico nas escolas é a **confeção de cartilhas educativas, em linguagem acessível, voltada para o público infantil**. Bons exemplos de como isso funciona na prática são as cartilhas desenvolvidas pelo *Geopark Açores* (Portugal) e também livros paradidáticos, a exemplo do livretinho “*Riolito, o vulcão pernambucano*” (Mariano, 2007) que conta de forma lúdica a história geológica do Litoral Sul de Pernambuco. **Também são válidas as cartilhas (ou guias) com informações mais detalhadas voltadas para um público em geral, com linguagem simples, direta, mas não necessariamente lúdica**, a exemplo do “*Guia Geológico: Noronha*” (MOREIRA, 2007). (Figura 10.3)



Figura 10.3: Exemplos de cartilhas informativas voltada para o ensino de Geociências: A) Guia infantil do *Geoparque Açores*, B) Guia Geológico de Noronha/PE e C) Cartilha “*Riolito, o vulcão pernambucano*”.

No Agreste de Pernambuco, as áreas de interesse geológico que mais se adéquam a confecção de cartilhas informativas são aquelas que **possuem uma maior variedade de elementos da geodiversidade e que também oferecem possibilidades de explicar fenômenos geológicos complexos, de forma clara, ilustrada e simples, associando-os a elementos culturais**. Neste caso, melhor se enquadram os três geossítios e, entre os sítios de geodiversidade: a **Serra do Pará**, as **Cachoeiras de Bonito** e a **Serra Negra** (Quando 10.3)

- Curso de Capacitação de guias para Geoturismo

O trabalho junto aos guias turísticos é essencial para auxiliar a geoconservação do patrimônio geológico, uma vez que os mesmos conhecem bem as áreas onde atuam (trilhas, perigos em potencial, etc.) e também costumam zelar pela integridade das mesmas, uma vez que se configuram seu “local de trabalho” e lhes garante o sustento de suas famílias. Um grande problema se inicia quando se pensa em instalar mecanismos de interpretação (painéis, placas, mapas) em áreas onde já ocorre o turismo tradicional sem explicar aos guias do local que esses materiais estão ali para auxiliar o trabalho deles e nunca para substituí-los. Quando esse cuidado não existe, os resultados costumam ser desastrosos, pois muitas vezes os próprios guias protagonizam ações de vandalismo, destruindo o material instalado/distribuído, os quais consideram verdadeiros “concorrentes” inanimados.

Muitas vezes os próprios guias demonstram interesse em aprender mais sobre a região onde trabalham e prestam bastante atenção às explicações de professores e pesquisadores em Geociências, os quais acompanham durante seus trabalhos de campo. Isso costuma ocorrer com os guias turísticos do vale do Catimbau (Figura 10.4). Porém, alguns desses guias, apesar de possuir um vasto conhecimento empírico, não são alfabetizados, o que inviabiliza o trabalho com cartilhas, livretos e outros materiais escritos. Desta forma, recomenda-se que cursos de capacitação para guias de geoturismo sejam realizados de forma presencial, em linguagem simples e que os saberes não-formais sejam considerados e respeitados, adequando-se de forma gradual ao científico/formal. No Agreste de Pernambuco, 2/3 geossítios e 6/9 sítios de geodiversidade são mais aptos para aplicação dessas medidas de geoconservação (Quadro 10.3).



Figura 10.4: “Zé Pereira”, um dos guias do vale do Catimbau, utilizando roupas adequadas para o trabalho de campo, o que passou a fazer após um treinamento há alguns anos. Apesar do vasto conhecimento empírico, os guias locais ainda necessitam de informações mais detalhadas a respeito da geologia e geomorfologia da região, de modo a se sentirem mais seguros a repassar essas informações aos visitantes.

- Clube de Mães e Oficinas para Confeção de “Geoprodutos”

A criação de produtos que representem a identidade cultural e natural do local e ainda reverta-se em **fonte de renda** para seus habitantes, independente da sazonalidade climática, também pode ser uma alternativa para auxiliar o desenvolvimento sustentável. Esses produtos, quando associados às áreas de interesse geológico e trazem algum elemento que remeta às mesmas (seja por matéria-prima, logomarca, nome), podem ser assim classificados de “**geoprodutos**”, pois servem para valorizar e divulgar o patrimônio geológico (Figura 10.5).

Para o Agreste de Pernambuco, a sugestão do clube de mães não se trata de nenhum “sexismo”, mas sim uma alternativa para as donas de casa, que muitas vezes também são agricultoras e perdem parte importante da fonte de renda nos períodos de estiagem e, com filhos pequenos para cuidar e sem ter acesso à creche ou algum parente que possa ajudar, dificilmente conseguem empregos em cidades vizinhas maiores. Desta forma, o uso do **espaço físico de associação de agricultoras e/ou clubes de mães para a venda de produtos artesanais com logomarca em alusão ao patrimônio geológico** da região pode ser viável, sendo recomendado para 09 de 12 áreas de interesse geológico no Agreste (Quadro 10.3).



Figura 10.5: Exemplos de “geoprodutos” confeccionados pelos guias (e suas famílias) da Vila do Catimbau e comercializadas na sede da Associação de Guias do PARNA vale do Catimbau.

10. 2.2 MEDIDAS DE DIVULGAÇÃO

As **medidas de divulgação** são uma importante ferramenta para despertar o interesse de visitantes, atraindo mais investimentos e incentivando o surgimento de serviços corretados para suprir a demanda turística. Porém, como recomenda Brilha (2005), **a divulgação só deve ser realizada depois de instalados os devidos mecanismos para proteção** (geoconservação) dessas áreas, de modo a evitar que a mesma se torne alvo de ameaças, por vezes, irreversíveis. Para percebermos o quanto a questão da divulgação das áreas de interesse geológico no Agreste de Pernambuco é **heterogênea**, serão citados dois exemplos: os **Milonitos da Serra das Russas**, geossítio com maior **valor científico**, também se configura na área mais “desprotegida” e, em caso de divulgação, pode se tornar ainda mais vulnerável a ações de vandalismo. Já a **Pedra do Martelo**, por ser pouco conhecida, apresenta a vantagem de não apresentar indícios de vandalismo, porém, em contrapartida corre o risco de ser totalmente destruída para dar lugar a alguma construção ou atividade no local.

Partindo do pressuposto de que equipamentos de proteção mais complexos (vigilância privada, controle de visitantes, câmeras de monitoramento, etc.), demandam custos altíssimos e muitas vezes inviáveis, acredita-se que a ação da comunidade atuando como “monitores” do patrimônio geológico de forma voluntária e consciente possa suprir um efeito de medida de proteção (geoconservação) satisfatório. Assim, **após consolidada algum tipo de proteção nessas áreas**, sugere-se como medidas de divulgação a confecção dos seguintes instrumentos: **1) Roteiros geoturísticos; 2) Mapas auto-guiados; 3) Painéis informativos e 4) Panfletos**. Alguns exemplos de como essas iniciativas podem ser abordados são descritos a seguir:

- *Roteiros Geoturísticos*

A criação de **roteiros geoturísticos** diversos é uma ferramenta muito eficaz na **divulgação do patrimônio geológico de uma região** específica, uma vez que sugere aos viajantes novas **opções de percursos, muitas vezes desconhecidos**. Favorece também o

surgimento de **novas possibilidades** para o desenvolvimento local, através da **oferta de serviços e produtos para suprir a nova demanda turística**.

Alguns exemplos que já funcionam na prática são os “*Caminhos de Darwin*”, organizado pelo departamento de Geologia da UFRJ e que englobam roteiros nas cidades de Rio de Janeiro e Niterói (Simões *et al.*,2011). E, em Pernambuco, as “*Trilhas do Litoral Sul de Pernambuco*”, com enfoque na cidade do Cabo de Santo Agostinho, catalogadas no trabalho de dissertação de Guimarães (2013).

Como se trata de uma medida bastante **flexível**, uma área como o Agreste de Pernambuco **pode possuir diversos roteiros geoturísticos**, levando em consideração um agrupamento por “**temas**” das áreas de interesse geológico (ecoturismo, aventura, cultural, científico, dentre outros). Esses roteiros também **podem variar quanto ao tempo de percurso, o meio de transporte utilizado** (bicicleta, automóvel, trilhas a pé) **ou por regiões político-administrativas** (Agreste Central, Setentrional e Meridional).

Na figura 10.6 são **sugeridos três roteiros geoturísticos** levando em consideração a amostra de áreas de interesse selecionadas para esta tese. **O primeiro engloba apenas os três geossítios**, porém, como se trata de uma área extensa, o percurso de automóvel duraria cerca de 9 horas de viagem, percorrendo 616 km, partindo do Marco Zero da cidade do Recife. **O segundo** é ainda mais longo (aproximadamente 14 horas e cerca de 810 km), porém, o número de áreas visitadas - **sítios de geodiversidade** - é o triplo do roteiro 01. O **terceiro** e último roteiro proposto seria **geral**, voltado para a **visitação de todas as 12 áreas de interesse selecionadas** (geossítios e sítios de geodiversidade) que compõem o **patrimônio geológico do Agreste de Pernambuco**. Trata-se de um **roteiro longo** (cerca de 930 km em 16 horas) que dificilmente seria possível de ser realizado em apenas um dia, **demandando assim serviços adicionais** de hospedagem para os geoturistas.

A princípio, **não há restrição** para que nenhum geossítio ou sítio de geodiversidade do Agreste de Pernambuco seja inserido nesses roteiros. Poder-se-ia, porém, **considerar a exclusão** de um (ou mais) geossítio ou sítio de geodiversidade desses roteiros, caso **apresentasse uma vulnerabilidade significativa** e/ou com valor científico extremamente raro e cuja fragilidade natural acentuada pusesse em risco sua conservação diante do intenso fluxo de pessoas, **tornando inviável sua divulgação e conseqüente visitação turística**.

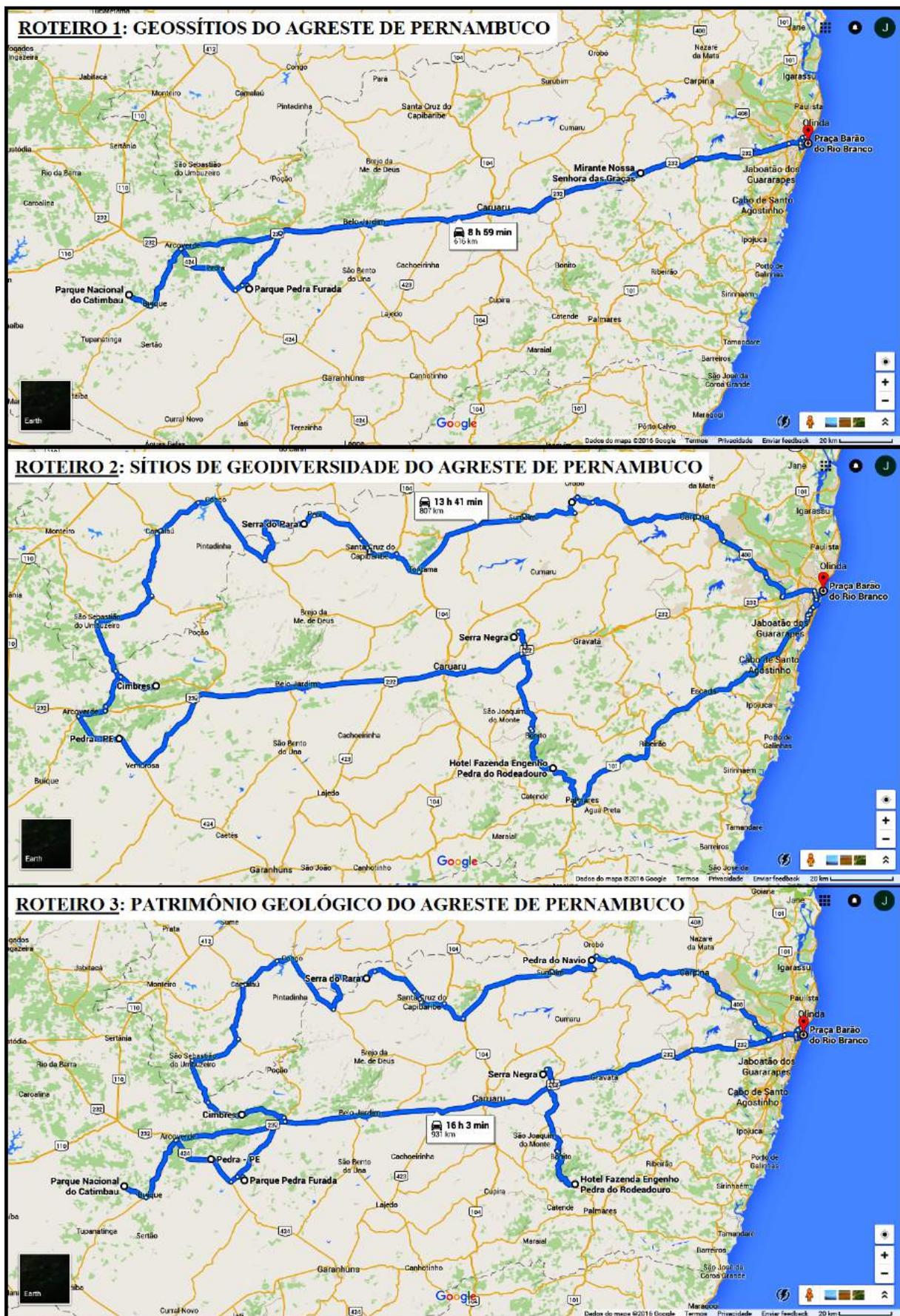


Figura 10.6: Exemplos de roteiros geoturísticos possíveis para a amostra de 03 geossítios e 09 sítios de geodiversidade que compõem o patrimônio geológico do Agreste de Pernambuco. Todos esses roteiros foram elaborados através da ferramenta “Google Maps” e considerando o automóvel como meio de locomoção.

- Mapas Auto-Guiados

Essenciais para **auxiliar na realização dos roteiros geoturísticos** citados no tópico anterior, os **mapas auto-guiados (ou guias de viagem)**, sejam eles: **comuns, “de bolso”** ou **digitais (através de aplicativos a serem instalados em *smarthphones* e *tablets*)**, tem se tornado cada vez mais populares no segmento turístico (Figura 10.7). As informações disponibilizadas neste tipo de guias e mapas costumam ser **objetivas e claras** e oferecem dicas valiosas, visando um **melhor aproveitamento e segurança** durante a viagem.

Os mesmos podem também ser considerados “geoprodutos” voltados à divulgação do patrimônio geológico de uma região. Do mesmo modo que os roteiros geoturísticos, na atual situação, **não há nenhuma restrição para utilizar esse tipo de material** em nenhum geossítio ou sítio de geodiversidade selecionado no Agreste de Pernambuco.

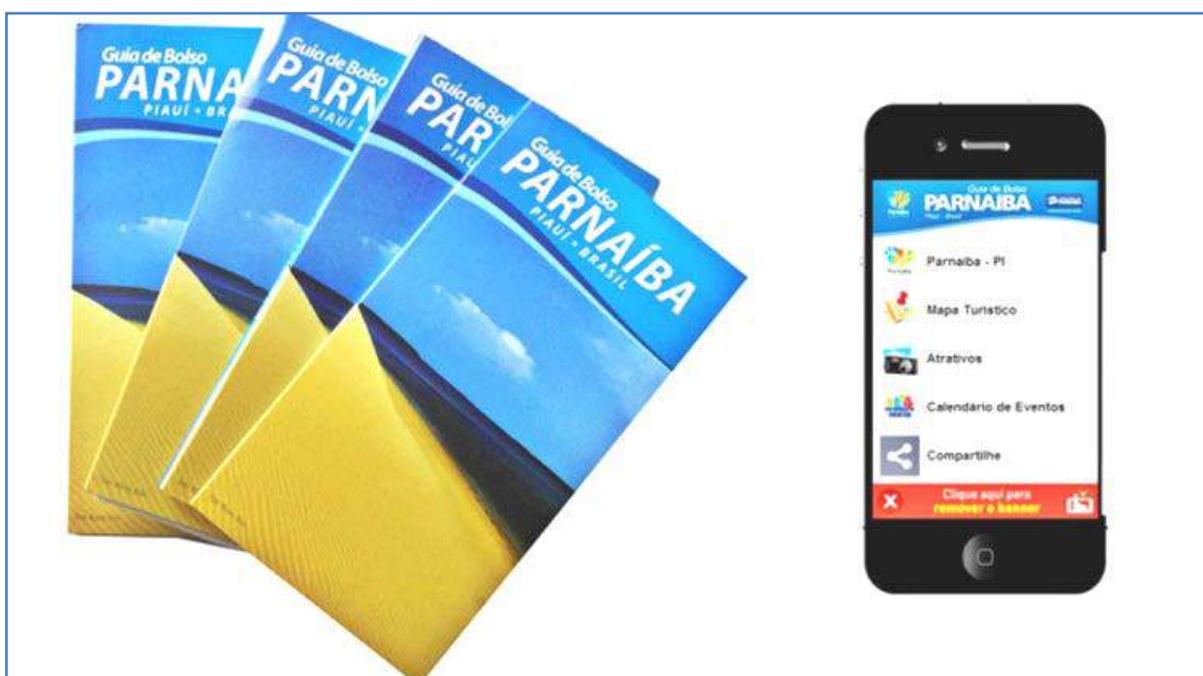


Figura 10.7: Exemplos de guias de bolso (auto-guiados) e aplicativo para *smarthphone* contendo roteiros e dicas para aproveitamento (geo) turístico no Delta do Parnaíba (Piauí/Brasil).

Fonte: <http://cidadeverde.com/assets/uploads/noticias/aplicativos.jpg>

- Painéis Interpretativos

Os **painéis interpretativos** são excelentes instrumentos para auxiliar a divulgação, valorização e ensino de geociências, sejam nos roteiros geoturísticos ou em visitas pontuais a geossítios e sítios de geodiversidade. Diferente de outras placas de informação, os painéis interpretativos para o geoturismo devem se “mesclar” à paisagem, causando o menor impacto visual negativo possível. Desse modo, exige-se um estudo para **definir quais materiais utilizar** (geralmente madeira, pela durabilidade e também estética), os **modelos** (inclinado, vertical, com abrigo para sol/chuva), mas **principalmente a forma como a informação é disponibilizada**. Os **textos nos painéis devem ser curtos, objetivos** e deve-se ter o cuidado de **simplificar ao máximo a linguagem científica**. Devem também ser **bem ilustrados**, com **figuras auto-explicativas**, tornando-os acessíveis inclusive para pessoas não-alfabetizadas.

Um bom exemplo de como a “**arquitetura dos painéis interpretativos para geoturismo**” pode ser muito bem sucedida na prática é o *Geparkea de Zumaia*, no País Vasco/Espanha (Figura 10.8). No Agreste de Pernambuco, a **única restrição** para a alocação de painéis interpretativos é o **santuário de Cimbres**, pois uma placa contendo explicação geológica para os fenômenos “religiosos” poderia ser tomada pelos devotos como **afronta**.



Figura 10.8: Exemplos de painéis interpretativos totalmente integrados à paisagem no *Geoparque* de Zumaia: A) Vertical; B) Vertical com Abrigo; C) Horizontal-inclinado, ideal para mirantes.

- Panfletos

Talvez a mais popular de todas as medidas de divulgação turística, os **panfletos costumam ser bem aceitos pelos visitantes**, porém, quando não são bem elaborados, costumam não ser lidos e são dispensados no lixo momentos depois de recebidos. Do mesmo modo que os painéis, o **layout**, o **texto** (curto, direto e acessível) e as **figuras** (auto-explicativas e chamativas) dos panfletos **devem ser muito bem elaborados**. Algumas equipes desenvolvem **modelos dobráveis ou com formatos diferentes**, além de direcionar a linguagem para diversos tipos de público (infantil, terceira idade, cientistas), de modo a atingir melhor os objetivos de divulgação propostos para a área a ser divulgada.

No quesito “patrimônio geológico”, muitos panfletos desenvolvidos tem se encaixado bem nessa proposta de “*tornar-se interessante e acessível para todos os públicos*”. Bons exemplos são as **propostas para a Chapada Diamantina** (PEREIRA, 2010), os panfletos do **Geoparkea de Zumaia** (Espanha) e também os do **Geopark Açores** em Portugal (Figura 10.9). No Agreste de Pernambuco, **a única restrição para o uso de panfletos é o santuário de Cimbres**, pelos mesmos motivos descritos no tópico sobre os painéis informativos.

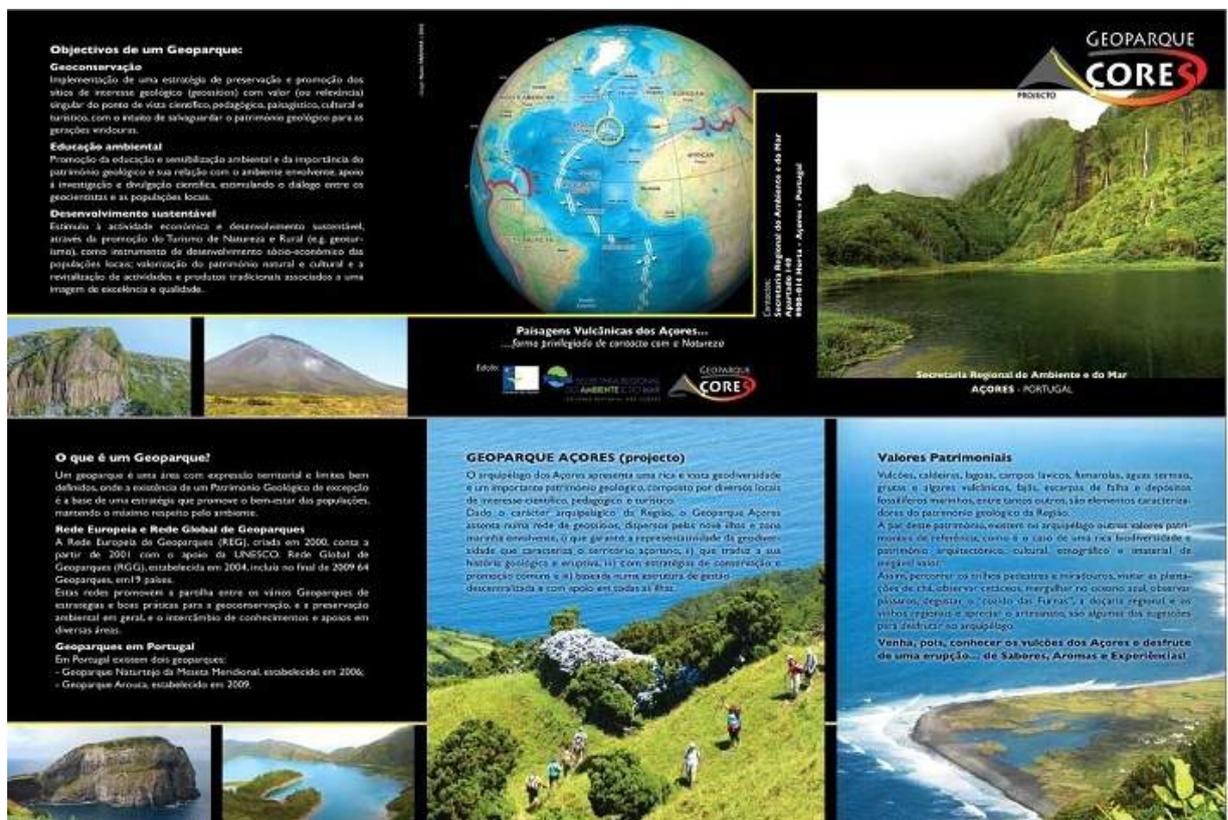


Figura 10.9: Panfleto desenvolvido pela equipe do Geopark Açores, Portugal.

Fonte: http://www.azoresgeopark.com/media/docs/panfleto_geoparque_Acores.jpg

10.2.3 MEDIDAS DE MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO

Depois de instalada a atividade geoturística e/ou educativa nas áreas de interesse geológico, através de medidas de valorização (geoconservação) e divulgação, há ainda a necessidade de que sejam criados mecanismos para que o uso da mesma se dê de forma sustentável e que **não venham a causar prejuízos em longo prazo**. Dentre as medidas sugeridas para o Agreste de Pernambuco, encontram-se: **1) Capacitação para uso geoturístico sustentável, Manutenção e geoconservação; 2) Museus, coleções e centros de interpretação e 3) Obras de acessibilidade e infraestrutura**, descrita a seguir:

- Capacitação para Uso Geoturístico Sustentável, Manutenção e Geoconservação

Sabe-se que muitas das áreas selecionadas como representantes do patrimônio geológico do Agreste de Pernambuco estão **inseridas em propriedades particulares** torna-se fundamental **tratar com seus proprietários sobre a importância e os benefícios** (inclusive renda extra) da geoconservação dessas áreas. Esse tipo de ação tende a evitar que, **por falta de conhecimento**, essas áreas sejam destruídas para dar lugar a construções, lavouras ou outras atividades e ponham em risco os registros da história geológica da região.

Muitos proprietários já utilizam essas áreas para fins turísticos e buscam se capacitar, melhorando a qualidade dos serviços, a exemplo do que acontece na Serra Negra e Bonito/PE, mas ainda há um **déficit muito grande nas informações referentes aos aspectos geológicos e geomorfológicos da região**, que podem explicar a origem e evolução dessas áreas. Muitos desses proprietários também **acreditam que por ser tratar de áreas naturais a serem conservadas, sofrerão desapropriação**, o que dificulta ainda mais o acordo entre as partes. Portanto, torna-se de suma importância o **diálogo aberto, contínuo** entre a população local, Poder Público (Federal/Estadual) e acadêmicos (geocientistas), voltado ao esclarecimento e capacitação de particulares e prefeituras, visando orientá-los para aproveitar de modo sustentável as áreas de interesse geológico, colaborando assim para sua geoconservação.

- Museus, Coleções e Centros de interpretação

Diante do perigo de degradação, do furto e destruição de fósseis, rochas, minerais e demais elementos da geodiversidade, uma alternativa viável para garantir a geoconservação *ex situ* do patrimônio geológico é a criação de museus, coleções e centros de interpretação. Essas medidas visam garantir o acesso das pessoas ao conhecimento, sem comprometer o usufruto do mesmo para as gerações futuras. Há alguns exemplos fascinantes que funcionam bem em todo o mundo, dentre eles destacam-se: a réplica em tamanho real no **Museu das Cavernas de Altamira** (Espanha) e, aqui no Brasil, o **Museu da Geodiversidade (UFRJ)** (Figura 10.10) e o **Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri (URCA)**.

No Agreste de Pernambuco, a criação de Museus e Centros de Interpretação é recomendada para os geossítios **Vale do Catimbau e Pedra Furada**, podendo ser instalados aproveitando algum espaço nos centros de visitantes e/ou associação de guias já existentes para abrigar artefatos, amostras e maquetes. Já nos sítios de geodiversidade **Serra do Pará**, recomenda-se a **criação de uma coleção/museu para catalogar fósseis, artefatos líticos e réplicas de pinturas rupestres encontrados**, já em **Fazenda Nova e Pedra do Rodeadouro**, o ideal seria a **instalação de centros interpretativos** para orientar os visitantes. Porém, trata-se de medidas mais restritas, que demandam investimentos financeiros significativos. Neste caso, se justificaria a busca de patrocínio através da iniciativa privada e/ou Poder Público, em ambos os casos, em parceria com o suporte técnico/científico das universidades.



Figura 10.10: Exposição permanente no Museu de Geodiversidade (UFRJ), no Rio de Janeiro/RJ. Fonte: http://www.geologia.ufrj.br/images/pagemaster/Exposicao_06.jpg

- Obras de Acessibilidade e Infraestrutura

A implantação de obras de infraestrutura adequadas é essencial para **garantir a acessibilidade** às áreas de interesse geológico e também **oferecer maior segurança aos visitantes**, proporcionando uma maior interação entre os “geoturistas” e a geodiversidade local. (MOREIRA, 2011) Também são recomendadas no intuito de tentar **reduzir impactos** oriundos da atividade turística desordenada e do acesso do público sem o devido controle, **direcionando o fluxo de pessoas e protegendo áreas mais vulneráveis**.

Dentre os mecanismos de infraestrutura mais recomendados para as áreas de interesse geológico, podem ser citados: **iluminação apropriada, delimitação de trilhas**, construção de **passarelas e escadarias com corrimão, cercas** para proteção de áreas mais frágeis, **sinalização adequada**, instalação de **coletores de lixo** ao longo das trilhas, instalação de **parapeito** próximo aos mirantes, **limpeza** constante, além dos meios interpretativos convencionais já citados anteriormente (**painéis interpretativos, centro de visitantes com oferta de guias** treinados e demais **serviços de alimentação e hospedagem**).

No Agreste de Pernambuco, **algumas áreas já possuem uma boa infraestrutura instalada**, a exemplo da **Pedra Furada, Pedra do Navio, Serra Negra, Fazenda Nova, Caneluras do Lajedão de Pedra** e o Santuário de **Cimbres**. Outras, porém, não possuem nenhum tipo de infraestrutura ou até apresentam alguns mecanismos, mas de forma precária ou mal destruída, são eles: **Milonitos da Serra das Russas, Serra do Pará, Pedra do Martelo, Cachoeiras de Bonito, Pedra do Rodeadouro e Vale do Catimbau**.

Recomenda-se nessas áreas, uma atenção especial e que também se tenham o cuidado para que as obras de infraestrutura instaladas, por mais simples que sejam, **causem o mínimo de impacto** e também sejam pensadas visando **adotar uma arquitetura que se integre à paisagem e não venha a tentar competir com a mesma**, se valendo de cores e materiais inadequados. Neste capítulo, foram citados **bons exemplos que já funcionam bem na prática, seja no Brasil ou no exterior** e que podem e devem ser seguidos e **apoiados tanto por particulares quanto pelo Poder Público** no Agreste de Pernambuco.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O patrimônio geológico da mesorregião do Agreste de Pernambuco apresenta muitas possibilidades de se reverter em fonte de renda e conhecimento para a sociedade. Este trabalho de pesquisa sugere algumas alternativas para o uso sustentável das áreas de interesse geológico (potenciais geossítios e sítios de geodiversidade), através da proposta de uma estratégia de geoconservação com medidas visando o desenvolvimento local, o envolvimento participativo da população e a valorização e divulgação das Geociências.

A questão metodológica que, na fase do projeto representava um papel secundário dentro dos objetivos da pesquisa, durante o desenvolvimento da tese tornou-se um dos pontos principais da análise. Essa necessidade tornou-se maior diante de muitas dificuldades encontradas no início da pesquisa, durante a preparação dos trabalhos de campo, para superar o desafio de trabalhar em uma área extensa e complexa como o Agreste de Pernambuco.

Assim, além de utilizar métodos já existentes e fazer as respectivas análises críticas para inventariar, classificar e quantificar geossítios, também surgiu à idéia de ousar criar novas propostas adaptadas à realidade do semiárido. A maioria das metodologias adaptadas à realidade brasileira existentes possuíam como objeto de estudo áreas de litologia mais homogênea, enquanto que o Agreste de Pernambuco apresenta ambientes litológicos e feições muito distintas entre si, apresentando uma grande variedade de situações peculiares.

Desta forma, a pesquisa da tese foi sendo redirecionada e ganhou novas vertentes após a fase de qualificação, realizada em janeiro de 2015. Muitas dessas novas idéias surgiram após a publicação do trabalho de Brilha (2015), que trouxe novas propostas e levantou a problemática de uma reformulação total no que havia sido apresentado até então no quesito de nomenclatura, inventário e quantificação do patrimônio geológico. As propostas do trabalho de Brilha (2015) tornam-se inspiradoras e configuraram-se em um verdadeiro “divisor de águas” no direcionamento da pesquisa da tese, trazendo consigo muitos desafios.

Durante o período de estágio sanduíche na Universidade do Minho, sob a tutoria do Prof. José Brilha (co-orientador desta tese), através de muitos debates, trabalhos de campo e confrontos com aplicações práticas e bem sucedidas de medidas de geoconservação das mais diversas em Portugal e na Espanha, abriu-se um leque de possibilidades com ideias que poderiam ser perfeitamente adaptadas à realidade do semiárido nordestino.

Os resultados obtidos foram fruto de muitos testes e adaptações de modo a tentar conseguir sugerir um plano completo de geoconservação para o Agreste de Pernambuco, com propostas que abarcam desde a fase de seleção das amostras a serem trabalhadas, passando pelo inventário, caracterização, quantificação, seleção e direcionamento de dados, além da proposição de medidas práticas a serem adotadas em cada caso.

Para a elaboração de novos métodos, algumas ferramentas matemáticas se mostraram muito úteis, a exemplo de métodos estatísticos, representações gráficas, planos cartesianos, diagramas diversos e análise matricial. Tomou-se ainda o cuidado de que a análise através dos métodos matemáticos não se tornassem meramente quantitativas, atribuindo as mesmas a possibilidade da subjetividade necessária quando se trabalha com elementos da natureza.

As 12 áreas de interesse geológico (três geossítios e nove sítios de geodiversidade) selecionadas para compor a amostra do patrimônio geológico o Agreste de Pernambuco, tiveram como critério de escolha sua representatividade com base em critérios qualitativos (científica/educacional/turística), mas a justificativa da representatividade da mesma dentro da área de estudos baseou-se em elementos estatísticos e teoria de conjuntos (diagrama de Venn), analisando diferentes categorias temáticas e mostrou-se satisfatória para este trabalho.

Após definida a validade da amostra, também foi realizada a descrição das áreas de interesse geológico selecionadas. O inventário e coleta de dados para a caracterização foram possíveis através do uso de uma ficha de campo desenvolvida especialmente pra a área de estudos e que possibilitou uma maior praticidade por ser mais objetiva e resumida em uma pagina (tamanho “A4”), além de possibilitar uma quantificação e criação de *pré-ranking* simultâneo. O levantamento fotográfico e a análise mais detalhada das feições geológicas e geomorfológicas encontradas também foram apresentados. O uso dessas informações pode ser útil para auxiliar na divulgação e elaboração de planos de manejo para esses locais.

A criação de novas metodologias de quantificação surgiu a partir de diversos testes utilizando como base métodos já consolidados (Brilha, 2005; Pereira, 2010; Brilha, 2015) e aplicados a amostra de geossítios e sítios de geodiversidade no Agreste de Pernambuco. Como resultado, foram obtidas e aplicadas três novas propostas: duas simplificações de métodos já existentes e o surgimento de um novo. As simplificações dos métodos de Brilha 2005 e 2015 partiram de testes e cálculos diversos, eliminando gradativamente os critérios menos essenciais para a manutenção das posições dos *rankings*, chegando até o limite possível para não causar alterações. Já o novo método é inspirado nos anteriores, mas possui parâmetros próprios e é realizado simultaneamente ao inventario, através das fichas de campo.

A etapa seguinte desta pesquisa veio para suprir uma necessidade encontrada durante os trabalhos de quantificação e responder à seguinte pergunta: “*Seria possível classificar os resultados de quantificação e direcionar medidas através dos mesmos?*”. Dos métodos existentes até então, em quase sua totalidade, os resultados são analisados a partir da criação de *rankings* de prioridade ou urgência e o direcionamento de medidas e classificações costumam ser realizados através de critérios subjetivos predefinidos. Assim, foram realizados testes diversos, utilizando algumas ferramentas matemáticas (gráficos, matrizes e diagramas distintos), o que resultou em sete novas propostas de classificação de dados de quantificação diferentes. Embora ainda precisem de alguns ajustes, os resultados preliminares se mostraram satisfatórios e puderam ser aplicados à amostra selecionada para esta tese.

E, por fim, utilizando os resultados do direcionamento dos dados também foi proposta uma estratégia de geoconservação adequada ao Agreste de Pernambuco, através de sugestões de medidas de valorização, divulgação e monitoramento, levando em consideração as peculiaridades e a situação atual de cada uma das áreas de interesse geológico selecionadas, além de realizar projeções de resultados em curto, médio e longo prazo.

Acredita-se que os resultados aplicados à amostra de áreas de interesse geológico no Agreste foram, de forma geral, satisfatórios. Os novos métodos apresentados necessitam ainda de alguns ajustes e certamente poderão ser aperfeiçoados ou até mesmo descartados conforme se avancem os estudos para o desenvolvimento de novas metodologias. Espera-se ainda que os mesmos sejam testados em outras realidades para que os resultados possam ser confrontados com os aqui apresentados. Dentre outras propostas, sugere-se a mudança de nomenclatura dos “sítios de geodiversidade” propostos por Brilha (2015) para “*GID = Geossítio de Interesses Diversos*” em contrapartida aos geossítios que poderiam ser chamados “*GIC = Geossítio de Interesse Científico*”, utilizando preferencialmente as siglas.

O semiárido nordestino brasileiro é uma região rica em geodiversidade, todavia, ainda subutiliza boa parte desse potencial, desconhecendo os benefícios do geoconservação. Muitas áreas ainda necessitam ser identificadas e catalogadas, de modo a produzir “matéria-prima” para que a ciência continue em evolução. Espera-se que a consciência geoconservacionista se alastre na região, seguindo os exemplos positivos já aplicados em diversas partes do mundo e promovendo um desenvolvimento local efetivo e de bases sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- ACCIOLY, A. C.A. 2000. *Geologia, Geoquímica e Significado Tectônico do Complexo Metanortosítico de Passira – Província Borborema – Nordeste Brasileiro*. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Brazil. 168p.
- ALMEIDA, F.F.M., HASUI, Y., BRITO NEVES, B.B., FUCK, R.A. 1977. Províncias Estruturais Brasileiras. 1977. In: *Simpósio de Geologia do Nordeste*, 8.Campina Grande, 1977. Atas. Campina Grande, SBG/NE, p. 363-391.
- ANDRADE, M. C. de.(org.). *Atlas escolar, Pernambuco: espaço geo-histórico e cultural*. 2º.ed. ampliada e atualizada. João Pessoa: Ed. GRAFSET, 2003. 160 p.
- ANDRADE-LIMA, D. 1982. Present day forest refuges in Northeastern Brazil. Pp. 245-254, in: PRANCE, G.T. (ed.). *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York
- ANDRADE-LIMA, D. 1966. Esboço fitoecológico de alguns “brejos” de Pernambuco. *Boletim Técnico*. Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco, 8:3-9.
- ARAÚJO, E. L. da S. *Geoturismo: conceptualização, implementação e exemplo de aplicação ao Vale do Rio Douro no Setor Porto-Pinhão*. 2005. 219 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Escola de Ciências, Universidade do Minho, Minho, 2005
- ARRUDA, K. E. C. 2013. *Geodiversidade no município de Araripina-PE*, Nordeste do Brasil. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Geociências, Recife, 113f.
- BARRETO, P. M. C. 1968. O Paleozóico da Bacia do Jatobá. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, v.17, n.1, p. 29-45,
- BRASIL. *lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000*. Regulamenta o artigo 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br /port/sbf/dap/doc/snuc.pdf](http://www.mma.gov.br/port/sbf/dap/doc/snuc.pdf)>. Acesso em: 10 setembro de 2014.
- BRILHA, J. 2015. "Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review", *Geoheritage*, 1: 1 - 1. doi: [10.1007/s12371-014-0139-3](https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3)
- BRILHA, J. 2005. *Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da Natureza na sua vertente geológica*. Palimage Editora. 190 p.
- BRITO NEVES, B.B., 1975. *Regionalização Geotectônica do Pré-Cambriano Nordestino*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 198p.

BRITO NEVES, B. B.; CORDANI, U. G.. Problemas Geocronológicos do Geossinclinal Sergipano e do seu embasamento. In: XXVII Congresso Brasileiro de Geologia, 1973, Aracajú. *Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Geologia*. Aracajú: Núcleo da Bahia da Sociedade Brasileira de Geologia, 1973. v. 2. p. 67-78.

BRITO NEVES, B.B., VAN SCHMUS, W.R., SANTOS, E.J., CAMPOS NETO, M.C., KOZUCH, M., 1995. *O Evento Cariris Velhos na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas*. RBG: 25(4):279-296.

BRITO NEVES, B.B.; SANTOS, E.J.; VAN SCHMUS, W.R. 2000. Tectonic history of the Borborema Province, Northeastern Brazil, p. 151-182. In: CORDANI, U.G., MILANI, E.J., THOMAZ FILHO, A., CAMPOS D.A. 2000. Tectonic evolution of South America. 31st *International Geological Congress*, Agosto 6-17, 2000. Rio de Janeiro-Brazil. 855p.

BRITO NEVES, B.B., CAMPOS NETO, M.C., VAN SCHMUS, W.R., SANTOS, E.J. 2001. O sistema “Pajeú-Paraíba” e o “Maciço” São José do Campestre no leste da Borborema. *Revista Brasileira de Geociências*: v. 31, n. 2: 173-184.

CABRAL, F.J.G. 2002. *Paraíso terreal: a rebelião sebastianista na Serra do Rodeador*. Pernambuco, 1820. Dissertação (mestrado) - História. Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Recife, 2002. 126 folhas

CARCAVILLA URQUI, L. 2012. *Geoconservación*. Editora Los libros de la Catarata, 128p.

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

CORSINI, M.; VAUCHEZ, A.; ARCHANJO, C.J.; JARDIM DE SÁ, E.F. 1991. Strain transfer at continental scale from a transcurrent shear zone to a transpressional fold belt: the Patos-Seridó system, northeastern Brazil: *Geology*, 19: 586-589

CPRM. *Geobank*. Base de dados sobre unidades geológicas. Dados de: 2001/2002. Disponível em: <<http://geobank.cprm.gov.br/>>. Acesso em: dezembro de 2014.

CPRM, 2014 – Banco de dados (*Shapefile*): arquivos vetoriais.

DANTAS, E. L.; VAN SCHMUS, W. R.; HACKSPACHER, P. C.; BRITO NEVES, B. B.; FETTER, A.; CORDANI, U. G.; NUTMANN, A.; WILLIAMS, I. S. 2004. The 3.4-3.5 Ga São José do Campestre Massif, NE Brazil: remnants of the oldest crust in South America. *Precambrian Research*, v. 130, p. 113-137.

DAVISON, I. 1987. Acreção de terrenos e colisão oblíqua do Proterozóico Superior na Faixa Sergipana. In: *Boletim de Resumos do Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos (SNET)*, v. 1: pp. 87-89.

FERREIRA, R. V. 2008. *Mapeamento geomorfológico e de processos erosivos da bacia hidrográfica do Rio Botafogo - PE, utilizando técnicas de geoprocessamento*. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Geociências, Recife, 2008. 113f.

FERREIRA, R.V., MARIANO, G., GUIMARÃES, T.O; SANTOS, E. M. 2014 Atrativos geoturísticos. In: TORRES, F.S.M.; PFALTZGRAFF, P.A.S. (Orgs.) *Geodiversidade do Estado de Pernambuco*. Recife: CPRM. p.151-170.

FERREIRA V.P., SIAL A.N., JARDIM DE SÁ E.F. 1998. Geochemical and isotopic signatures of the Proterozoic granitoids in terrenos of the Borborema Province, northeastern Brazil. *J. South A. Earth Sci.*, 11(5):439-455.

FETTER, A.H., VAN SCHMUS, W. R., SANTOS, T.J.S., NOGUEIRA NETO, J.A., ARTHAUD, M. H., 2000 – U-Pb and Sm-Nd geochronological constraints on the crustal evolution of basement architecture of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the existence of the Paleoproterozoic supercontinent ‘Atlantica’. *Revista Brasileira de Geociências*, 30: 102-106.

FERNANDES, M. G. P. 1999. *Estatística aplicada*. Braga: Universidade do Minho. Disponível em: <www.norg.uminho.pt/emgpf/documentos/Aplicada.pdf>

FERREIRA, B. 2014. *Geodiversidade do Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Recife. Tese de Doutorado, 254p.

FRANÇA, L. F. de O. 2015. *Geodiversidade como ferramenta para o desenvolvimento geoturístico do município de Lagoa dos Gatos- PE*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Recife. Tese de Doutorado, 256folhas.

FUÉRTES-GUTIÉRREZ I., FERNANDEZ-MARTINEZ E. Geosites inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): a tool to introduce geoheritage into regional environmental management. *Geoheritage*, 2:57-75, 2010.

FUNDARPE, 2014. Estado de Pernambuco. Banco de Dados – Shapefile: arquivos vetoriais.

GOMES, H. A.. 2007. *Geoquímica e contexto tectônico de leucogranitos peraluminosos do batólito Bonito-Gameleira, Domínio Pernambuco-Alagoas, Província Borborema, NE do Brasil*. Tese de doutorado, Pós-Graduação em Geociências - UFPE. 173p (+ 1 Mapa)

GOMES, H. A.; SANTOS, E. J. (orgs). 2001. *Geologia e Recursos Minerais do Estado de Pernambuco*. CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Recife, 101 p. il. (2 mapas). Escala 1:500.000

GOOGLE EARTH. *Imagem de Satélite* (recorte do município de Pedra/PE - Brasil). Data das imagens: 08/03/2013. Disponível em: <http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>

GRAY, M. 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley and Sons, Chichester, England. 434 p.

GUIMARÃES, T. de O. 2013. *Geoconservação: mapeamento, descrição e propostas de divulgação de trilhas geoturísticas no parque metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti - Cabo de Santo Agostinho/PE - Brasil*. Dissertação (mestrado) - UFPE, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências. Recife, 2013. 153 f.

GUIMARÃES, I. P.; SILVA FILHO, A. F. 1992. Evolução petrológica e geoquímica do complexo Bom Jardim, Pernambuco. In: *Revista Brasileira de Geociências*. 22 (1): 3-20.

GUSMÃO, J. 1997. *Aventura no Vale do Catimbau*. Recife: Bagaço, 131 p.

HOSE, T. A. 2000. “Geoturismo” europeo. Interpretación geológica y promoción de la conservación geológica para turistas. In: *Patrimonio geológico: conservación y gestión* (Eds. D. Baretino, W.A.P. Wimbledon & E. Gallego). Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid, p. 137-159.

HOSE, T. A. 1995. Selling the Story of Britain’s Stone. *Environmental Interpretation*. V. 2. 10: 16-17.

IBGE. 2011. *Anuário Estatístico do Brasil*. IBGE. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?view=detalhes&id=720>>

IBGE. 2010. *Censo Demográfico do Brasil*. IBGE. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25/02/2011.

JARDIM DE SÁ, E.F., 1994. *A faixa Seridó (Província Borborema NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na cadeia Brasileira-Panafricana*. Tese de Doutorado. Inst. De Geociências da Universidade de Brasília, 804p.

JARDIM DE SÁ, E. F. et al. 1997. Syntectonic alkalic granites emplaced in Brasileiro - age strike slip/extensional setting (Eastern Seridó belt, NE Brazil). In: *International Symposium on Granites and Associated Mineralizations (ISGAM)*, 2, 1997, Salvador. Extended abstract and program. Salvador: CBPM/SGM, 1997. 335p. p.310-312.

KOZUCH, M., BITTAR, S. B., VAN SCHMUS, W. R., and BRITO NEVES, B. B., 1997, Late Mesoproterozoic and middle Neoproterozoic magmatism in the zone transversal of the Borborema province: XVII Simpósio de Geologia do Nordeste, Boletim, v. 15, p. 47–50.

LEONE, R., NASCIMENTO, R. Q. do, LEONE, G. G. et al. Proposta de mensuração de risco baseado em utilidade. *Rev. contab. finanç.*, 2007, vol.18, no.44, p.23-32. ISSN 1519-7077.

LINS, R.C. 1989. *As Áreas de Exceção do Agreste de Pernambuco*. Série Estudos Regionais. nº 20. Recife, SUDENE. 402p.

MARCONI, M. de A; LAKATOS, E. M.. *Técnicas de Pesquisa*. São Paulo: Atlas Ed., 2002. 282p.

MARIANO, G.; BARBOSA, A. Riolito, O vulcão Pernambucano. In: *Terrae*. Série didática, v. 3, p. 92-96, 2007.

MARIANO, G; CORREIA, P. B.; FERREIRA, R. V. ACCOLY, A. C. A de. 2013. Pedra Furada de Venturosa, PE - Raro arco granítico com enclaves dioríticos. In: WINGE, M. et al. (Edit.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Disponível em: endereço <http://sigep.cprm.gov.br/sítio063/sítio063.pdf>

MARIANO, G.; NEVES, S.P.; DA SILVA FILHO, A.F.; GUIMARÃES, I.P. 2001. Diorites of the high-K calc-alkalic association: Geochemistry and Sm-Nd data and implications for the evolution of the Borborema Province, Northeast Brazil. *Intern. Geol. Review*, 43:921-929.

MATTAR, F.N. 2001. Pesquisa de Marketing. 3ª Ed. São Paulo: Atlas.

MAYO, S.J. & V.P.B. FEVEREIRO. 1982. *Mata do Pau-Ferro: a pilot study of the brejo forest of Paraíba, Brazil*. Royal Botanic Gardens, Kew.

MELLO, A.A.; COSTA, A.C.; MENDES, V.A.; HAMA, M. 1977. Elementos tectono-estruturais do nordeste meridional. Parte dos Estados de Paraíba e Pernambuco. In: *Simp. Geol. Nordeste*, 8. Campina Grande, 1977. *Anais...* Campina Grande, SBG. p. 346-367.

MONDEJAR, G; REMO, A. 2004. Conclusiones y recomendaciones de la V Reunion Nacional de la Comision de Patrimonio Geologico de la Sociedad Geológica de Espana. In: MONDEJAR, G; REMO, A. *El patrimonio geológico: Cultura, Turismo y Médio Ambiente*. Actas V Reunion Nacional de la Comision del Patrimônio Geológico. Madrid: p. 333-340.

MOREIRA, J. C. 2011. *Geoturismo e Interpretação Ambiental*. Ponta Grossa/Paraná: Editora da UEPG. 157p.

MOREIRA, J.C. 2008. *Patrimônio Geológico em Unidades de Conservação: atividades interpretativas, educativas e geoturísticas*. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Tese de Doutorado, 428p.

NASCIMENTO, M. A. L.; RUCHKYS, U. A.; MANTESSO-NETO, V. 2008. *Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 84 p.

NASCIMENTO, M. A. L. 2003. *Geologia, geocronologia, geoquímica e petrogênese das rochas ígneas cretácicas da província magmática do Cabo e suas relações com as unidades sedimentares da Bacia de Pernambuco (NE do Brasil)*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade federal do Rio Grande do Norte. 236p.

NEUMANN, V.H.M.L.; ROCHA, D.E.G.A. 2014. Stratigraphy of the Post-Rift Sequences of the Jatobá Basin, Northeastern Brazil. In: Rocha, R.; Pais, J.; Kullberg, J.C.; Finney, S. (Eds.). *Strati 2013*. Cham: Springer International Publishing, p. 553-557.

NEVES, S.P. 2000. Província Borborema: uma colagem de terrenos ou orógeno intracontinental? *XVIII Simpósio de Geologia do Nordeste*, Recife, 2000, SBG/NE. Resumos, Boletim n° 16, p 139.

NEVES, S.P & MARIANO, G. 1999. Assessing in tectonic significance of a large-scale transcurrent shear zone system: the Pernambuco Lineament, Northeastern Brazil. *Journal of Structural Geology*, 21: 1369-1383.

NEVES, S.P. & MARIANO, G. 1997. Segmentação lateral e transversal da porção leste do Lineamento Pernambuco: Implicações Tectônicas. *XVII Simpósio de Geologia do Nordeste*, Fortaleza, SBG/NE: p. 91-94.

PELLEGRINI, F.A. 2000. *Ecologia, cultura e turismo*. Coleção turismo, Papirus, São Paulo, 188p.

PEREIRA, D.I.; PEREIRA, P. BRILHA, J. SANTOS, L. 2013. *Geodiversity Assessment of Parana State (Brazil): An Innovative Approach*. Environmental Management, v.52, p.541-522. Disponível em <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00267-013-0100-2>> Acesso em: Outubro de 2014.

PEREIRA, R .G. F. de A. 2010. *Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil)*. Tese de Doutorado em Ciências – Especialidade em Geologia. Universidade do Minho Portugal. 2010, 317 f.

RUCHKYS, U. A. 2007. *Patrimônio Geológico e Geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para a criação de um geoparque da UNESCO*. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Tese de Doutorado, 211p.

SÁ, J.M.; MCREATH, I.; LETERRIER, J. 1995. Petrology, geochemistry and geodynamic setting of proterozoic igneous suites of the Orós Belt (Borborema Province, Northeast Brazil). *Jo. of South American Earth Sciences* 8:299-314.

SÁ, J. M.; LETERRIER, J.M.; SILVA, E.R. 1997. Augen gnaisses vs augen gnaisses da Faixa Jaguaribeana, NE Brasil: estratigrafia, geoquímica e idades U-Pb. In: *Simpósio de Geologia do Nordeste*, 17. Fortaleza, 1997. *Boletim...* Fortaleza, SBG/NE, n. 15, p.113-1176.

SAMPAIO, M. A. F.. 2005. *Petrologia, Geoquímica e Evolução Crustal do Complexo Granítico Esperança, Terreno Alto Pajeú, do Domínio da Zona Transversal, Província Borborema, Nordeste Brasileiro*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Recife. Tese de Doutorado, 258p.

SANTOS, E. M. 2012. *Diagnostico da geodiversidade e potencial geoturístico do município de Bonito, Agreste de Pernambuco*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Recife. Dissertação de Mestrado, 113 folhas.

SANTOS, E.J. 1995. *O complexo granítico Lagoa das Pedras: acreção e colisão na região de Floresta (Pernambuco), Província Borborema*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo). São Paulo, 219p

SANTOS, E. J. 2001. Soldagem metamórfica, suturamento plutônico e outros mecanismos de amalgamação de terrenos da Província da Borborema. *VIII Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos-SNET*. Recife-PE. Anais, p. 107-110.

SANTOS, E. J. 2000. *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil*. Belém do São Francisco. Folha SC.24-X-A. Estado de Pernambuco, Alagoas e Bahia. Escala 1:250.000. Geologia e metalogênese. [CD ROM] Recife: CPRM. Disponível em 1CD.

SANTOS, E.J. 1998. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Carta Geológica. Escala 1:250.000 (Folha SC.24-X-A- Belém do São Francisco). Brasília, CPRM.

SANTOS, E.J. 1996. Ensaio preliminar sobre terrenos e tectônica acrescionária na Província Borborema. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, Salvador, 1996. Anais. Salvador, SBG/NÚCLEO BAHIA-SERGIPE, 6:47-50.

SANTOS, E.J. & BRITO NEVES, B.B., 1984. Província Borborema. In: Almeida, F.F.M & Hasuy, Y. (coords). *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Edgar Blucher, p.123-186.

SANTOS E.J., OLIVEIRA R.G., PAIVA I.P. 1997. Terrenos do Domínio Transversal da Província Borborema: controles sobre acreção e retrabalhamento crustais ao sul do Lineamento Patos. In: SBG, Simpósio de Geologia do Nordeste, 17, *Resumos Expandidos*, p. 11-14.

SANTOS, E.J.; FERREIRA, C.A.; SILVA JR., J.M.F. 2002. Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba. Brasília: CPRM/Serviço Geológico do Brasil. Texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do Estado de Pernambuco. 142p. il. 2 mapas. Escala: 1:500.000.

SCHOBENHAUS, C. 2005. *Projeto Geoparques - CPRM*. Disponível em: <http://www.degeo.ufop.br/terraCiencias/coloquios/IIcoloquio/doc_base/Projeto_Geoparques.pdf>. Acesso em: 11/11/2011. Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Brasília. 8p.

SEABRA, G.; MARIANO, G. 2004. Turismo rural no Agreste Pernambucano: o caminho das pedras é também das flores e dos frutos. In: *IV Congresso Internacional sobre Turismo Rural e Desenvolvimento Sustentável*. Joinville/SC. Disponível em: <http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/DowContador?OpenAgent&unid=18307110787C58A783256F7F004B1CEF>

SEMARH. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Sergipe. *Plano de manejo do monumento natural Grotta do Angico*. 2011. 55f

SENA, J.P.O.; MELO, J.S.; LUCENA, D.B.; MELO, E.C.S. 2012. Comparação entre dados de chuva derivados do Climate Prediction Center e observados para a região do Cariri Paraibano. *Revista Brasileira de Geografia Física*. v. 2.p. 412-420.

SHARPLES, C. 2002. *Concepts and principles of geoconservation*. Tasmanian Parks & Wildlife Service. 81p.

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

SILVA, F. M. 2013. *Tafonomia em tanque de Fazenda Nova, município de Brejo da Madre de Deus e sistemática dos mamíferos fósseis do Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Recife. Tese de doutorado, 106 folhas.

SILVA FILHO A.F., GUIMARÃES I.P., VAN SCHMUS W.R. 2002. Crustal evolution of the Pernambuco-Alagoas Complex, Borborema province, NE Brazil: Nd isotopic data from neoproterozoic Gneisses. *Godwana Research*, 5(2):409

SILVA JUNIOR, Edvaldo Dias da. 2013. *Levantamento do potencial geoturístico do Parque Nacional do Catimbau - PE como subsídio para criação de um futuro geoparque*. Dissertação

(mestrado) - UFPE, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Recife, 2013. 89 f.

SIMÕES, L.C., MANSUR, K.L., BRITO, M.F. 2011. O mapa dos caminhos de Darwin n Rio de Janeiro: implantação de um projeto de popularização da ciência histórica. In: *Scientiarum Historia*, IV, Universidade Federal do Riode Janeiro, Rio de Janeiro. Anais, p. 1-7.

STANLEY, M. 2000. Geodiversity. In: *Earth Heritage*. 14: 15-18.

STRECKEISEN, A. 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Sci. Rev.*, 12:1-33.

UCEDA CENDRERO, A. 2000. Patrimonio geológico; diagnóstico, clasificación y valoración. In: *Jornadas sobre Patrimonio Geológico y Desarrollo Sostenible*, J.P. Suárez-Valgrande (Coord.), Soria, 22-24 Septiembre 1999, Serie Monografías, Ministério de Medio Ambiente, España, pp. 23-37.

UNESCO. 2014. *Global Geoparks Network*. Disponível em: <<http://www.europeangeoparks.org/isisite/page/52,1,0.asp?mu=4&cmu=30&thID=0>>. Acesso em outubro/2014.

UNESCO. 2004. Operational Guideline for National Geoparks seeking UNESCO's Assistance. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001503/150332eo.pdf>>, Acesso em: 20/11/2014. 18 p.

VAN SCHMUS, W.R., BRITO NEVES, B.B., HACKSPACHER, P., BABINSKI, M., 1995. U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of the eastern Borborema Province, Northeastern Brazil: initial conclusions. *J. South Am. Earth Science*, 8:267-288.

VAUCHEZ, A.; NEVES, S.P.; CABY, R.; CORSINI, M.; EGIDIO-SILVA, M.; ARTHAUD, M.; AMARO, V. 1995. The Borborema Shear Zone System, NE Brazil. *Journ. South Amer. Earth Sci.*, 8:247-266.

APÊNDICES

APÊNDICES “A”

 		UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Centro de Tecnologia e Geociências Programa de Pós-Graduação em Geociências Tese de Doutorado – Edjane Santos (2016)			
FICHAS DE INVENTÁRIO PARA TRABALHOS DE CAMPO					
Nome	MILONITOS DA SERRA DAS RUSSAS	Código	AGT 01		
Localização	Gravatá/PE	Categoria	GEOSSÍTIO		
Coordenadas	UTM: 227578L / 9096364N	Tipo	Seção		
Unidade Geomorfológica	Planalto da Borborema	Cota Topográfica	426m		
Contexto Geológico	Suítes Magmáticas / Complexo Belém de São Francisco.	Litologia Predominante	Metamórfica (Milonitos)		
Folha Geológica CPRM (1:500.000)	Mapa Geológico do Estado de Pernambuco (CPRM-2005)	Carta Topográfica SUDENE (1:100.000)	Folha: Caruaru (SC.25-V-A-I)		
Descrição Geral do Potencial Geossítio					
<p><i>Os “Milonitos da Serra das Russas” ocupam uma área de aproximadamente 0,2 km², às margens da BR-232, na Serra das Russas, Gravatá/PE e possui dois pontos de interesse: o primeiro de caráter geológico (tectono-estrutural): milonitos a ultramilonitos em área aflorante de 60 m de extensão x 15 m altura, onde se formam dobras (sinformes e antiformes) de fácil identificação e com amplitude máxima em torno de 9m, além de lineações de estiramento muito bem desenvolvidas; e o segundo, de caráter geomorfológico (geomorfologia estrutural): um mirante onde pode ser observado um vale tectônico, com vertentes íngremes controladas pelo regime de falhas do Lineamento Pernambuco.</i></p>					
Potencial Geológico/ Científico (PG)			Potencial para Uso e Gestão (PU)		
Raridade	[<input checked="" type="checkbox"/>] Raro [<input type="checkbox"/>] Eventual [<input type="checkbox"/>] Comum		Acessibilidade	[<input checked="" type="checkbox"/>] Fácil [<input type="checkbox"/>] Moderada [<input type="checkbox"/>] Ruim	
<p><i>Dobras dessas dimensões em ultramilonitos são muito raros, inclusive em nível nacional.</i></p>			<p><i>As margens da BR-232.</i></p>		
Visibilidade	[<input checked="" type="checkbox"/>] Boa [<input type="checkbox"/>] Moderada [<input type="checkbox"/>] Ruim		Propriedade	[<input checked="" type="checkbox"/>] Pública [<input type="checkbox"/>] Privada [<input type="checkbox"/>] Mista	
<p><i>Sem cobertura vegetal que impeça a visualização.</i></p>			<p><i>Margem de Rodovia Federal.</i></p>		
Local-Tipo	[<input checked="" type="checkbox"/>] Sim [<input type="checkbox"/>] Secundário [<input type="checkbox"/>] Não		Dimensão/Área	[<input type="checkbox"/>] até 1ha [<input checked="" type="checkbox"/>] até 5ha [<input type="checkbox"/>] > 10ha	
<p><i>Sim. Evidencia tectônica reconhecida internacional.</i></p>			<p><i>Corte de estrada + Mirante na outro lado da BR-232.</i></p>		
Diversidade de Elementos	[<input checked="" type="checkbox"/>] Alta [<input type="checkbox"/>] Média [<input type="checkbox"/>] Baixa		Infraestrutura Local	[<input type="checkbox"/>] Boa [<input type="checkbox"/>] Regular [<input checked="" type="checkbox"/>] Inexistente	
<p><i>Geomorfologia, História geológica do NE do Brasil, Dobras (sinformes e antiformes), Ultramilonitos.</i></p>			<p><i>Inexistente.</i></p>		
Temáticas de Interesse*	[<input checked="" type="checkbox"/>] 4 ou mais temáticas diferentes [<input type="checkbox"/>] de 2 até 3 [<input type="checkbox"/>] Apenas uma		Unidade De Conservação	[<input checked="" type="checkbox"/>] Nenhuma [<input type="checkbox"/>] Particular [<input type="checkbox"/>] Pública Nacional/Estadual	
<p><i>Mineralogia, Petrografia, Tectono-estrutural, Geomorfologia</i></p>			<p><i>Não há registro de “UC” instaurada na área.</i></p>		
Valores Associados**	[<input type="checkbox"/>] Três ou mais [<input checked="" type="checkbox"/>] Até 2 tipos [<input type="checkbox"/>] Nenhum		Uso Atual da Área	[<input checked="" type="checkbox"/>] Nenhum [<input type="checkbox"/>] Turístico [<input type="checkbox"/>] Mineiro/Outros	
<p><i>Estético (Se considerar o mirante do vale ao lado)</i></p>			<p>Somente para aulas de campo/pesquisa em Geologia</p>		
Integridade do Local	[<input type="checkbox"/>] Integro [<input checked="" type="checkbox"/>] Alguma Degradação [<input type="checkbox"/>] Muito Degradado		Público em Potencial	[<input type="checkbox"/>] Inclusive Leigos [<input checked="" type="checkbox"/>] Estudantes [<input type="checkbox"/>] Especialistas	
<p><i>Algumas pichações e lixo.</i></p>			<p><i>O nível de compreensão do todo exige um pouco mais de conhecimento. Mas, especialmente as dobras podem ser facilmente assimiladas por estudantes.</i></p>		
Fragilidade Natural	[<input type="checkbox"/>] Baixa [<input checked="" type="checkbox"/>] Moderada [<input type="checkbox"/>] Alta		Povoamento Mais Próximo	[<input type="checkbox"/>] Povoado/Vila [<input checked="" type="checkbox"/>] Cidade [<input type="checkbox"/>] Município Vizinho	
<p><i>Muitos planos de fratura. Sujeito a desmoronamentos.</i></p>			<p><i>A cidade de Gravatá/PE</i></p>		
Coleta de Amostras	[<input checked="" type="checkbox"/>] Possível [<input type="checkbox"/>] Possível com Restrições [<input type="checkbox"/>] Não deve coletar		Indicadores de Degradação	[<input type="checkbox"/>] Nenhum [<input checked="" type="checkbox"/>] Reversíveis [<input type="checkbox"/>] Irreversíveis	
<p><i>É possível em todo o afloramento sem dados.</i></p>			<p><i>De ação antrópica: pichações.</i></p>		
Conhecimento Científico	[<input checked="" type="checkbox"/>] Tese/Dissertação [<input type="checkbox"/>] Artigo ou Livro [<input type="checkbox"/>] Nenhuma Publicação		Ameaças Futuras	[<input type="checkbox"/>] Nenhuma [<input checked="" type="checkbox"/>] Expansão urbana /industrial [<input type="checkbox"/>] Mineração/Outros	
<p><i>Muitos trabalhos publicados na área.</i></p>			<p><i>Alargamento da rodovia e desmoronamento.</i></p>		
<p>Pontuação atribuída a cada tópico analisado (da esquerda para a direita): [3] > [2] > [1] - * Mineralogia, Geomorfologia, Hidrologia, Paleontologia, Estratigrafia, Petrologia ígnea/metamórfica, etc; ** Estético, Histórico, Cultural, Arqueológico, etc.</p>					

 		UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Centro de Tecnologia e Geociências Programa de Pós-Graduação em Geociências Tese de Doutorado – Edjane Santos (2016)		
FICHAS DE INVENTÁRIO PARA TRABALHOS DE CAMPO				
Nome	VALE DO CATIMBAU	Código	AGT 02	
Localização	Buíque/PE	Categoria	GEOSSÍTIO	
Coordenadas	8°35'31.1"/37°14'52.7"	Tipo	Área Complexa	
Unidade Geomorfológica	Planalto Sedimentar da Bacia do Jatobá	Cota	-----	
Contexto Geológico	Form. Tacaratu/ Bacia Jatobá	Litologia Predominante	Sedimentar (Arenitos)	
Folha Geológica CPRM (1:500.000)	Mapa Geológico do Estado de Pernambuco (CPRM-2005)	Carta Topográfica SUDENE (1:100.000)	Folha Buíque (SC.24-X-B-IV)	
Descrição Geral do Potencial Geossítio				
<p><i>O Vale do Catimbau atualmente encontra-se protegido pela lei do SNUC e foi decretado Parque Nacional da Serra do Catimbau em 2002. Possui uma área total 62.300 hectares e Abrange os municípios de Buíque, Ibirimir e Tupanatinga, sendo que a porção que se encontra em Buíque – único dos 3 municípios no Agreste de Pernambuco – apresenta a porta de entrada para o parque e de onde partem as principais trilhas. A área corresponde a única bacia sedimentar inserida na região Agreste e corresponde aos arenitos da formação Tacaratu, da Bacia do Jatobá, cuja idade remonta a 100 milhões de anos. A região é riquíssima em geoformas erosionais, relevo residual tabular, feições ruíniformes e processos deposicionais que imprimiram nas rochas estruturas sedimentares diversas, a exemplo de estratificações cruzadas, níveis argilosos e conglomeráticos. Apresenta ainda cerca de duas mil cavernas e 28 cavernas-cemitério, além de 30 sítios arqueológicos de relevância nacional e internacional.</i></p>				
Potencial Geológico/ Científico (PG)		Potencial para Uso e Gestão (PU)		
Raridade	<input checked="" type="checkbox"/> Raro <input type="checkbox"/> Eventual <input type="checkbox"/> Comum	Acessibilidade	<input type="checkbox"/> Fácil <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim	
<i>Bacias sedimentar e o único exemplo no Agreste de PE.</i>		<i>Algumas trilhas são mais suaves (Chapadão) e outras, porém, são mais difíceis (Jerusalém).</i>		
Visibilidade	<input checked="" type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim	Propriedade	<input checked="" type="checkbox"/> Pública <input type="checkbox"/> Privada <input type="checkbox"/> Mista	
<i>De forma, geral, não há problemas em visualizar as feições encontradas ao longo das trilhas do Catimbau.</i>		<i>Parque Nacional (Área Federal)</i>		
Local-Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Secundário <input type="checkbox"/> Não	Dimensão/Área	<input type="checkbox"/> até 1ha <input type="checkbox"/> até 5ha <input checked="" type="checkbox"/> > 10ha	
<i>É o melhor exemplo dessas estruturas sedimentares no Estado de Pernambuco.</i>		<i>62.300 hectares (cerca de 1/3 pertencente ao município de Buíque, no Agreste de Pernambuco).</i>		
Diversidade de Elementos	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa	Infraestrutura Local	<input type="checkbox"/> Boa <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Inexistente	
<i>Geomorfológico, Paleogeográfico, Ambiental, Cultural, História geológica do NE do Brasil.</i>		<i>Há uma associação de guia que vende “geoporutos”</i>		
Temáticas de Interesse*	<input checked="" type="checkbox"/> 4 ou mais temáticas diferentes <input type="checkbox"/> de 2 até 3 <input type="checkbox"/> Apenas uma	Unidade De Conservação	<input type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Particular <input checked="" type="checkbox"/> Pública Nacional/Estadual	
<i>Sedimentologia, Estratigrafia, Geomorfologia, Paleogeografia</i>		<i>PARNA: Parque Nacional do Catimbau</i>		
Valores Associados**	<input checked="" type="checkbox"/> Três ou mais <input type="checkbox"/> Até 2 tipos <input type="checkbox"/> Nenhum	Uso Atual da Área	<input type="checkbox"/> Nenhum <input checked="" type="checkbox"/> Turístico <input type="checkbox"/> Mineiro/Outros	
<i>Estético, Histórico, Cultural, Arqueológico</i>		<i>Turístico e Científico (Pesquisadores)</i>		
Integridade do Local	<input type="checkbox"/> Integro <input checked="" type="checkbox"/> Alguma Degradação <input type="checkbox"/> Muito Degradado	Público em Potencial	<input checked="" type="checkbox"/> Inclusive Leigos <input type="checkbox"/> Estudantes <input type="checkbox"/> Especialistas	
<i>Os guias limpam, mas ainda existem focos de queimadas, danos a pinturas rupestres e a estruturas sedimentares.</i>		<i>A área possui atrativos para diversos públicos.</i>		
Fragilidade Natural	<input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Moderada <input checked="" type="checkbox"/> Alta	Povoamento Mais Próximo	<input checked="" type="checkbox"/> Povoado/Vila <input type="checkbox"/> Cidade <input type="checkbox"/> Município Vizinho	
<i>Apesar de a área ser extensa, possui litologia mais frágil e suscetível a degradação natural e antrópica.</i>		<i>A vila do Catimbau, na entrada do Parque Nacional (município de Buíque).</i>		
Coleta de Amostras	<input type="checkbox"/> Possível <input checked="" type="checkbox"/> Possível com Restrições <input type="checkbox"/> Não deve coletar	Indicadores de Degradação	<input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Reversíveis <input checked="" type="checkbox"/> Irreversíveis	
<i>Possível com autorização do ICMBio (por se tratar de Parque Nacional e Reserva da Biosfera).</i>		<i>Alguns dados a pinturas rupestres e estruturas geomorfológicas são irreversíveis.</i>		
Conhecimento Científico	<input checked="" type="checkbox"/> Tese/Dissertação <input type="checkbox"/> Artigo ou Livro <input type="checkbox"/> Nenhuma publicação	Ameaças Futuras	<input type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Expansão urbana /industrial <input checked="" type="checkbox"/> Mineração/Outros	
<i>Muitos trabalhos científicos publicados na área.</i>		<i>Poliuição, queimadas, desmatamento, extração de areia.</i>		
Pontuação atribuída a cada tópico analisado (da esquerda para a direita): [3] > [2] > [1] - * Mineralogia, Geomorfologia, Hidrologia, Paleontologia, Estratigrafia, Petrologia ígnea/metamórfica, etc; ** Estético, Histórico, Cultural, Arqueológico, etc.				

  			
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Centro de Tecnologia e Geociências Programa de Pós-Graduação em Geociências Tese de Doutorado – Edjane Santos (2016) FICHAS DE INVENTÁRIO PARA TRABALHOS DE CAMPO			
Nome	PEDRA FURADA	Código	AGT 03
Localização	Venturosa/PE	Categoria	GEOSSÍTIO
Coordenadas	8° 34' 30" / 36° 49' 16"	Tipo	Área Complexa
Unidade Geomorfológica	Depressão do Baixo Rio São Francisco	Cota	----
Contexto Geológico	Batólito Alagoinhas	Litologia Predominante	Ígnea Plutônica(Granitos porfiríticos e dioritos)
Folha Geológica CPRM (1:100.000)	Folha: Venturosa (SC.24-X-B-V)	Carta Topográfica SUDENE (1:100.000)	Folha: Venturosa (SC.24-X-B-V)
Descrição Geral do Potencial Geossítio			
<p><i>A Pedra Furada está situada na zona rural do município de Venturosa/PE e trata-se de um raro arco granítico de grandes dimensões (100m de comprimento x 50m de altura no ponto mais alto) e formado através da erosão diferencial atuante nos enclaves dioríticos associados ao mesmo. No arco granítico que forma a Pedra Furada, pode ser visualizado um sistema de fraturas sub-horizontais que contribui para facilitar a queda de blocos por gravidade e a formação de alvéolos na parte inteira do arco. Nas paredes do mesmo estão impressas pinturas rupestres de tradição Agreste e o local também abriga mirante com visão em 360° do relevo da região. O local impressiona por sua beleza e magnitude e é um excelente campo para Geociências. Em 1985, foi inaugurado o Parque Municipal da Pedra Furada, mas ainda são visíveis indícios de degradação na área, como lixo e muitas pichações.</i></p>			
Potencial Geológico/ Científico (PG)		Potencial para Uso e Gestão (PU)	
Raridade	<input checked="" type="checkbox"/> Raro <input type="checkbox"/> Eventual <input type="checkbox"/> Comum	Acessibilidade	<input type="checkbox"/> Fácil <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim
<i>Arco granítico raro (inclusive em proporções nacionais)</i>		<i>A estrada que dá acesso ao parque é de terra mal sinalizada. O acesso ao arco é feito por escadarias.</i>	
Visibilidade	<input checked="" type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim	Propriedade	<input checked="" type="checkbox"/> Pública <input type="checkbox"/> Privada <input type="checkbox"/> Mista
<i>O arco pode ser visto da estrada. No local, não há empecilhos para a visualização das feições da rocha.</i>		<i>Parque municipal, mas não se enquadra na categoria de unidade de geoconservação (SNUC).</i>	
Local-Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Secundário <input type="checkbox"/> Não	Dimensão/Área	<input type="checkbox"/> até 1ha <input type="checkbox"/> até 5ha <input checked="" type="checkbox"/> > 10ha
<i>Melhor exemplo desse tipo de feição (nível regional e possivelmente, também nacional).</i>		<i>Aproximadamente 220km²</i>	
Diversidade de Elementos	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa	Infraestrutura Local	<input type="checkbox"/> Boa <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Inexistente
<i>Geomorfológico, Petrográfico, Culturais (pinturas rupestres), Tecto-estrutural.</i>		<i>Há uma entrada murada, com portaria e escadarias. Mas não há guias, nem placas/folders.</i>	
Temáticas de Interesse*	<input type="checkbox"/> 4 ou mais temáticas diferentes <input checked="" type="checkbox"/> de 2 até 3 <input type="checkbox"/> Apenas uma	Unidade De Conservação	<input type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Particular <input checked="" type="checkbox"/> Pública Nacional/Estadual
<i>Geomorfologia, Petrologia Ígnea, Tectono-Estrutural</i>		<i>A área não está inserida da Lei do SNUC, mas está inserida em um parque municipal criado em 1985.</i>	
Valores Associados**	<input checked="" type="checkbox"/> Três ou mais <input type="checkbox"/> Até 2 tipos <input type="checkbox"/> Nenhum	Uso Atual da Área	<input type="checkbox"/> Nenhum <input checked="" type="checkbox"/> Turístico <input type="checkbox"/> Mineiro/Outros
<i>Estético, Cultural, Arqueológico, Histórico</i>		<i>Turismo e prática de esportes radicais (rappel).</i>	
Integridade do Local	<input type="checkbox"/> Integro <input checked="" type="checkbox"/> Alguma Degradação <input type="checkbox"/> Muito Degradado	Público em Potencial	<input checked="" type="checkbox"/> Inclusive Leigos <input type="checkbox"/> Estudantes <input type="checkbox"/> Especialistas
<i>Pichações e “reboco” sobre a parede de pinturas rupestres. Além da presença de lixo em alguns pontos.</i>		<i>Todas as idades e todos os níveis de entendimento.</i>	
Fragilidade Natural	<input type="checkbox"/> Baixa <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Alta	Povoamento Mais Próximo	<input checked="" type="checkbox"/> Povoado/Vila <input type="checkbox"/> Cidade <input type="checkbox"/> Município Vizinho
<i>Porção diorítica e pinturas rupestres são mais frágeis.</i>		<i>Existem moradias espalhadas ao longo da estrada entre a pedra furada e a cidade de Venturosa.</i>	
Coleta de Amostras	<input type="checkbox"/> Possível <input checked="" type="checkbox"/> Possível com Restrições <input type="checkbox"/> Não deve coletar	Indicadores de Degradação	<input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Reversíveis <input checked="" type="checkbox"/> Irreversíveis
.		<i>Danos as pinturas rupestres (pichação/reboco)</i>	
Conhecimento Científico	<input type="checkbox"/> Tese/Dissertação <input checked="" type="checkbox"/> Artigo ou Livro <input type="checkbox"/> Nenhuma Publicação	Ameaças Futuras	<input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Expansão urbana /industrial <input type="checkbox"/> Mineração/Outros
<i>Existem alguns trabalhos acadêmicos sobre a área.</i>		<i>Protegida pelo parque.</i>	
Pontuação atribuída a cada tópico analisado (da esquerda para a direita): [3] > [2] > [1] - * Mineralogia, Geomorfologia, Hidrologia, Paleontologia, Estratigrafia, Petrologia ígnea/metamórfica, etc; ** Estético, Histórico, Cultural, Arqueológico, etc.			

  			
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Centro de Tecnologia e Geociências Programa de Pós-Graduação em Geociências Tese de Doutorado – Edjane Santos (2016)			
FICHAS DE INVENTÁRIO PARA TRABALHOS DE CAMPO			
Nome	PEDRA DO NAVIO	Código	AGT 04
Localização	Bom Jardim/PE	Categoria	SÍTIO DE GEODIVERSIDADE
Coordenadas	UTM: 0211843 E / 9136522 N	Tipo	Ponto
Unidade Geomorfológica	Planalto da Borborema	Cota	435m
Contexto Geológico	Complexo Bom Jardim	Litologia Predominante	Ígnea Plutônica (Sienito)
Folha Geológica CPRM (1:500.000)	Mapa Geológico de PE (2001) (Folha "Surubim" não disponível)	Carta Topográfica SUDENE (1:100.000)	Folha: Surubim (SB.25-Y-C-IV)
Descrição Geral do Potencial Geossítio			
<p><i>A Pedra do Navio é um grande corpo sienítico que possui o formato parecido com o casco de uma embarcação antiga, razão que justifica seu nome. Suas dimensões são de, aproximadamente: 10m de altura, 15m da "proa" a "popa" e larguras variando de 5m (extremidades) a 10m (centro do "casco"). Geologicamente inserida no complexo Bom Jardim, o formato inusitado deste grande "matacão" foi originado pela ação do intemperismo químico que ocasiona erosão diferencial sobre a rocha pobre em quartzo e repleta de feno cristais de K-Feldspato. Essa rocha é muito explorada para fins ornamentais sob o nome de "marrom imperial", possuindo um elevado valor comercial.</i></p>			
Potencial Geológico/ Científico (PG)		Potencial para Uso e Gestão (PU)	
Raridade	<input type="checkbox"/> Raro <input checked="" type="checkbox"/> Eventual <input type="checkbox"/> Comum	Acessibilidade	<input checked="" type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim
<i>Essas feições em matacões são comuns na região, mas não nas mesmas proporções como ocorre no geossítio.</i>		<i>Muito fácil acesso. Fica em uma área aberta, às margens da rodovia PE-088.</i>	
Visibilidade	<input checked="" type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim	Propriedade	<input checked="" type="checkbox"/> Pública <input type="checkbox"/> Privada <input type="checkbox"/> Mista
<i>A área oferece uma visibilidade excelente (de todos os ângulos do matacão – 3 dimensões).</i>		<i>Área pública, pertencente ao município de Bom Jardim, às margens de Rodovia Estadual.</i>	
Local-Tipo	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Secundário <input type="checkbox"/> Não	Dimensão/Área	<input checked="" type="checkbox"/> até 1ha <input type="checkbox"/> até 5ha <input type="checkbox"/> > 10ha
<i>Esse tipo de erosão em matacões é comum na região, mas a pedra do Navio é um bom exemplo para estudo.</i>		<i>A área do geossítio em si, não é muito extensa, com aproximadamente 10x15x7metros.</i>	
Diversidade de Elementos	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa	Infraestrutura Local	<input type="checkbox"/> Boa <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Inexistente
<i>Rocha de alto valor comercial e científico, Geoformas, Erosão diferencial, Intemperismo químico.</i>		<i>Alguns barzinhos e barracas bem rudimentares, escadaria de ferro com corrimão e placa de sinalização.</i>	
Temáticas de Interesse*	<input type="checkbox"/> 4 ou mais temáticas diferentes <input checked="" type="checkbox"/> de 2 até 3 <input type="checkbox"/> Apenas uma	Unidade De Conservação	<input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Particular <input type="checkbox"/> Pública Nacional/Estadual
<i>Mineralogia, Petrografia, Geomorfologia.</i>		<i>Não há registro de "UC" instaurada na área.</i>	
Valores Associados**	<input type="checkbox"/> Três ou mais <input checked="" type="checkbox"/> Até 2 tipos <input type="checkbox"/> Nenhum	Uso Atual da Área	<input type="checkbox"/> Nenhum <input checked="" type="checkbox"/> Turístico <input type="checkbox"/> Mineiro/Outros
<i>Estético, Cultural</i>		<i>Principal ponto turístico da cidade de Bom Jardim.</i>	
Integridade do Local	<input type="checkbox"/> Integro <input checked="" type="checkbox"/> Alguma Degradação <input type="checkbox"/> Muito Degradado	Público em Potencial	<input checked="" type="checkbox"/> Inclusive Leigos <input type="checkbox"/> Estudantes <input type="checkbox"/> Especialistas
<i>O local está preservado, mas existem alguns indícios de degradação: muitas pichações para "registrar a visita" e também visualiza-se lixo (em menor proporção).</i>		<i>A área é bem chamativa pelo formato, depois sempre surgem dúvidas do tipo: "como se formou esse navio na 'pedra'?" – que dá margem a explicações.</i>	
Fragilidade Natural	<input type="checkbox"/> Baixa <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Alta	Povoamento Mais Próximo	<input checked="" type="checkbox"/> Povoado/Vila <input type="checkbox"/> Cidade <input type="checkbox"/> Município Vizinho
<i>Apesar de se tratar de uma rocha ígnea, o sienito marrom imperial, pobre em Qz e rico e fenocristais de K-F, torna-se mais susceptível a erosão diferencial.</i>		<i>Existe um arruado nas proximidades do geossítio e a cidade de Bom jardim fica a aproximadamente 5 km.</i>	
Coleta de Amostras	<input type="checkbox"/> Possível <input type="checkbox"/> Possível com Restrições <input checked="" type="checkbox"/> Não deve coletar	Indicadores de Degradação	<input type="checkbox"/> Nenhum <input checked="" type="checkbox"/> Reversíveis <input type="checkbox"/> Irreversíveis
<i>Qualquer coleta de amostras pode danificar bastante a estética e a forma do matacão de sienito.</i>		<i>O lixo pode ser recolhido e as pichações podem ser removidas (causando pouco prejuízo a rocha).</i>	
Conhecimento Científico	<input checked="" type="checkbox"/> Tese/Dissertação <input type="checkbox"/> Artigo ou Livro <input type="checkbox"/> Nenhuma Publicação	Ameaças Futuras	<input type="checkbox"/> Nenhuma <input checked="" type="checkbox"/> Expansão urbana /industrial <input type="checkbox"/> Mineração/Outros
<i>Existem tese, dissertação e artigos que tratam do mapeamento geológico do Complexo Bom Jardim e da mineralogia e petrografia do granito Marrom Imperial.</i>		<i>A princípio pode ocorrer em questão de falta de controle de visitantes, uma futura duplicação da PE 088 (sem previsão) ou exploração para rocha ornamental.</i>	
Pontuação atribuída a cada tópico analisado (da esquerda para a direita): [3] > [2] > [1] - * Mineralogia, Geomorfologia, Hidrologia, Paleontologia, Estratigrafia, Petrologia ígnea/metamórfica, etc; ** Estético, Histórico, Cultural, Arqueológico, etc.			

  			
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Centro de Tecnologia e Geociências Programa de Pós-Graduação em Geociências Tese de Doutorado – Edjane Santos (2016) FICHAS DE INVENTÁRIO PARA TRABALHOS DE CAMPO			
Nome	SERRA DO PARÁ	Código	AGT 05
Localização	Santa Cruz do Capibaribe/PE	Categoria	SÍTIO DE GEODIVERSIDADE
Coordenadas	07° 51' 05.4" / 36° 21' 48.7"	Tipo	Área Complexa
Unidade Geomorfológica	Planalto da Borborema	Cota	979m (topo da serra)
Contexto Geológico	Complexo Surubim-Coroalina	Litologia Predominante	Metamórfica (Gnaiss)
Folha Geológica CPRM (1:100.000)	Folha Santa Cruz do Capibaribe (SC.24-Z-D-VI)	Carta Topográfica SUDENE (1:100.000)	Folha Santa Cruz do Capibaribe (SC.24-Z-D-VI)
Descrição Geral do Potencial Geossítio			
<p><i>A Serra do Pará corresponde a um afloramento rochoso de grandes proporções (aproximadamente 4,5 mil km²) em forma de arco, composta por gnaisses localmente bandados de granulação média e com coloração variando de cinza clara a esverdeada. Essas rochas, pertencentes ao complexo Surubim-Coroalina apresentam idade Neoproterozóica. O potencial geossítio corresponde a uma área de interesse geológico, apresentando: feições litológicas em gnaisses, falhas, fraturas, esfoliação esferoidal, furnas por colapso de blocos, cacimbas por erosão diferencial e mirante para a geomorfologia local, além de elementos paleontológicos (fósseis de mamíferos da Megafauna ainda não catalogados) e arqueológicos (paredão com muitas pinturas rupestres em tradição Agreste e objetos lítico polidos), que agregam valor ao local, facilitando posteriores projetos de tombamento e/ou outras medidas de geoconservação.</i></p>			
Potencial Geológico/ Científico (PG)		Potencial para Uso e Gestão (PU)	
Raridade	<input type="checkbox"/> Raro <input checked="" type="checkbox"/> Eventual <input type="checkbox"/> Comum	Acessibilidade	<input type="checkbox"/> Fácil <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim
<i>Serras são comuns na região, porém, a serra do Pará se diferencia por reunir muitas temáticas.</i>		<i>Em alguns pontos a acessibilidade é mais fácil, com trilhas planas. Outros, porém, necessitam escadas..</i>	
Visibilidade	<input type="checkbox"/> Boa <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim	Propriedade	<input type="checkbox"/> Pública <input type="checkbox"/> Privada <input checked="" type="checkbox"/> Mista
<i>Em alguns locais a visibilidade é muito boa, em outros, porém, a cobertura vegetal, a altura dos paredões e a escuridão (especialmente as furnas) dificulta a visão.</i>		<i>O acesso é público, mas a serra do Pará encontra-se em três propriedades particulares de donos diferentes.</i>	
Local-Tipo	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Secundário <input checked="" type="checkbox"/> Não	Dimensão/Área	<input type="checkbox"/> até 1ha <input type="checkbox"/> até 5ha <input checked="" type="checkbox"/> > 10ha
<i>Apesar de ser o melhor exemplo de serra com variedade de elementos, não pode ser considerada um local-tipo.</i>		<i>A Serra do Pará é muito extensa. Ainda há necessidade de se repensar as dimensões do geossítio.</i>	
Diversidade de Elementos	<input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa	Infraestrutura Local	<input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Inexistente
<i>Geomorfológico, geológico, ecológico, cultural, paleontológico e arqueológico.</i>		<i>Não há nem placas, nem sinalização, nem iluminação. Apenas algumas trilhas sem muita manutenção.</i>	
Temáticas de Interesse*	<input checked="" type="checkbox"/> 4 ou mais temáticas diferentes <input type="checkbox"/> de 2 até 3 <input type="checkbox"/> Apenas uma	Unidade De Conservação	<input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Particular <input type="checkbox"/> Pública Nacional/Estadual
<i>Petrologia, Tectono-Estrutural, Geomorfológico, Paleontológico</i>		<i>Não.</i>	
Valores Associados**	<input checked="" type="checkbox"/> Três ou mais <input type="checkbox"/> Até 2 tipos <input type="checkbox"/> Nenhum	Uso Atual da Área	<input type="checkbox"/> Nenhum <input checked="" type="checkbox"/> Turístico <input type="checkbox"/> Mineiro/Outros
<i>Estético, Histórico, Cultural, Arqueológico</i>		<i>Visitas escolares e de pesquisadores eventuais.</i>	
Integridade do Local	<input type="checkbox"/> Integro <input checked="" type="checkbox"/> Alguma Degradação <input type="checkbox"/> Muito Degradado	Público em Potencial	<input checked="" type="checkbox"/> Inclusive Leigos <input type="checkbox"/> Estudantes <input type="checkbox"/> Especialistas
<i>Pichações em carvão sobre pinturas rupestres, lixo.</i>		<i>Inclusive de escolas de ensino fundamental.</i>	
Fragilidade Natural	<input type="checkbox"/> Baixa <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Alta	Povoamento Mais Próximo	<input checked="" type="checkbox"/> Povoado/Vila <input type="checkbox"/> Cidade <input type="checkbox"/> Município Vizinho
<i>Área de grandes dimensões, relativamente resistente.</i>		<i>Vila do Pará (no início da trilha)</i>	
Coleta de Amostras	<input type="checkbox"/> Possível <input checked="" type="checkbox"/> Possível com Restrições <input type="checkbox"/> Não deve coletar	Indicadores de Degradação	<input type="checkbox"/> Nenhum <input checked="" type="checkbox"/> Reversíveis <input type="checkbox"/> Irreversíveis
----		<i>As pichações são de carvão e o lixo pode ser removido.</i>	
Conhecimento Científico	<input type="checkbox"/> Tese/Dissertação <input checked="" type="checkbox"/> Artigo ou Livro <input type="checkbox"/> Nenhuma publicação	Ameaças Futuras	<input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Expansão urbana /industrial <input type="checkbox"/> Mineração/Outros
<i>Alguns resumos e trabalhos em congressos.</i>		<i>A área ainda é um pouco isolada, portanto, protegida.</i>	
Pontuação atribuída a cada tópico analisado (da esquerda para a direita): [3] > [2] > [1] - * Mineralogia, Geomorfologia, Hidrologia, Paleontologia, Estratigrafia, Petrologia ígnea/metamórfica, etc; ** Estético, Histórico, Cultural, Arqueológico, etc.			

 		UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Centro de Tecnologia e Geociências Programa de Pós-Graduação em Geociências Tese de Doutorado – Edjane Santos (2016)		
FICHAS DE INVENTÁRIO PARA TRABALHOS DE CAMPO				
Nome	CANELURAS DO LAJEDÃO DE PEDRA	Código	AGT 06	
Localização	Pedra/PE	Categoria	SÍTIO DE GEODIVERSIDADE	
Coordenadas	08° 11' 36.7" / 35° 46' 55.5"	Tipo	Ponto	
Unidade Geomorfológica	Depressão do Baixo Rio São Francisco	Cota	----	
Contexto Geológico	Suíte Intrusiva Itaporanga	Litologia Predominante	Ígnea Plutônica (Granito)	
Folha Geológica CPRM (1:100.000)	Folha: Venturosa (SC.24-X-B-V)	Carta Topográfica SUDENE (1:100.000)	Folha: Venturosa (SC.24-X-B-V)	
Descrição Geral do Potencial Geossítio				
<p><i>As caneluras do lajedão estão situadas no município de Pedra/PE e compreendem um grande afloramento (lajedo) que possui um formato de “concha” e ocupa uma área de 0,5 km², inserido na periferia da cidade de Pedra (batizada assim por consequência desse mesmo afloramento). Litologicamente é composto por granitóides de granulação grossa, com alguns enclaves dioríticos. As caneluras, que ocupam toda a superfície do afloramento e possuem dimensões diversas, certamente são oriundas da erosão diferencial atuando sobre a rocha. A mesma erosão diferencial também forma “cacimbas” de variados tamanhos e profundidades, o que pode ser um excelente campo para explicar os processos erosivos. A área mais elevada do afloramento também se configura como um excelente mirante para analisar o relevo da região. (Medidas (Lineares/Planares): 1) 299AZ/17°/204AZ; 2) 205AZ/71°/294AZ</i></p>				
Potencial Geológico/ Científico (PG)		Potencial para Uso e Gestão (PU)		
Raridade	<input type="checkbox"/> Raro <input checked="" type="checkbox"/> Eventual <input type="checkbox"/> Comum	Acessibilidade	<input checked="" type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim	
<i>Lajedos são comuns, mas nessas dimensões e com tantos valores culturais associados é o melhor exemplo.</i>		<i>O acesso é muito fácil através das ruas da cidade de Pedra. Não há vegetação, cercas, nem obstáculos.</i>		
Visibilidade	<input checked="" type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim	Propriedade	<input checked="" type="checkbox"/> Pública <input type="checkbox"/> Privada <input type="checkbox"/> Mista	
<i>O afloramento pode ser visto desde a Rodovia.</i>		<i>Área pertencente a Prefeitura do município.</i>		
Local-Tipo	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Secundário <input checked="" type="checkbox"/> Não	Dimensão/Área	<input type="checkbox"/> até 1ha <input type="checkbox"/> até 5ha <input checked="" type="checkbox"/> > 10ha	
<i>Não se configura apenas pelas feições erosionais.</i>		<i>Aproximadamente 0,5 km²</i>		
Diversidade de Elementos	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa	Infraestrutura Local	<input type="checkbox"/> Boa <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Inexistente	
<i>Geomorfologia, Hidrogeografia, Petrografia.</i>		<i>Há moradias, bar e uma “capela de pedra” ao ar livre.</i>		
Temáticas de Interesse*	<input type="checkbox"/> 4 ou mais temáticas diferentes <input checked="" type="checkbox"/> de 2 até 3 <input type="checkbox"/> Apenas uma	Unidade De Conservação	<input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Particular <input type="checkbox"/> Pública Nacional/Estadual	
<i>Geomorfologia, Petrografia ígnea, Hidrologia</i>		<i>Não há registro de “UC” instaurada na área.</i>		
Valores Associados**	<input type="checkbox"/> Três ou mais <input checked="" type="checkbox"/> Até 2 tipos <input type="checkbox"/> Nenhum	Uso Atual da Área	<input type="checkbox"/> Nenhum <input checked="" type="checkbox"/> Turístico <input type="checkbox"/> Mineiro/Outros	
<i>Estético, Cultural (o nome da cidade foi dado em “homenagem” a este afloramento).</i>		<i>Turístico de baixíssimo apelo local. As pessoas visitam, mas não é considerado um “atrativo”, nem explorado como fonte de renda para a população local.</i>		
Integridade do Local	<input type="checkbox"/> Integro <input checked="" type="checkbox"/> Alguma Degradação <input type="checkbox"/> Muito Degradado	Público em Potencial	<input checked="" type="checkbox"/> Inclusive Leigos <input type="checkbox"/> Estudantes <input type="checkbox"/> Especialistas	
<i>Por estar inserido próximo a habitações, há alguns indícios de degradação (lixo, pichações).</i>		<i>Os processos erosivos podem ser entendidos por públicos de diferentes níveis de escolaridade/idade.</i>		
Fragilidade Natural	<input type="checkbox"/> Baixa <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Alta	Povoamento Mais Próximo	<input type="checkbox"/> Povoado/Vila <input checked="" type="checkbox"/> Cidade <input type="checkbox"/> Município Vizinho	
<i>Apesar de sujeita a erosão fluvial (caneluras), a área é bem extensa e a rocha resistente, menos vulnerável.</i>		<i>O afloramento está inserido na área urbana do município de Pedra.</i>		
Coleta de Amostras	<input type="checkbox"/> Possível <input checked="" type="checkbox"/> Possível com Restrições <input type="checkbox"/> Não deve coletar	Indicadores de Degradação	<input type="checkbox"/> Nenhum <input checked="" type="checkbox"/> Reversíveis <input type="checkbox"/> Irreversíveis	
<i>Possível, porém, muito difícil, por ser tratar de lajedado.</i>		<i>Lixo (principalmente) e algumas pichações.</i>		
Conhecimento Científico	<input type="checkbox"/> Tese/Dissertação <input checked="" type="checkbox"/> Artigo ou Livro <input type="checkbox"/> Nenhuma Publicação	Ameaças Futuras	<input type="checkbox"/> Nenhuma <input checked="" type="checkbox"/> Expansão urbana /industrial <input type="checkbox"/> Mineração/Outros	
<i>Menção em um capítulo de livro sobre geodiversidade e mapeamentos regionais.</i>		<i>Expansão urbana (principalmente) que pode resultar em construções de moradias sobre o afloramento.</i>		
Pontuação atribuída a cada tópico analisado (da esquerda para a direita): [3] > [2] > [1] - * Mineralogia, Geomorfolgia, Hidrologia, Paleontologia, Estratigrafia, Petrologia ígnea/metamórfica, etc; ** Estético, Histórico, Cultural, Arqueológico, etc.				

 		UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Centro de Tecnologia e Geociências Programa de Pós-Graduação em Geociências Tese de Doutorado – Edjane Santos (2016) FICHAS DE INVENTÁRIO PARA TRABALHOS DE CAMPO			
Nome	PEDRA DO MARTELO	Código	AGT 07		
Localização	Bezerros /PE	Categoria	SÍTIO DE GEODIVERSIDADE		
Coordenadas	08° 12' 14.3" / 34° 56' 12.3"	Tipo	Ponto		
Unidade Geomorfológica	Planalto da Borborema	Cota	----		
Contexto Geológico	Batólito Caruaru-Arcoverde	Litologia Predominante	Ígnea Plutônica(Granito)		
Folha Geológica CPRM (1:500.000)	Mapa Geológico do Estado de Pernambuco (CPRM-2005)	Carta Topográfica SUDENE (1:100.000)	Folha: Caruaru (SC.25-V-A-I)		
Descrição Geral do Potencial Geossítio					
<p><i>A Pedra do Martelo é um matacão composto por granito félsico de granulação grossa. Seu formato peculiar, que lembra um martelo que se equilibra pelo cabo sobre um lajedo, certamente se originou graças ao intemperismo que provocou a esfoliação esférica. A mesma está situada na borda nordeste do Batólito Caruaru-Arcoverde (plúton Bezerros) próximo ao contato com os ortognaisses encaixantes. Com cerca de 10m de altura, a pedra do Martelo, em seu curioso equilíbrio, torna-se um indicativo da estabilidade tectônica da região de Bezerros, apesar de distar apenas 40km da cidade de Caruaru, onde tremores de terra são comuns. No lajedo que serve de base para o matacão existem também cacimbas escavadas por erosão que podem abrigar ossos fósseis de animais da megafauna. Alguns moradores locais atribuem o equilíbrio da rocha a ação de seres extraterrestres.</i></p>					
Potencial Geológico/ Científico (PG)			Potencial para Uso e Gestão (PU)		
Raridade	<input type="checkbox"/> Raro <input checked="" type="checkbox"/> Eventual <input type="checkbox"/> Comum	Acessibilidade	<input type="checkbox"/> Fácil <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim		
<i>Matacoes são comuns, mas o formato deste chama a atenção por ser muito peculiar.</i>			<i>Para chegar perto, precisa-se passar por plantações, cercas e enfrentar trechos de caatinga arbórea fechada.</i>		
Visibilidade	<input checked="" type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim	Propriedade	<input type="checkbox"/> Pública <input checked="" type="checkbox"/> Privada <input type="checkbox"/> Mista		
<i>Consegue-se ver bem da estrada e a área ao redor é livre.</i>			<i>Inclusive protegida com cercas de arame farpado</i>		
Local-Tipo	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Secundário <input checked="" type="checkbox"/> Não	Dimensão/Área	<input checked="" type="checkbox"/> até 1ha <input type="checkbox"/> até 5ha <input type="checkbox"/> > 10ha		
<i>Processo intempérico comum nas rochas da região.</i>			<i>A área da pedra do martelo não é muito extensa.</i>		
Diversidade de Elementos	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa	Infraestrutura Local	<input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Inexistente		
<i>Elementos de caráter geomorfológico, petrográfico e provável relevância paleontológica e cultural associada.</i>			<i>Não há nada no local além de 2 casebres do outro lado da estrada e plantações.</i>		
Temáticas de Interesse*	<input type="checkbox"/> 4 ou mais temáticas diferentes <input checked="" type="checkbox"/> de 2 até 3 <input type="checkbox"/> Apenas uma	Unidade De Conservação	<input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Particular <input type="checkbox"/> Pública Nacional/Estadual		
<i>Geomorfologia, Petrografia Ígnea, Paleontologia</i>			<i>Não há registro de "UC" instaurada na área.</i>		
Valores Associados**	<input type="checkbox"/> Três ou mais <input checked="" type="checkbox"/> Até 2 tipos <input type="checkbox"/> Nenhum	Uso Atual da Área	<input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Turístico <input checked="" type="checkbox"/> Mineiro/Outros		
<i>Estético, Cultural (Lendas extraterrestres?)</i>			<i>Agricultura (área utilizada para lavoura)</i>		
Integridade do Local	<input checked="" type="checkbox"/> Integro <input type="checkbox"/> Alguma Degradação <input type="checkbox"/> Muito Degradado	Público em Potencial	<input checked="" type="checkbox"/> Inclusive Leigos <input type="checkbox"/> Estudantes <input type="checkbox"/> Especialistas		
<i>Justamente por ser mais isolada, está conservada.</i>			<i>Possui temáticas abrangentes e de fácil compreensão.</i>		
Fragilidade Natural	<input type="checkbox"/> Baixa <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Alta	Povoamento Mais Próximo	<input checked="" type="checkbox"/> Povoado/Vila <input type="checkbox"/> Cidade <input type="checkbox"/> Município Vizinho		
<i>Apesar de a rocha ser bem resistente (granito), está muito sujeita aos efeitos da erosão, inclusive na base, favorecendo um possível desmoronamento futuro.</i>			<i>Próximo a Pedra do Martelo existem duas casinhas a beira da estrada. Mas, o povoado de Cajazeiras fica a cerca de uns 5 minutos distante dali.</i>		
Coleta de Amostras	<input type="checkbox"/> Possível <input checked="" type="checkbox"/> Possível com Restrições <input type="checkbox"/> Não deve coletar	Indicadores de Degradação	<input checked="" type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Reversíveis <input type="checkbox"/> Irreversíveis		
<i>Pode-se coletar, exceto do matacão em si.</i>			<i>Não há indicadores de degradação visíveis.</i>		
Conhecimento Científico	<input type="checkbox"/> Tese/Dissertação <input checked="" type="checkbox"/> Artigo ou Livro <input type="checkbox"/> Nenhuma Publicação	Ameaças Futuras	<input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Expansão urbana /industrial <input type="checkbox"/> Mineração/Outros		
<i>Menção em um capítulo de livro sobre geodiversidade e mapeamentos regionais.</i>			<i>A área está inserida em propriedade particular onde se cultivam lavouras de cana, milho e mandioca. Não há nenhum tipo de risco previsto, uma vez que a agricultura realizada lá não seria suficiente para isso.</i>		
Pontuação atribuída a cada tópico analisado (da esquerda para a direita): [3] > [2] > [1] - * Mineralogia, Geomorfologia, Hidrologia, Paleontologia, Estratigrafia, Petrologia ígnea/metamórfica, etc; ** Estético, Histórico, Cultural, Arqueológico, etc.					

  			
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Centro de Tecnologia e Geociências Programa de Pós-Graduação em Geociências Tese de Doutorado – Edjane Santos (2016) FICHAS DE INVENTÁRIO PARA TRABALHOS DE CAMPO			
Nome	CACHOEIRAS DE BONITO	Código	AGT 08
Localização	Bonito/PE	Categoria	SÍTIO DE GEODIVERSIDADE
Coordenadas	UTM: 0201391 E / 9054606 N (Cachoeira Vêu da Noiva)	Tipo	Área
Unidade Geomorfológica	Planalto da Borborema	Cota	----
Contexto Geológico	Batólito Bonito-Gameleira/TPA	Litologia Predominante	Ígnea Plutônica(Granito)
Folha Geológica CPRM (1:100.000)	Tese de Gomes, H. A. (2007) (Cartas - Não Disponíveis)	Carta Topográfica SUDENE (1:100.000)	Palmares (SC.25-V-A-IV) e Caruaru (SC.25-V-A-I).
Descrição Geral do Potencial Geossítio			
<p><i>O município de Bonito possui o maior e mais conhecido conjunto de cachoeiras do Estado de Pernambuco. São oito as mais procuradas pelos visitantes: Barra Azul, Paraíso, da Corrente, do Mágico, da Gruta, Pedra Redonda, Vêu da Noiva I e Vêu da Noiva II. Apresentam alturas que variam de 2 a 33 metros, com declividades que podem chegar aos 90°, como é o caso da maior cachoeira do município, a Vêu da Noiva I, muito utilizada para a prática de esportes radicais como o rappel e o canyoning. Em 2007, o conjunto de cachoeiras foi eleito como uma das “sete maravilhas de Pernambuco” e, além do valor estético e funcional, possui um interessante valor educacional.</i></p>			
Potencial Geológico/ Científico (PG)		Potencial para Uso e Gestão (PU)	
Raridade	<input type="checkbox"/> Raro <input checked="" type="checkbox"/> Eventual <input type="checkbox"/> Comum	Acessibilidade	<input type="checkbox"/> Fácil <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim
<i>Existem outras cachoeiras no Agreste de Pernambuco, mas não um conjunto delas em área tão concentrada.</i>		<i>As cachoeiras de acesso mais fácil estão às margens da PE-103, outras são acessíveis por estrada de terra</i>	
Visibilidade	<input type="checkbox"/> Boa <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim	Propriedade	<input type="checkbox"/> Pública <input type="checkbox"/> Privada <input checked="" type="checkbox"/> Mista
<i>Algumas cachoeiras possuem uma excelente visibilidade, outras porém, possuem obstruções naturais e antrópicas: vegetação, construções irregulares, entre outros.</i>		<i>A maioria das cachoeiras se encontra em terrenos privados. Porém, a Vêu da Noiva, está em área pública, mas o único acesso é através de terreno privado.</i>	
Local-Tipo	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Secundário <input checked="" type="checkbox"/> Não	Dimensão/Área	<input type="checkbox"/> até 1ha <input type="checkbox"/> até 5ha <input checked="" type="checkbox"/> > 10ha
<i>As feições erosionais encontradas nas rochas dessas cachoeiras são comuns em áreas similares.</i>		<i>O conjunto de cachoeiras engloba uma área de aproximadamente 12 hectares.</i>	
Diversidade de Elementos	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa	Infraestrutura Local	<input checked="" type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Inexistente
<i>Cachoeiras de elevada beleza cênica e valor funcional, com feições geomorfológicas e petrográficas relevantes.</i>		<i>Hotéis, pousadas, restaurantes, camping, guias turísticos, serviços de esportes radicais diversos.</i>	
Temáticas de Interesse*	<input type="checkbox"/> 4 ou mais temáticas diferentes <input checked="" type="checkbox"/> de 2 até 3 <input type="checkbox"/> Apenas uma	Unidade De Conservação	<input type="checkbox"/> Nenhuma <input checked="" type="checkbox"/> Particular <input type="checkbox"/> Pública Nacional/Estadual
Geomorfologia, Hidrologia, Petrologia Ígnea		Parque Ecológico “Bonito Ecoparque”	
Valores Associados**	<input checked="" type="checkbox"/> Três ou mais <input type="checkbox"/> Até 2 tipos <input type="checkbox"/> Nenhum	Uso Atual da Área	<input type="checkbox"/> Nenhum <input checked="" type="checkbox"/> Turístico <input type="checkbox"/> Mineiro/Outros
Estético, Cultural, Histórico (Sebastianismo)		Principalmente turístico (banhos e esportes radicais)	
Integridade do Local	<input type="checkbox"/> Integro <input checked="" type="checkbox"/> Alguma Degradação <input type="checkbox"/> Muito Degradado	Público em Potencial	<input checked="" type="checkbox"/> Inclusive Leigos <input type="checkbox"/> Estudantes <input type="checkbox"/> Especialistas
<i>O local está preservado, mas existem indícios de degradação: especialmente ocasionada por construções irregulares sobre as rochas das cachoeiras.</i>		<i>As feições erosivas podem despertar a curiosidade dos turistas e a origem desse conjunto de cachoeiras em Bonito pode ser explicada aos visitantes da região.</i>	
Fragilidade Natural	<input type="checkbox"/> Baixa <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Alta	Povoamento Mais Próximo	<input type="checkbox"/> Povoado/Vila <input checked="" type="checkbox"/> Cidade <input type="checkbox"/> Município Vizinho
<i>Apesar de a rocha ser resistente, a ação das águas acelera o processo erosivo – especialmente erosão</i>		<i>A cidade de Bonito é bem próxima e oferece os principais serviços para os visitantes das cachoeiras.</i>	
Coleta de Amostras	<input type="checkbox"/> Possível <input checked="" type="checkbox"/> Possível com Restrições <input type="checkbox"/> Não deve coletar	Indicadores de Degradação	<input type="checkbox"/> Nenhum <input checked="" type="checkbox"/> Reversíveis <input checked="" type="checkbox"/> Irreversíveis
<i>Restrições = danos ao apelo estético.</i>		<i>Apesar da maior parte da degradação existente ser reversível – a exemplo de lixo e pichações - há obras sobre as rochas que causam danos permanentes.</i>	
Conhecimento Científico	<input checked="" type="checkbox"/> Tese/Dissertação <input type="checkbox"/> Artigo ou Livro <input type="checkbox"/> Nenhuma Publicação	Ameaças Futuras	<input type="checkbox"/> Nenhuma <input checked="" type="checkbox"/> Expansão urbana /industrial <input type="checkbox"/> Mineração/Outros
<i>Dissertação e artigos que tratam do patrimônio geológico das cachoeiras de Bonito e mapeamentos regionais.</i>		<i>Poluição das águas e a construção da Barragem de Serro Azul, que pretende represar a água a jusante.</i>	
Pontuação atribuída a cada tópico analisado (da esquerda para a direita): [3] > [2] > [1] - * Mineralogia, Geomorfolgia, Hidrologia, Paleontologia, Estratigrafia, Petrologia ígnea/metamórfica, etc; ** Estético, Histórico, Cultural, Arqueológico, etc.			

  			
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Centro de Tecnologia e Geociências Programa de Pós-Graduação em Geociências Tese de Doutorado – Edjane Santos (2016) FICHAS DE INVENTÁRIO PARA TRABALHOS DE CAMPO			
Nome	SERRA NEGRA	Código	AGT 09
Localização	Bezerros/PE	Categoria	SÍTIO DE GEODIVERSIDADE
Coordenadas	08° 08' 43.1" / 35° 43' 22.2" <i>(Caverna do Deda)</i>	Tipo	Área Complexa
Unidade Geomorfológica	Planalto da Borborema	Cota	----
Contexto Geológico	Batólito Caruaru-Arcoverde	Litologia Predominante	Ígnea Plutônica (Granito)
Folha Geológica CPRM (1:500.000)	Mapa Geológico do Estado de Pernambuco (CPRM-2005)	Carta Topográfica SUDENE (1:100.000)	Folha: Caruaru (SC.25-V-A-I)
Descrição Geral do Potencial Geossítio			
<p><i>Situada no município de Bezerros, a Serra Negra é um dos brejos de altitude presentes no Agreste de Pernambuco. Apresenta um clima mais ameno em contraste com o semiárido nordestino, associado à paisagem serrana. Litologicamente caracteriza-se pela presença de rochas graníticas de granulação grossa a porfírica, localmente associada a dioritos, que integram o batólito granítico Caruaru-Arcoverde. Como proposta de sítio de geodiversidade, pode ser enquadrada como uma área complexa, abrigando mirantes, furnas e afloramentos em granito associados a elementos culturais do município de Bezerros. Os pontos de maior interesse para fins geoturísticos são: o “Mirante do teatro”, o “lajedo da Igreja” e uma furna conhecida como “caverna do Deda”. Porém, em toda a estrada de acesso ao topo da Serra Negra é possível observar elementos da geodiversidade local.</i></p>			
Potencial Geológico/ Científico (PG)		Potencial para Uso e Gestão (PU)	
Raridade	<input type="checkbox"/> Raro <input checked="" type="checkbox"/> Eventual <input type="checkbox"/> Comum	Acessibilidade	<input type="checkbox"/> Fácil <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim
<i>Existem outros brejos de altitude com características semelhantes em Pernambuco.</i>		<i>A estrada para a Serra é boa, parcialmente asfaltada. Os pontos principais são bem acessíveis, exceto a estrada para a Caverna do Deda, que é mais distante.</i>	
Visibilidade	<input checked="" type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim	Propriedade	<input type="checkbox"/> Pública <input type="checkbox"/> Privada <input checked="" type="checkbox"/> Mista
<i>Ao longo da estrada e nos pontos principais.</i>		<i>A caverna do deda é particular. O mirante e o lajedo da igreja estão em áreas públicas (Prefeitura / Município)</i>	
Local-Tipo	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Secundário <input checked="" type="checkbox"/> Não	Dimensão/Área	<input type="checkbox"/> até 1ha <input type="checkbox"/> até 5ha <input checked="" type="checkbox"/> > 10ha
<i>A geodiversidade não apresenta elevado valor científico.</i>		<i>Parque Ecológico + áreas adjacentes.</i>	
Diversidade de Elementos	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa	Infraestrutura Local	<input checked="" type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Inexistente
<i>Mirantes, Furna, Afloramentos (lajedo)</i>		<i>Há pousadas, restaurantes, centros culturais e demais serviços na cidade de Bezerros e na própria Serra Negra.</i>	
Temáticas de Interesse*	<input type="checkbox"/> 4 ou mais temáticas diferentes <input checked="" type="checkbox"/> de 2 até 3 <input type="checkbox"/> Apenas uma	Unidade De Conservação	<input type="checkbox"/> Nenhuma <input checked="" type="checkbox"/> Particular <input type="checkbox"/> Pública Nacional/Estadual
<i>Geomorfologia, Petrologia ígnea.</i>		<i>Parque Ecológico Serra Negra. (Privado + Público)</i>	
Valores Associados**	<input type="checkbox"/> Três ou mais <input checked="" type="checkbox"/> Até 2 tipos <input type="checkbox"/> Nenhum	Uso Atual da Área	<input type="checkbox"/> Nenhum <input checked="" type="checkbox"/> Turístico <input type="checkbox"/> Mineiro/Outros
<i>Estético, Cultural</i>		<i>Área com muitas casas para finais de semana de férias.</i>	
Integridade do Local	<input checked="" type="checkbox"/> Integro <input type="checkbox"/> Alguma Degradação <input type="checkbox"/> Muito Degradado	Público em Potencial	<input checked="" type="checkbox"/> Inclusive Leigos <input type="checkbox"/> Estudantes <input type="checkbox"/> Especialistas
<i>Muitas construções, mas preservou-se a geodiversidade.</i>		<i>Fácil assimilação por visitantes de diversos níveis.</i>	
Fragilidade Natural	<input type="checkbox"/> Baixa <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Alta	Povoamento Mais Próximo	<input checked="" type="checkbox"/> Povoado/Vila <input type="checkbox"/> Cidade <input type="checkbox"/> Município Vizinho
<i>Muitos visitantes, mas as áreas sempre são protegidas de alguma forma. A litologia não é das mais frágeis.</i>		<i>Existem povoações próximas, além do centro da cidade de Bezerros, que também não é muito distante.</i>	
Coleta de Amostras	<input type="checkbox"/> Possível <input checked="" type="checkbox"/> Possível com Restrições <input type="checkbox"/> Não deve coletar	Indicadores de Degradação	<input type="checkbox"/> Nenhum <input checked="" type="checkbox"/> Reversíveis <input type="checkbox"/> Irreversíveis
<i>Pode-se coletar ao longo da estrada, sem danos.</i>		<i>Poucos, causados pela ação de visitantes (pichação, lixo)</i>	
Conhecimento Científico	<input type="checkbox"/> Tese/Dissertação <input checked="" type="checkbox"/> Artigo ou Livro <input type="checkbox"/> Nenhuma Publicação	Ameaças Futuras	<input type="checkbox"/> Nenhuma <input checked="" type="checkbox"/> Expansão urbana /industrial <input type="checkbox"/> Mineração/Outros
<i>Capítulo de livro, mapeamentos e alguns resumos.</i>		<i>Aumento do turismo desordenado e novas construções.</i>	
Pontuação atribuída a cada tópico analisado (da esquerda para a direita): [3] > [2] > [1] - * Mineralogia, Geomorfologia, Hidrologia, Paleontologia, Estratigrafia, Petrologia ígnea/metamórfica, etc; ** Estético, Histórico, Cultural, Arqueológico, etc.			

		UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Centro de Tecnologia e Geociências Programa de Pós-Graduação em Geociências Tese de Doutorado – Edjane Santos (2016) FICHAS DE INVENTÁRIO PARA TRABALHOS DE CAMPO		
Nome	FAZENDA NOVA	Código	AGT 10	
Localização	Brejo da Madre de Deus/PE	Categoria	SÍTIO DE GEODIVERSIDADE	
Coordenadas	8° 10' 19.5" / 36° 09' 52.5" <i>(Parque das Esculturas)</i>	Tipo	Área	
Unidade Geomorfológica	Planalto da Borborema	Cota	----	
Contexto Geológico	Batólito Caruaru-Arcoverde	Litologia Predominante	Ígnea Plutônica (Granito porfirítico)	
Folha Geológica CPRM (1:500.000)	Mapa Geológico do Estado de Pernambuco (CPRM-2005)	Carta Topográfica SUDENE (1:100.000)	Folha: Caruaru (SC.25-V-A-I)	
Descrição Geral do Potencial Geossítio				
<p><i>Fazenda Nova é caracterizada por uma geodiversidade que se configura em belas paisagens, onde predominam grandes matacões esculpidos por intemperismo físico e afloramentos de rochas graníticas de granulação grossa a porfirítica com mega-cristais de K-feldspato. A tectônica na região é controlada por uma zona de cisalhamento com cinemática sinistral (direção NE-SW) de mesmo nome. Também é comum na região a presença de furnas, ocasionadas pelo colapso de blocos fraturados que se alojam de forma aleatória nos sopés das encostas, formando vãos que – segundo alguns pesquisadores – eram utilizadas como obrigo pelos povos primitivos. A proposta de sítio de geodiversidade Fazenda Nova abrange dois pontos principais: a geodiversidade in situ (matacões e afloramentos) que se distribuem em toda a área da cidade, inclusive integrando a “decoração” dos quintais e jardins da região; e também o dito “patrimônio geológico construído”, como o Parque das Esculturas Monumentais Nilo Coelho, que abriga esculturas gigantes em granito que representam elementos da cultura local e ainda preservam algumas estruturas geológicas e também as grandes construções, como as muralhas de pedra do Teatro de Nova Jerusalém, o maior teatro ao ar livre do mundo, onde anualmente é encenada a Paixão de Cristo, atraindo muitos turistas.</i></p>				
Potencial Geológico/ Científico (PG)		Potencial para Uso e Gestão (PU)		
Raridade	<input type="checkbox"/> Raro <input checked="" type="checkbox"/> Eventual <input type="checkbox"/> Comum	Acessibilidade	<input checked="" type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim	
<i>Matacões e litologia não são raros na região.</i>		<i>No geral, estradas em condições de tráfego.</i>		
Visibilidade	<input checked="" type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim	Propriedade	<input type="checkbox"/> Pública <input type="checkbox"/> Privada <input checked="" type="checkbox"/> Mista	
<i>Sem maiores obstáculos.</i>		<i>Ambas, mas a maior parte em área pública.</i>		
Local-Tipo	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Secundário <input type="checkbox"/> Não	Dimensão/Área	<input type="checkbox"/> até 1ha <input type="checkbox"/> até 5ha <input checked="" type="checkbox"/> > 10ha	
<i>Área utilizada para ilustração de desenvolvimento de fenocristais em rochas ígneas intrusivas.</i>		<i>Parque das Esculturas Monumentais (60 hectares); Teatro de Nova Jerusalém (100.000 m²).</i>		
Diversidade de Elementos	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa	Infraestrutura Local	<input checked="" type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Inexistente	
<i>Afloramentos de granitos com fenocristais de K-F, Matacões, furnas, patrimônio geológico construído.</i>		<i>Especialmente em função da encenação da Paixão de cristo, que atrai muitos visitantes a cidade.</i>		
Temáticas de Interesse*	<input type="checkbox"/> 4 ou mais temáticas diferentes <input checked="" type="checkbox"/> de 2 até 3 <input type="checkbox"/> Apenas uma	Unidade De Conservação	<input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Particular <input type="checkbox"/> Pública Nacional/Estadual	
<i>Petrologia ígnea, Geomorfologia, Mineralogia</i>		<i>Não.</i>		
Valores Associados**	<input type="checkbox"/> Três ou mais <input checked="" type="checkbox"/> Até 2 tipos <input type="checkbox"/> Nenhum	Uso Atual da Área	<input type="checkbox"/> Nenhum <input checked="" type="checkbox"/> Turístico <input type="checkbox"/> Mineiro/Outros	
<i>Cultural. Histórico.</i>		<i>Especialmente em função de Nova Jerusalém.</i>		
Integridade do Local	<input checked="" type="checkbox"/> Integro <input type="checkbox"/> Alguma Degradação <input type="checkbox"/> Muito Degrado	Público em Potencial	<input checked="" type="checkbox"/> Inclusive Leigos <input type="checkbox"/> Estudantes <input type="checkbox"/> Especialistas	
<i>Geralmente, bem conservada.</i>		<i>Todos os níveis.</i>		
Fragilidade Natural	<input type="checkbox"/> Baixa <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Alta	Povoamento Mais Próximo	<input checked="" type="checkbox"/> Povoado/Vila <input type="checkbox"/> Cidade <input type="checkbox"/> Município Vizinho	
<i>Muitos visitantes (ponto negativo) x rochas moderadamente resistentes (ponto positivo)</i>		<i>Afloramentos dentro da cidade. Parque de Esculturas um pouco mais afastado.</i>		
Coleta de Amostras	<input checked="" type="checkbox"/> Possível <input type="checkbox"/> Possível com Restrições <input type="checkbox"/> Não deve coletar	Indicadores de Degradação	<input checked="" type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Reversíveis <input type="checkbox"/> Irreversíveis	
<i>Há muitos afloramentos onde é possível a coleta.</i>		<i>Nada muito evidente.</i>		
Conhecimento Científico	<input type="checkbox"/> Tese/Dissertação <input checked="" type="checkbox"/> Artigo ou Livro <input type="checkbox"/> Nenhuma Publicação	Ameaças Futuras	<input type="checkbox"/> Nenhuma <input checked="" type="checkbox"/> Expansão urbana /industrial <input type="checkbox"/> Mineração/Outros	
<i>Capítulos, artigos e mapeamentos já realizados na área.</i>		<i>Expansão urbana e turismo desordenado.</i>		
Pontuação atribuída a cada tópico analisado (da esquerda para a direita): [3] > [2] > [1] - * Mineralogia, Geomorfologia, Hidrologia, Paleontologia, Estratigrafia, Petrologia ígnea/metamórfica, etc; ** Estético, Histórico, Cultural, Arqueológico, etc.				

  			
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Centro de Tecnologia e Geociências Programa de Pós-Graduação em Geociências Tese de Doutorado – Edjane Santos (2016) FICHAS DE INVENTÁRIO PARA TRABALHOS DE CAMPO			
Nome	PEDRA DO RODEADOURO	Código	AGT 11
Localização	Bonito/PE	Categoria	SÍTIO DE GEODIVERSIDADE
Coordenadas	UTM: 0198474E / 9056562N	Tipo	Ponto
Unidade Geomorfológica	Planalto da Borborema	Cota	690m
Contexto Geológico	Batólito Bonito-Gameleira/TPA	Litologia Predominante	Ígnea Plutônica (Granito)
Folha Geológica CPRM (1:500.000)	Tese de Gomes, H. A. (2007) (Cartas - Não Disponíveis)	Carta Topográfica SUDENE (1:100.000)	Palmares (SC.25-V-A-IV) e Caruaru (SC.25-V-A-I).
Descrição Geral do Potencial Geossítio			
<p><i>A Pedra do Rodeadouro (ou Rodeador) integra uma serra homônima no município de Bonito, Pernambuco. Trata-se de um corpo rochoso litologicamente classificado com biotita-monzogranito, que ocupa uma área aproximada de 4km², com cota máxima de 690m e desnível topográfico de 270m. Na Pedra do Rodeadouro encontra-se ainda uma furna e, em época de chuvas, apresenta um filete de água que desce do seu topo até a base, tornando esse potencial geossítio em uma paisagem ainda mais fascinante, de notável beleza cênica. Além do seu valor representativo da geodiversidade da região, a Pedra do Rodeadouro ainda possui uma importância histórica e cultural, pois a mesma representou o cenário de início e término de um importante acontecimento histórico ocorrido nas primeiras décadas do Século XIX: o movimento messiânico conhecido por “Sebastianismo”.</i></p>			
Potencial Geológico/ Científico (PG)		Potencial para Uso e Gestão (PU)	
Raridade	<input type="checkbox"/> Raro <input type="checkbox"/> Eventual <input checked="" type="checkbox"/> Comum	Acessibilidade	<input type="checkbox"/> Fácil <input checked="" type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim
<i>Afloramentos dessa dimensão são relativamente comuns na região.</i>		<i>Além da estrada, deve-se transpor uma cerca e seguir uma trilha, nem sempre delimitada e limpa.</i>	
Visibilidade	<input checked="" type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Ruim	Propriedade	<input type="checkbox"/> Pública <input checked="" type="checkbox"/> Privada <input type="checkbox"/> Mista
<i>Boas condições.</i>		<i>Área privada protegida por cercas.</i>	
Local-Tipo	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Secundário <input checked="" type="checkbox"/> Não	Dimensão/Área	<input type="checkbox"/> até 1ha <input type="checkbox"/> até 5ha <input checked="" type="checkbox"/> > 10ha
<i>Nenhuma referência.</i>		<i>4km² = 400 ha</i>	
Diversidade de Elementos	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Média <input checked="" type="checkbox"/> Baixa	Infraestrutura Local	<input type="checkbox"/> Boa <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Inexistente
<i>Basicamente litologia x geomorfologia de um mesmo corpo rochoso, além dos aspectos erosionais. Principal elemento: geologia/geomorfologia x cultura/historia</i>		<i>Há um hotel de mesmo nome muito próximo, estrada ate a entrada do terreno, mas as trilhas estão cobertas por mato, sem delimitação. Há pequenos comércios improvisados em residências de um “arruado” próximo.</i>	
Temáticas de Interesse*	<input type="checkbox"/> 4 ou mais temáticas diferentes <input checked="" type="checkbox"/> de 2 até 3 <input type="checkbox"/> Apenas uma	Unidade De Conservação	<input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Particular <input type="checkbox"/> Pública Nacional/Estadual
<i>Geomorfologia, Petrologia Ignea.</i>		<i>Não se insere nos limites do “Bonito Ecoparque”, que abrange, principalmente, as cachoeiras.</i>	
Valores Associados**	<input checked="" type="checkbox"/> Três ou mais <input type="checkbox"/> Até 2 tipos <input type="checkbox"/> Nenhum	Uso Atual da Área	<input type="checkbox"/> Nenhum <input checked="" type="checkbox"/> Turístico <input type="checkbox"/> Mineiro/Outros
<i>Histórico, Cultural, Estético.</i>		<i>Visitação (ecoturismo), especialmente realizado através de um serviço oferecido pelos guias locais associados ao hotel de mesmo nome, que fica nas proximidades.</i>	
Integridade do Local	<input checked="" type="checkbox"/> Integro <input type="checkbox"/> Alguma Degradação <input type="checkbox"/> Muito Degradado	Público em Potencial	<input checked="" type="checkbox"/> Inclusive Leigos <input type="checkbox"/> Estudantes <input type="checkbox"/> Especialistas
<i>A princípio parece bem conservado.</i>		<i>Tanto para aspectos geológicos, quanto históricos e culturais. Possibilidade de explorar o lúdico.</i>	
Fragilidade Natural	<input checked="" type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Alta	Povoamento Mais Próximo	<input checked="" type="checkbox"/> Povoado/Vila <input type="checkbox"/> Cidade <input type="checkbox"/> Município Vizinho
<i>Litologia e dimensões da área a tornam menos frágil.</i>		<i>Há uma vilinha em frente e também o centro da cidade de Bonito é muito próximo.</i>	
Coleta de Amostras	<input checked="" type="checkbox"/> Possível <input type="checkbox"/> Possível com Restrições <input type="checkbox"/> Não deve coletar	Indicadores de Degradação	<input checked="" type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Reversíveis <input type="checkbox"/> Irreversíveis
<i>Especialmente nas áreas próximas aflorantes.</i>		<i>Não foram identificados no local.</i>	
Conhecimento Científico	<input type="checkbox"/> Tese/Dissertação <input checked="" type="checkbox"/> Artigo ou Livro <input type="checkbox"/> Nenhuma Publicação	Ameaças Futuras	<input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Expansão urbana /industrial <input type="checkbox"/> Mineração/Outros
<i>Mapeamentos e livros (aspectos culturais principalmente)</i>		<i>Não há ameaças evidentes que sejam graves.</i>	
Pontuação atribuída a cada tópico analisado (da esquerda para a direita): [3] > [2] > [1] - * Mineralogia, Geomorfolgia, Hidrologia, Paleontologia, Estratigrafia, Petrologia ígnea/metamórfica, etc; ** Estético, Histórico, Cultural, Arqueológico, etc.			

 		UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Centro de Tecnologia e Geociências Programa de Pós-Graduação em Geociências Tese de Doutorado – Edjane Santos (2016)			
FICHAS DE INVENTÁRIO PARA TRABALHOS DE CAMPO					
Nome	SERRA DO ORORUBÁ (CIMBRES)	Código	AGT 12		
Localização	Pesqueira/PE	Categoria	SÍTIO DE GEODIVERSIDADE		
Coordenadas	08° 21' 41.9" / 36° 48' 46,5"	Tipo	Área		
Unidade Geomorfológica	Planalto da Borborema	Cota	-----		
Contexto Geológico	Batólito Caruaru-Arcoverde	Litologia Predominante	Ígnea Plutônica (Granito)		
Folha Geológica CPRM (1:100.000)	Folha: Pesqueira (SC. 24-X-B-II)	Carta Topográfica SUDENE (1:100.000)	Folha: Pesqueira (SC. 24-X-B-II)		
Descrição Geral do Potencial Geossítio					
<p><i>Situada no município de Pesqueira, a Serra do Ororubá Agreste de Pernambuco, se estende por cerca de 15km com direção ENE-WSW e apresenta altitudes que chegam a 1.000m. A litologia é composta basicamente por hornblenda-biotita-sienogranitos, monzogranitos e quartzo-monzonitos associados a biotita-quartzo-dioritos a dioritos. No sopé da serra, existe a vila de Cimbres, que desde 1936 tornou-se local de peregrinação católica após o relato da aparição de Nossa Senhora das Graças a duas meninas que moravam nas proximidades. Na encosta da serra foi construído um santuário que recebe peregrinos em todas as épocas do ano. A área atualmente integra uma reserva indígena da tribo Xukuru e os guias locais costumam interpretar muitos fenômenos geológicos presentes na região (esfoliação esferoidal, fraturamentos, enclaves e erosão diferencial) como “milagres de Nossa Senhora”, repassando isso aos visitantes.</i></p>					
Potencial Geológico/ Científico (PG)			Potencial para Uso e Gestão (PU)		
Raridade	[] Raro [<input checked="" type="checkbox"/>] Eventual [] Comum		Acessibilidade	[<input checked="" type="checkbox"/>] Fácil [] Moderada [] Ruim	
<p><i>Apesar de apresentar uma erosão esferoidal em grandes dimensões, esse tipo de corpo não é raro na região.</i></p>			<p><i>Estrada asfaltada, rampas e escadarias com corrimão na maior parte dos trechos de peregrinação.</i></p>		
Visibilidade	[<input checked="" type="checkbox"/>] Boa [] Moderada [] Ruim		Propriedade	[] Pública [<input checked="" type="checkbox"/>] Privada [] Mista	
<p><i>Boas condições de observação.</i></p>			<p><i>Reserva Indígena (Xukurús)</i></p>		
Local-Tipo	[] Sim [] Secundário [<input checked="" type="checkbox"/>] Não		Dimensão/Área	[] até 1ha [] até 5ha [<input checked="" type="checkbox"/>] > 10ha	
<p><i>Litologia e morfologia relativamente comuns na região.</i></p>			<p><i>Grandes dimensões (serra do Ororubá + proximidades)</i></p>		
Diversidade de Elementos	[] Alta [] Média [<input checked="" type="checkbox"/>] Baixa		Infraestrutura Local	[<input checked="" type="checkbox"/>] Boa [] Regular [] Inexistente	
<p><i>Em relação à geodiversidade não há muita variedade.</i></p>			<p><i>Excelente! Escadarias, rampas, local limpo, sinalizado, com lojinhas de apoio e guias (tudo, porém, referente a questão religiosa/cultural e não geológica)</i></p>		
Temáticas de Interesse*	[] 4 ou mais temáticas diferentes [<input checked="" type="checkbox"/>] de 2 até 3 [] Apenas uma		Unidade De Conservação	[] Nenhuma [] Particular [<input checked="" type="checkbox"/>] Pública Nacional/Estadual	
<p><i>Geomorfologia, Petrologia Ígnea</i></p>			<p><i>Não existe UC's, mas a área integra uma reserva indígena (que será considerada como UC).</i></p>		
Valores Associados**	[<input checked="" type="checkbox"/>] Três ou mais [] Até 2 tipos [] Nenhum		Uso Atual da Área	[] Nenhum [] Turístico [<input checked="" type="checkbox"/>] Mineiro/Outros	
<p><i>Cultural (religioso), histórico, estético.</i></p>			<p><i>Peregrinação religiosa (“turismo” religioso).</i></p>		
Integridade do Local	[<input checked="" type="checkbox"/>] Integro [] Alguma Degradação [] Muito Degradado		Público em Potencial	[<input checked="" type="checkbox"/>] Inclusive Leigos [] Estudantes [] Especialistas	
<p><i>Os guias da tribo Xukurú contribuem com a limpeza e a conservação do local.</i></p>			<p><i>Em relação ao entendimento dos processos geológicos/geomorfológicos que ocorrem na serra do Ororubá.</i></p>		
Fragilidade Natural	[<input checked="" type="checkbox"/>] Baixa [] Moderada [] Alta		Povoamento Mais Próximo	[<input checked="" type="checkbox"/>] Povoado/Vila [] Cidade [] Município Vizinho	
<p><i>Dimensões e litologia contribuem.</i></p>			<p><i>Reserva indígena (povoado indígena).</i></p>		
Coleta de Amostras	[] Possível [<input checked="" type="checkbox"/>] Possível com Restrições [] Não deve coletar		Indicadores de Degradação	[<input checked="" type="checkbox"/>] Nenhum [] Reversíveis [] Irreversíveis	
<p><i>Desde que não desrespeite/degrade algum elemento de valor religioso para os habitantes e peregrinos.</i></p>			<p><i>Os principais impactos possíveis foram minimizados com as medidas de infra-estrutura e manutenção.</i></p>		
Conhecimento Científico	[] Tese/Dissertação [<input checked="" type="checkbox"/>] Artigo ou Livro [] Nenhuma Publicação		Ameaças Futuras	[<input checked="" type="checkbox"/>] Nenhuma [] Expansão urbana /industrial [] Mineração/Outros	
<p><i>Geologia (mapeamentos); Religião (muitas publicações)</i></p>			<p><i>Nada tão evidente foi identificado.</i></p>		
<p>Pontuação atribuída a cada tópico analisado (da esquerda para a direita): [3] > [2] > [1] - * Mineralogia, Geomorfologia, Hidrologia, Paleontologia, Estratigrafia, Petrologia ígnea/metamórfica, etc; ** Estético, Histórico, Cultural, Arqueológico, etc.</p>					

APÊNDICE “B”

QUANTIFICAÇÃO ATRAVÉS DOS CRITÉRIOS DAS FICHAS DE INVENTÁRIO DESENVOLVIDAS PARA OS CAMPOS DA TESE			
EDJANE SANTOS (2016)			
NECESSIDADE DE PROTEÇÃO “NP”			
POTENCIAL GEOLÓGICO/CIENTÍFICO (PG)		POTENCIAL PARA USO E GESTÃO (PU)	
Raridade	[3] Raro [2] Eventual [1] Comum	Acessibilidade	[3] Fácil [2] Moderada [1] Ruim
Visibilidade	[3] Boa [2] Moderada [1] Ruim	Propriedade	[3] Pública [2] Privada [1] Mista
Local-Tipo	[3] Sim [2] Secundário [1] Não	Dimensão/Área	[3] até 1ha [2] até 5ha [1] > 10ha
Diversidade de Elementos	[3] Alta [2] Média [1] Baixa	Infra-estrutura Local	[3] Boa [2] Regular [1] Inexistente
Temáticas de Interesse*	[3] 4 ou mais temáticas [2] de 2 até 3 [1] Apenas uma	Unidade De Conservação	[3] Nenhuma [2] Particular [1] Pública Nacional/Estadual
Valores Associados**	[3] Três ou mais [2] Até dois tipos [1] Nenhum	Uso Atual da Área	[3] Nenhum [2] Turístico [1] Mineiro/Outros
Integridade do Local	[3] Integro [2] Alguma Degradação [1] Muito Degradado	Público em Potencial	[3] Inclusive Leigos [2] Estudantes [1] Especialistas
Fragilidade Natural	[3] Baixa [2] Moderada [1] Alta	Povoamento Mais Próximo	[3] Povoado/Vila [2] Cidade [1] Município Vizinho
Coleta de Amostras	[3] Possível [2] Possível com Restrições [1] Não deve coletar	Indicadores de Degradação	[3] Nenhum [2] Reversíveis [1] Irreversíveis
Conhecimento Científico	[3] Tese/Dissertação [2] Artigo ou Livro [1] Nenhuma Publicação	Ameaças Futuras	[3] Nenhuma [2] Expansão urbana/industrial [1] Mineração/Outros
PG (Máximo)	30 pontos	PU (Máximo)	30 pontos
PG (Mínimo)	10 pontos	PU (Mínimo)	10 pontos
* Mineralogia, Geomorfologia, Hidrologia, Paleontologia, Estratigrafia, Petrologia ígnea, metamórfica, etc.; ** Estético, Histórico, Cultural, Arqueológico, etc.			
Pontuação atribuída a cada tópico analisado (da esquerda para a direita): [3] > [2] > [1] O Critério de desempate entre geossítios no Ranking se dá através da maior pontuação no PG.			

ANEXOS

ANEXO "A"

CRITÉRIOS DE QUANTIFICAÇÃO DO MÉTODO - BRILHA (2005)	
<p>A – VALOR INTRINSECO</p> <p>1A) ABUNDÂNCIA / RARIDADE <input type="checkbox"/> 5 – Só existe um exemplo na área em estudo <input type="checkbox"/> 4 – Existem 2-4 exemplos <input type="checkbox"/> 3 – Existem 5-10 exemplos <input type="checkbox"/> 2 – Existem 11- 20 exemplos <input type="checkbox"/> 1 – Existem mais de 20 exemplos</p> <p>A2) EXTENSÃO (M²) <input type="checkbox"/> 5 – Superior a 1.000.000 <input type="checkbox"/> 4 – 100.000 – 1.000.000 <input type="checkbox"/> 3 – 10.000 – 100.000 <input type="checkbox"/> 2 – 1.000 – 10.000 <input type="checkbox"/> 1 – Menor que 1.000</p> <p>A3) GRAU DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO <input type="checkbox"/> 5 – Mais de uma tese de doutorado ou dissertação de mestrado e mais de um artigo publicado em revista internacional <input type="checkbox"/> 4 – Pelo menos uma tese de doutorado ou dissertação de mestrado ou mais de um artigo publicado em revista internacional ou mais de cinco artigos publicados em revistas nacionais <input type="checkbox"/> 3 – Pelo menos um artigo publicado em revista internacional ou quatro artigos publicados em revistas nacionais <input type="checkbox"/> 2 – Algumas notas breves publicadas em revistas nacionais ou um artigo publicado em revistas regionais/locais <input type="checkbox"/> 1 – Não existem trabalhos publicados</p> <p>A4) UTILIDADE COMO MODELO PARA ILUSTRAÇÃO DE PROCESSOS GEOLÓGICOS <input type="checkbox"/> 5 – Muito útil <input type="checkbox"/> 3 – Moderadamente útil <input type="checkbox"/> 1 – Pouco útil</p> <p>A5) DIVERSIDADE DE ELEMENTOS DE INTERESSE <input type="checkbox"/> 5 – Cinco ou mais tipo de interesse <input type="checkbox"/> 4 – Quatro tipos de interesse <input type="checkbox"/> 3 - Três tipos de interesse <input type="checkbox"/> 2 – Dois tipos de interesse <input type="checkbox"/> 1 – Um tipo de interesse</p> <p>A6) LOCAL-TIPO <input type="checkbox"/> 5 – É reconhecido como local-tipo na área de estudo <input type="checkbox"/> 3 – É reconhecido como local-tipo secundário <input type="checkbox"/> 1 – Não é reconhecido como local-tipo</p> <p>A7) ASSOCIAÇÃO COM ELEMENTOS DE ÍNDOLE CULTURAL <input type="checkbox"/> 5 – Existem no local ou nas suas imediações evidências de interesse arqueológico e de outros tipos <input type="checkbox"/> 4 – Existem evidências arqueológicas e de algum outro tipo <input type="checkbox"/> 3 – Existem vestígios arqueológicos</p>	<p><input type="checkbox"/> 2 – Existem elementos de interesse não-arqueológico <input type="checkbox"/> 1 – Não existem outros elementos de interesse</p> <p>A8) ASSOCIAÇÃO COM OUTROS ELEMENTOS DO MEIO NATURAL <input type="checkbox"/> 5 – Fauna e flora notáveis pela sua abundância, grau de desenvolvimento ou presença de espécies de especial interesse <input type="checkbox"/> 3 – Presença de fauna e flora de interesse moderado <input type="checkbox"/> 1 – Ausência de outros elementos naturais de interesse</p> <p>A9) ESTADO DE CONSERVAÇÃO <input type="checkbox"/> 5 – Perfeitamente conservado, sem evidencias de deterioração <input type="checkbox"/> 4 – Alguma deterioração <input type="checkbox"/> 3 – Existem escavações, acumulações ou construções mas que não impedem a observação de suas características essenciais <input type="checkbox"/> 2 – Existem numerosas escavações, acumulações ou construções que deterioram as características de interesse do geossítio <input type="checkbox"/> 1 – Fortemente deteriorado</p>
	<p>B – USO POTENCIAL</p> <p>B1) POSSIBILIDADE DE REALIZAR ATIVIDADES CIENTÍFICAS, PEDAGÓGICAS, TURÍSTICAS E RECREATIVAS <input type="checkbox"/> 5 – É possível realizar atividades científicas e pedagógicas <input type="checkbox"/> 3 – É possível realizar atividades científicas ou pedagógicas <input type="checkbox"/> 1 – É possível realizar outros tipos de atividades</p> <p>B2) CONDIÇÕES DE OBSERVAÇÃO <input type="checkbox"/> 5 – Ótimas <input type="checkbox"/> 3 – Razoáveis <input type="checkbox"/> 1 – Deficientes</p> <p>B3) POSSIBILIDADE DE COLETA DE OBJETOS GEOLÓGICOS <input type="checkbox"/> 5 – É possível a coleta de minerais, rochas e fósseis sem danificar o geossítio <input type="checkbox"/> 4 – É possível a coleta de minerais ou de rochas ou de fósseis sem danificar o geossítio <input type="checkbox"/> 3 – É possível a coleta de algum tipo de objeto, embora com restrições <input type="checkbox"/> 2 – É possível a coleta de algum tipo de objeto embora danifique o geossítio <input type="checkbox"/> 1 – Não se podem recolher amostras</p>

<p>B4) ACESSIBILIDADE</p> <p>() 5 – Acesso direto a partir de estradas nacionais</p> <p>() 4 – Acesso direto a partir de estradas estaduais/municipais</p> <p>() 3 – Acesso a partir de caminhos não asfaltados, mas facilmente transitáveis por automóveis</p> <p>() 2 – o geossítio localiza-se a menos de 1km de algum caminho utilizável por automóveis</p> <p>() 1 – o geossítio localiza-se a mais de 1km de algum caminho utilizável por automóveis</p> <p>B5) PROXIMIDADE A POVOADOS</p> <p>() 5 – Existe uma localidade com mais de 10.000 habitantes e com oferta hoteleira variada a menos de 5km</p> <p>() 4 – Existe uma localidade com menos de 10.000 habitantes e com oferta hoteleira variada a menos de 5km</p> <p>() 3 – Existe uma localidade com oferta hoteleira entre 5 e 20 km</p> <p>() 2 – Existe uma localidade com oferta hoteleira entre 20 e 40 km</p> <p>() 1 – Só existe uma localidade com oferta hoteleira a mais de 40km</p> <p>B6) NÚMERO DE HABITANTES</p> <p>() 5 – Existem mais de 100.000 habitantes em um raio de 25km</p> <p>() 4 – Existem entre 50.000 e 100.000 habitantes em um raio de 25km</p> <p>() 3 – Existem entre 25.000 e 50.000 habitantes em um raio de 25km</p> <p>() 2 – Existem entre 10.000 e 25.000 habitantes em um raio de 25km</p> <p>() 1 – Existem menos de 10.000 habitantes em um raio de 25km</p> <p>B7) CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS</p> <p>() 5 – Os níveis de rendimento per capita e de educação da área são superiores à media nacional e a taxa de desemprego é menor</p> <p>() 3 – Os níveis de rendimento per capita, de educação e de desemprego da área são equivalentes a media nacional</p> <p>() 1 – Os níveis de rendimento per capita, de educação e de desemprego da área são piores em relação a media nacional</p>	<p>C – NECESSIDADE DE PROTEÇÃO</p> <p>C1) AMEAÇAS ATUAIS OU POTENCIAIS</p> <p>() 5 – Zona rural, não sujeita a desenvolvimento urbano ou industrial nem a construção de infraestrutura e sem perspectiva de estar submetida a ameaça.</p> <p>() 3 – Zona de caráter intermediário sem previsão de desenvolvimentos concretos, mas que apresenta razoáveis possibilidades num futuro próximo</p> <p>() 1 – Zona incluída em áreas de forte expansão urbana ou industrial ou em locais onde esta prevista a construção de infraestrutura.</p> <p>C2) SITUAÇÃO ATUAL</p> <p>() 5 – Geossítio sem qualquer tipo de proteção legal</p> <p>() 3 – Geossítio incluído em uma área com proteção legal (federal, estadual, municipal)</p> <p>() 1 – Geossítio incluído em uma área protegida integrada no Sistema Nacional de Unidades de Conservação</p> <p>C3) INTERESSE PELA EXPLORAÇÃO MINEIRA</p> <p>() 5 – O geossítio encontra-se em uma zona sem nenhum tipo de interesse mineiro</p> <p>() 4 – O geossítio encontra-se em uma zona com índices mineiros de interesse</p> <p>() 3 – O geossítio encontra-se em uma zona com reservas importantes de materiais de baixo valor unitário, embora não esteja prevista sua exploração imediata</p> <p>() 2 – O geossítio encontra-se em uma zona com reservas importantes de material de baixo valor unitário e em que é permitida a sua exploração</p> <p>() 1 – O geossítio encontra-se em uma zona com grande interesse mineiro para recursos com elevado valor unitário e com concessões ativas</p> <p>C4) VALOR DOS TERRENOS EM (REAIS/M²)</p> <p>() 5 – Menor que 5</p> <p>() 4 – 6 a 7</p> <p>() 3 – 11 a 30</p> <p>() 2 – 31 a 60</p> <p>() 1 – Superior a 60</p> <p>C5) REGIME DE PROPRIEDADE</p> <p>() 5 – Terreno predominantemente pertencente ao Estado</p> <p>() 4 – Terreno predominantemente de propriedade municipal</p> <p>() 3 – Terreno parcialmente público e privado</p> <p>() 2 – Terreno privado pertencente a um só proprietário</p> <p>() 1 – Terreno privado pertencente a vários proprietários</p> <p>C6) FRAGILIDADE</p> <p>() 5 – Aspectos geomorfológicos que pelas suas grandes dimensões, relevo, etc, são dificilmente afetados, de modo importante, pelas atividades antrópicas</p> <p>() 4 – Grandes estruturas geológicas ou SUCESSÕES estratigráficas de dimensões quilométricas que, embora possam degradar-se por grandes intervenções antrópicas, a sua destruição é pouco provável</p> <p>() 3 – Dimensão hectométrica que pode ser destruída em grande parte por intervenções não muito intensas</p> <p>() 2 – Aspectos estruturais com formações rochosas de dimensões decamétricas que podem ser facilmente destruídas por intervenções antrópicas pouco expressivas</p> <p>() 1 – Dimensão métrica, que pode ser destruída por pequenas intervenções ou jazidas minerais ou paleontológicas de fácil depreciação</p>
--	--

<u>CLASSIFICAÇÃO DOS SITIOS GEOLÓGICOS</u>	
<p>Os critérios aqui apresentados devem ser aplicados em âmbitos internacional, nacional, regional ou local;</p> <p>Os geossítios de âmbito internacional ou nacional devem possuir, além disso, os seguintes valores (vide quadro ao lado)</p> <p>Os geossítios que não se enquadram nestes valores devem ser considerados como de âmbitos regional ou local;</p> <p>Em relação aos geossítios regionais ou locais, a quantificação final deve ser o resultado da média simples dos três conjuntos dos critérios A, B e C. Quanto maior for o valor de Q, mais relevante deve ser considerado o geossítio e, por conseguinte, mais urgente é a necessidade de serem aplicadas estratégias de geoconservação</p> <p>Em resumo (quadro abaixo):</p>	<p>$A1 \geq 3$</p> <p>$A3 \geq 4$</p> <p>$A6 \geq 3$</p> <p>$A9 \geq 3$</p> <p>$B1 \geq 3$</p> <p>$B2 \geq 3$</p>
Geossítios de âmbito internacional ou nacional	$Q = 2A + B + 1,5 C / 3$
Geossítios de âmbito regional ou local	$Q = A + B + C / 3$

ANEXO “B”: CRITÉRIOS UTILIZADOS NO MÉTODO DE QUANTIFICAÇÃO PEREIRA (2010)

		0	1	2	3	4
Valor Intrínseco (Vi)						
A1	Vulnerabilidade associada a processos naturais	Refere-se à vulnerabilidade do geossítio face aos processos naturais atuantes no local, que podem descaracterizá-lo ou mesmo culminar com a sua destruição	Elevada vulnerabilidade, decorrentes da atividade de processos naturais atuantes no local		Com alguma vulnerabilidade natural, porém em escala que não compromete aspectos relevantes do geossítio, ou tais transformações podem ser mitigadas a partir de medidas simples	Não apresenta qualquer vulnerabilidade decorrente de processos naturais
A2	Abundância / Raridade	Importância do local em termos de sua ocorrência na área investigada	Geossítio de ocorrência comum na área da investigação (mais de 10 ocorrências)	Entre 5 e 10 exemplares com características similares na área, dentro do mesmo contexto geológico-geomorfológico	Existência de até 5 exemplares com características similares na área, dentro do mesmo contexto geológico-geomorfológico	Existência de até 3 exemplares com características similares na área, dentro do mesmo contexto geológico-geomorfológico
A3	Integridade	Indicativo do nível de conservação do geossítio e da possibilidade de visualização dos aspectos de interesse	Geossítio deteriorado e descaracterizado, de maneira que a observação dos elementos de interesse estejam comprometidas e sem possibilidade de recuperação	Geossítio deteriorado, porém ainda permite a visualização dos aspectos de interesse, sem possibilidade de ser recuperado	Geossítio com alguma deterioração, porém permite a visualização dos aspectos de interesse e com possibilidade de ser recuperado	Geossítio íntegro e sem qualquer deterioração e sem necessidade de recuperação
A4	Variedade de elementos da geodiversidade	Quantidade de interesses e elementos da geodiversidade associados (hidrologia, hidrogeologia, mineralogia, petrologia, etc.)		Associação com apenas um elemento da geodiversidade	Associação de dois elementos da geodiversidade	Associação de três elementos da geodiversidade
Valor Científico (Vci)						
B1	Objeto de referências bibliográficas (grau de conhecimento científico)	Indica se o geossítio propriamente dito já foi alvo de estudos acadêmicos ou citado em artigos técnico-científicos	Inexistência de qualquer referência sobre o geossítio	Citado em relatórios técnicos ou Planos de Manejo	Citado em artigo de revista nacional e relatórios ou Plano de Manejo	Citado em uma tese ou outro tipo de publicação técnica-científica
B2	Representatividade de materiais e processos geológicos	Indicativo da relevância do geossítio como registro de elementos ou processos relacionados com a evolução geológica ou geomorfológica da região e o contexto em que ela se insere	Ausência de qualquer aspecto relevante de natureza científica		Abriga registros ilustrativos de elementos ou processos da geodiversidade, mas que não sejam utilizados como exemplos clássicos	Abriga elementos ilustrativos que representem seções tipo de formações ou utilizado como exemplos clássicos de elementos ou processos geológicos
B3	Diversidade de interesses / temáticas associados	Associação do geossítio com outros tipos de interesse (dentro das geociências) ou outras temáticas de estudo (ex.: biodiversidade, meteorologia, arqueologia)	Sem associação com outras temáticas	Apenas 1 tipo de interesse ou temática	Até 3 tipos de interesse e/ou temática	Entre 4 e 5 tipos de interesse e/ou temática
B4	Relevância didática	Potencial do geossítio para ilustrar elementos ou processos da geodiversidade e possibilidade de uso do local para ensino das geociências e/ou escolas secundárias	Sem relevância didática		Passível de ser utilizado para fins didáticos para um público de perfil especializado	Muito ilustrativo e passível de ser utilizado para fins didáticos por públicos de qualquer nível, desde leigos a especialistas
Valor Turístico (Vtur)						
C1	Aspecto estético	Relativo ao aspecto à beleza cênica do local. Consiste no parâmetro com maior grau de subjetividade, uma vez que depende do sentimento que o local provoca no avaliador.	Geossítio sem qualquer relevância estética, inserido em local sem qualquer apelo cênico		Geossítio inserido em local aprazível ou dotado de algum elemento com apelo estético	Geossítio dotado de espetacularidade estética e inserido em local aprazível, dotado de apelo cênico
C2	Acessibilidade	Indicativo das dificuldades de acesso ao local	Acessível a partir de trilha com mais de 5 km de extensão	Acessível a partir de trilha com 2 a 5 km de extensão	Acessível a partir de estradas não asfaltadas e trilha com menos de 2 km de extensão	Acessível a partir de estradas asfaltadas e trilha com menos de 2 km de extensão
C3	Presença de infraestrutura	Indicativo da presença de infraestruturas que facilitem e sirvam de apoio para a utilização do local	Ausência de qualquer infraestrutura		Dotado de infraestrutura rudimentar, mas que sirvam de apoio ao visitante	Dotado de infraestrutura plena que prestem todo o apoio ao visitante
C4	Existência de utilização em curso	Indica as condições atuais de utilização turística do geossítio	Geossítio sem qualquer uso atual	Geossítio com alguma taxa de visitação, porém ainda incipiente		Geossítio com alta taxa de visitação, porém sem mecanismo de controle de visitantes
C5	Presença de mecanismos de controle de visitantes	Indicativo da existência de medidas de controle dos visitantes, gerando informações para uma futura análise da capacidade de carga dos geossítios. Não foram aqui considerados os números efetivos de visitantes, perante a falta de uniformização e falta de confiabilidade destas informações.	Ausência de qualquer tipo de controle		Existência de um mecanismo não sistemático de controle, de caráter ainda incipiente	Existência de controle sistemático e eficiente de visitantes
Valor de Uso/Gestão (Vug)						
D1	Relevância cultural	Ilustra a associação do geossítio com elementos culturais. Utilização para fins religiosos, toponímias ou realização de eventos culturais	Sem qualquer relação com elementos culturais	Vínculo indireto com elementos culturais (ruínas, toponímias, pinturas rupestres)	Vínculo direto com elementos culturais (presença de ruínas ou pinturas rupestres)	Geossítio com presença de algum elemento cultural, que tenha uma contribuição acessória para a visitação ou uso do local
D2	Relevância econômica	Refere-se ao potencial de exploração econômica do geossítio e utilização como um recurso natural, excluindo-se a exploração turística. Sendo assim, foi valorado de maneira inversa, já que são consideradas atividades excludentes.	Geossítio com viabilidade econômica, inclusive com atividade exploratória estabelecida e organizada	Geossítio com potencial econômico, com exploração em curso, porém carente de regularização da atividade	Geossítio com potencial econômico e exploração incipiente em curso e regularizada	Geossítio com algum potencial econômico, porém cuja exploração não é viável (ex.: inserido em UC)
D3	Nível oficial de proteção	Indicativo se o local já está inserido em Unidade de Conservação	Ausência de qualquer tipo de UC		Inserido em UC ainda não implementada	Inserido em UC já implementada
D4	Passível de utilização econômica	Indica se o local é passível de utilização econômica, excluindo o turismo, ou está inserido em área com algum tipo de uso que acarrete em restrições para o seu uso turístico	Inserido em zona de UC ou em propriedade privada com restrição para a sua utilização para fins de visitação pública		Inserido em zona de UC ou em propriedade privada com possibilidade de uso mediante condições (plano de manejo, infraestrutura)	Geossítio sem qualquer restrição para utilização, já dotado de alguma infraestrutura e/ou com utilização em curso
D5	Vulnerabilidade associada ao uso antrópico	Indicativo da susceptibilidade do local sofrer deterioração mediante o uso para diversos fins	Dotado de alta susceptibilidade, sujeito a descaracterização mediante o uso ou visitação, de maneira a torná-lo inviável		Sujeito a descaracterização pelo uso, podendo ser utilizado mediante a implementação de infraestrutura para minimizar os impactos	Pouco ou nada vulnerável, não deverá sofrer deterioração mediante uso ou visitação, podendo ser utilizado sem qualquer restrição
D6	População do núcleo urbano mais próximo	Indicativo da população na região onde se insere o geossítio, que poderá visitá-lo e, teoricamente, será beneficiada com a sua valorização e utilização	5.000 habitantes em um raio de 25 km	5.000 a 10.000 habitantes em um raio de 25 km	10.000 a 15.000 habitantes em um raio de 25 km	15.000 a 20.000 habitantes em um raio de 25 km
D7	Condições sócio-econômicas dos núcleos urbanos mais próximos	Indicativo das condições sócio-econômicas da região onde se insere o geossítio, que indiretamente influenciam nas infraestruturas disponíveis e perfil dos visitantes		IDH inferior ao IDH médio da área	IDH equivalente ao IDH médio da área (+/- 0,05)	IDH superior ao IDH médio da área

ANEXO "C"

CRITÉRIOS DE QUANTIFICAÇÃO DO MÉTODO - BRILHA (2015)	
VALOR CIENTÍFICO	
<p>A. Representatividade</p> <ul style="list-style-type: none"> • O geossítio é o melhor exemplo na área de estudo para ilustrar elementos ou processos relacionados com o contexto geológico em questão (quando aplicável) - 4 pontos • O geossítio é um bom exemplo na área de estudo para ilustrar elementos ou processos relacionados com o contexto geológico em questão (quando aplicável) - 2 pontos • O geossítio ilustra razoavelmente elementos ou processos na área de estudo relacionados com o contexto geológico em questão (Quando aplicável) - 1 ponto <p>B. Local-tipo</p> <ul style="list-style-type: none"> • O geossítio é reconhecido como um GSSP ou ASSP por IUGS ou é um local de referência IMA - 4 pontos • O geossítio é usado pela ciência internacional, diretamente relacionado com o contexto geológico em questão (quando aplicável) - 2 pontos • O geossítio é usado pela ciência nacional, diretamente relacionado com o contexto geológico em questão (quando aplicável) - 1 ponto <p>C. Conhecimento científico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Há artigos em revistas científicas internacionais sobre este geossítio, diretamente relacionados com o contexto geológico em questão (Quando aplicável) - 4 pontos • Há artigos em publicações científicas nacionais sobre este geossítio, diretamente relacionados com o contexto geológico em questão (Quando aplicável) - 2 pontos • Há resumos apresentados em eventos científicos internacionais sobre este geossítio, diretamente relacionados com o contexto geológico em questão (quando aplicável) - 1 ponto <p>D. Integridade</p> <ul style="list-style-type: none"> • Os principais elementos geológicos (relacionados com o contexto geológico em questão, quando for o caso) estão muito bem preservados - 4 pontos • Geossítio não tão bem preservado, mas os principais elementos geológicos (relacionado com o contexto geológico em questão, quando aplicável) ainda estão preservados - 2 pontos • Geossítio com problemas de preservação e com os principais elementos geológicos (relacionados com o contexto geológico em questão, quando for o caso) bastante alterados ou modificados - 1 ponto 	<p>E. Diversidade geológica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geossítio com mais de três tipos de características geológicas distintas, com relevância científica - 4 pontos • Geossítio com três tipos de características geológicas distintas, com relevância científica - 2 pontos • Geossítio com dois tipos de características geológicas distintas, com relevância científica - 1 ponto <p>F. Raridade</p> <ul style="list-style-type: none"> • O geossítio é a única ocorrência deste tipo na área de estudo (representando o contexto geológico em questão, quando aplicável) - 4 pontos • Na área de estudo, existem 2-3 exemplos de geossítios semelhantes (que representam a estrutura geológica em consideração, quando aplicável) - 2 pontos • Na área de estudo, existem 4-5 exemplos de geossítios semelhantes (que representam a estrutura geológica em consideração, quando aplicável) - 1 ponto <p>G. Limitações de Uso</p> <ul style="list-style-type: none"> • O geossítio não tem limitações (permissões legais, as barreiras físicas,...) para a amostragem ou de campo - 4 pontos • É possível coletar amostras e fazer o trabalho de campo, depois de superar as limitações - 2 pontos • Amostragem e trabalho de campo são muito difíceis de ser realizado devido a limitações difíceis de superar (permissões legais, barreiras físicas,...) - 1 ponto

POTENCIAL PARA USO EDUCACIONAL E USO TURÍSTICO – CRITÉRIOS COMUNS	
<p>A. Vulnerabilidade</p> <ul style="list-style-type: none"> Os elementos geológicos do geossítio não apresentam possibilidade de deterioração por atividade antrópica - 4 pontos Existe a possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários por atividade antrópica - 3 pontos Existe a possibilidade de deterioração dos principais elementos geológicos por atividade antrópica - 2 pontos Existe a possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos por atividade antrópica - 1 ponto <p>B. Acessibilidade</p> <ul style="list-style-type: none"> Local localizado a menos de 100 m de uma estrada pavimentada e com estacionamento para ônibus - 4 pontos Local localizado a menos de 500 m de uma estrada pavimentada - 3 pontos Local acessível por ônibus, mas através de uma estrada de cascalho - 2 pontos Local com acesso direto pela estrada, mas localizado a menos de 1 km de uma estrada acessível por ônibus - 1 ponto <p>C. Limitações de Uso</p> <ul style="list-style-type: none"> O local não tem limitações para serem utilizados por estudantes e turistas - 4 pontos O local pode ser utilizado por estudantes e turistas, mas apenas ocasionalmente - 3 pontos O local pode ser utilizado por estudantes e turistas, mas só depois de superar limitações (legal, permissões, físicos, marés, inundações,...) - 2 pontos A utilização por estudantes e turistas é muito difícil de ser realizado devido a limitações difíceis de superar (legal, permissões, física, marés, inundações,...) - 1 ponto <p>D. Segurança</p> <ul style="list-style-type: none"> Local com instalações de segurança (cercas, escadas, corrimãos, etc.), a cobertura de telefonia móvel e localizados a menos de 5 km de serviços de emergência - 4 pontos Local com instalações de segurança (cercas, escadas, corrimãos, etc.), a cobertura de telefonia móvel e localizado a menos de 25 km de serviços de emergência - 3 pontos Sítio sem instalações de segurança, mas com cobertura de telefonia móvel e localizado a menos de 50 km de serviços de emergência - 2 pontos Sítio sem instalações de segurança, sem cobertura de telefonia móvel e situados a mais de 50 km de serviços de emergência - 1 ponto <p>E. Logística</p> <ul style="list-style-type: none"> Hospedagem e restaurantes para grupos de 50 pessoas a menos de 15 km de distância do local - 4 pontos Hospedagem e restaurantes para grupos de 50 pessoas a menos de 50 km de distância do local - 3 pontos 	<ul style="list-style-type: none"> Hospedagem e restaurantes para grupos de 50 pessoas a menos de 100 quilômetros de distância do local - 2 pontos Hospedagem e restaurantes para grupos com menos de 25 pessoas e menos de 50 km de distância do local - 1 ponto <p>F. Densidade de população</p> <ul style="list-style-type: none"> Sítio localizado em um município com mais de 1000 habitantes / km² - 4 pontos Sítio localizado em um município com 250-1000 hab / km² - 3 pontos Sítio localizado em um município com 100-250 hab / km² - 2 pontos Sítio localizado em um município com menos de 100 habitantes / km² - 1 ponto <p>G. Associação com outros valores</p> <ul style="list-style-type: none"> Ocorrência de diversos valores ecológicos e culturais a menos de 5 km de distância do local - 4 pontos Ocorrência de diversos valores ecológicos e culturais a menos de 10 km de distância do local - 3 pontos Ocorrência de um valor ecológico e um valor cultural a menos de 10 km de distância do local - 2 pontos Ocorrência de um valor ecológico ou cultural a menos de 10 km de distância do local - 1 ponto <p>H. Beleza cênica</p> <ul style="list-style-type: none"> Local utilizado atualmente como um destino de turismo em campanhas nacionais - 4 pontos Local ocasionalmente usado como um destino de turismo em campanhas nacionais - 3 pontos Local utilizado atualmente como um destino de turismo em campanhas locais - 2 pontos Local ocasionalmente usado como um destino de turismo em campanhas locais - 1 ponto <p>I. Singularidade</p> <ul style="list-style-type: none"> O local mostra características únicas e incomuns, considerando este e os países vizinhos - 4 pontos O local mostra características únicas e incomuns no país - 3 pontos O local mostra características comuns nesta região, mas incomuns em outras regiões do país - 2 pontos O local mostra características bastante comuns em todo o país - 1 ponto <p>J. Condições de observação</p> <ul style="list-style-type: none"> Todos os elementos geológicos são observados em boas condições - 4 pontos Existem alguns obstáculos que dificultam a observação de alguns elementos geológicos - 3 pontos Existem alguns obstáculos que dificultam a observação dos principais elementos geológicos - 2 pontos Existem alguns obstáculos que quase obstruem a observação dos principais elementos geológicos - 1 ponto

POTENCIAL PARA USO EDUCACIONAL – CONT.	POTENCIAL PARA USO TURÍSTICO – CONT.
<p>K. Potencial Didático</p> <ul style="list-style-type: none"> • O local apresenta elementos geológicos que são ensinadas em todo o ensino níveis - 4 pontos • O local apresenta elementos geológicos que são ensinadas nas escolas primárias - 3 pontos • O local apresenta elementos geológicos que são ensinadas nas escolas secundárias - 2 pontos • O local apresenta elementos geológicos que são ensinadas na universidade - 1 ponto <p>L. Diversidade Geológica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mais do que três tipos de elementos da geodiversidade ocorre no local (mineralógico, paleontológico, geomorfológico, etc.) - 4 pontos • Existem 3 tipos de elementos da geodiversidade no local - 3 pontos • Existem 2 tipos de elementos de geodiversidade no local - 2 pontos • Há apenas um tipo de elemento de geodiversidade no local - 1 ponto 	<p>K. Potencial Interpretativo</p> <ul style="list-style-type: none"> • O local apresenta elementos geológicos de uma forma muito clara e expressiva para todos os tipos de público - 4 pontos • O público precisa ter algum fundo geológico para compreender os elementos geológicos do local - 3 pontos • O público precisa ter formação geológica sólida para compreender os elementos geológicos do local - 2 pontos • O local apresenta elementos geológicos só compreensíveis para geólogos especialistas - 1 ponto <p>L. Nível Econômico</p> <ul style="list-style-type: none"> • O local está localizado em um município com uma renda familiar em menos o dobro da média nacional - 4 pontos • O local está localizado em um município com uma renda familiar mais elevada do que a média nacional - 3 pontos • O local está localizado em um município com uma renda familiar semelhante à média nacional - 2 pontos • O local está localizado em um município com uma renda familiar menor do que a média nacional - 1 ponto <p>M. Proximidade de áreas de lazer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Local localizado a menos de 5 km de uma área de lazer ou de atração turística - 4 pontos • Local localizado a menos de 10 km de uma área de lazer ou de atração turística - 3 pontos • Local localizado a menos de 15 km de uma área de lazer ou de atração turística - 2 pontos • Local localizado a menos de 20 km de uma área de lazer ou de atração turística - 1 ponto
RISCO DE DETERIORAÇÃO	
<p>A. Deterioração de elementos geológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos - 4 pontos • Possibilidade de deterioração dos principais elementos geológicos - 3 pontos • Possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários - 2 pontos • Menor possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários - 1 ponto <p>B. A proximidade de áreas / atividades com potencial para causar degradação</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sítio localizado a menos de 50 m de uma potencial área / atividade degradante - 4 pontos • Sítio localizado a menos de 200 m de uma potencial área / atividade degradante - 3 pontos • Sítio localizado a menos de 500 m de uma potencial área / atividade degradante - 2 pontos • Sítio localizado a menos de 1 km de uma potencial área / atividade degradante - 1 ponto <p>C. Proteção jurídica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sítio localizado em uma área sem proteção legal e sem controle de acesso - 4 pontos • Sítio localizado em uma área sem proteção legal, mas com controle de acesso - 3 pontos • Sítio localizado em uma área com proteção legal, mas nenhum controle de acesso - 2 pontos • Sítio localizado em uma área com proteção legal e controle de acesso de - 1 ponto <p>D. Acessibilidade</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sítio localizado a menos de 100 m de uma estrada asfaltada e com estacionamento para ônibus - 4 pontos • Sítio localizado a menos de 500 m de uma estrada pavimentada - 3 pontos • Sítio acessível por ônibus por uma estrada de cascalho - 2 pontos • Local sem acesso directo por estrada, mas localizado a menos de 1 km de uma estrada acessível por ônibus - 1 ponto <p>E. Densidade populacional</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sítio localizado em um município com mais de 1000 habitantes / km² - 4 pontos • Sítio localizado em um município com 250-1000 hab / km² - 3 pontos • Sítio localizado em um município com 100-250 hab / km² - 2 pontos • Sítio localizado em um município com menos de 100 habitantes / km² - 1 ponto 	