Proposta de frameworks para inventariação de Geossítios do Cariri Paraibano

Proposal of frameworks for inventory of geosites in the Cariri Paraibano

Leonardo Figueiredo de Meneses
Geógrafo/ Mestre em Engenharia Urbana pela UFPB
Professor Assistente do Departamento de Engenharia e Meio Ambiente (UFPB)
lfmeneses@hotmail.com

Marcos Antônio Leite do Nascimento
Geólogo/Doutor em Geodinâmica - PPGG/UFRN
Professor do Departamento de Geologia (UFRN)
marcos@geologia.ufrn.br

Artigo recebido para revisão em 27/11/2013 e aceito para publicação em 09/03/2014

RESUMO
Nas últimas décadas um novo paradigma tem se construído na conservação ambiental, fundamentado na valorização dos elementos da geodiversidade ao mesmo nível de importância da biodiversidade e sociodiversidade. A impossibilidade de conservar todos os elementos da geodiversidade exige a identificação dos locais que apresentam singularidades e expressividade do ponto de vista de seus valores. O inventário de geossítios é uma das etapas principais no processo de geoconservação, no entanto, poucos trabalhos descrevem metodologias para sua realização. O objetivo principal deste trabalho é elaborar propostas de frameworks para a região do Cariri paraibano, com o intuito de serem utilizadas em estudos para a inventariação da geodiversidade da região. As propostas baseiam-se na metodologia de Abordagem Estratégica. Foi utilizado o mapa topográfico e geológico do Estado da Paraíba, sobrepondo-se a divisão administrativa municipal, em um Sistema de Informações Geográficas, resultando em 04 propostas em diferentes níveis de complexidade, considerando as diferentes litologias e suas idades geológicas. Os resultados obtidos são o passo inicial para pensar a temática da geodiversidade na região do Cariri paraibano de uma forma sistemática, viabilizando o uso das informações produzidas por parte dos gestores do território em prol de um melhor aproveitamento dos recursos naturais da região.

Palavras-chave: Geodiversidade, Inventário de geossítios, Cariri paraibano

ABSTRACT
In the last decades a new paradigm has been built on environmental conservation, based on valuing of geodiversity elements at the same level of importance of biodiversity and sociodiversity. The impossibility to preserve all the elements of geodiversity requires the identification of sites that have singularities and expressiveness in terms of their values. The inventory of geosites is one of the main steps in the geoconservation process, however, few studies describe methods for its realization. The main objective of this paper is to develop proposals for frameworks for the region of Cariri Paraibano, in order to be used in studies to inventorying the geodiversity of the area. The proposals are based on the methodology of the Strategic Approach. It was used topographic and geological map of the State of Paraíba, overlapping the municipal administrative division, in a Geographic Information System, resulting in 04 proposals at different levels of complexity considering the different lithologies and its geological ages. The results are the first step to analyze the theme of geodiversity in the Cariri Paraibano in a systematic way, allowing the use of such information by territory managers to make better use of natural resources in the region.

Keywords: Geodiversity, Inventory of geosites, Cariri paraibano

1. INTRODUÇÃO

Por vários séculos a percepção da importância dos componentes do meio físico do ambiente apenas se restringiu à sua utilização como um pano de fundo das atividades humanas ou como fonte inesgotável de recursos para aquelas atividades. No entanto, nas últimas décadas um novo paradigma começou a ser construído, fundamentado nas premissas de que os componentes do meio físico possuem valores que se sobrepõem à sua simples utilização para satisfação das necessidades humanas e que esses elementos apresentam fragilidades naturais que devem ser consideradas, apesar da aparente robustez de alguns deles frente às intempéries naturais ou artificiais.

Ao conjunto de aspectos geológicos (minerais, rochas e fósseis), geomorfológicos (formas de relevo, processos) e do solo, incluindo suas coleções, relações, propriedades, interpretações e sistemas, vêm-se associando o termo geodiversidade (GRAY, 2004). Ressalta-se, no entanto, que apesar de que a geodiversidade represente "o todo" do meio físico, não é possível nem viável efetivar a proteção desse "todo", devendo-se então estabelecer partes dele que apresentem singularidades e expressividade do ponto de vista de seus valores científico, didático, cultural, econômico e/ou turístico, por exemplo, como forma de compor um conjunto de locais de interesse que, uma vez descritos e delimitados espacialmente, irão compor o geopatrimônio (ou patrimônio geológico) de uma dada região (SHARPLES, 2002).

Percebe-se então, com essa mudança de paradigma, que as estratégias de conservação ambiental devem, necessariamente, abraçar, além da biodiversidade e da sociodiversidade, os elementos da geodiversidade. À busca pela proteção da diversidade natural de significativos aspectos e processos geológicos, geomorfológicos e de solo, e pela manutenção da evolução natural desses aspectos e processos denomina-se geoconservação (SHARPLES, 2002).

Para que se efetive a conservação do geopatrimônio, da mesma forma como ocorre para o patrimônio cultural e demais elementos do patrimônio natural, deve-se considerar o conhecimento do território, para que se identifiquem as ocorrências de um ou mais elementos da geodiversidade (aflorantes quer por resultado da ação de processos naturais, quer devido à intervenção do homem), bem delimitados geograficamente e que apresentem valor singular do ponto de vista científico, educativo, cultural, turístico ou outro, locais aos quais se atribui a denominação de geossítios (BRILHA, 2005). Esse conhecimento se dá inicialmente pela realização de um inventário, que irá retratar de forma sistemática as características de cada geossítio que comporá o geopatrimônio da região estudada.

O inventário de geossítios pode ser realizado de diversas formas, adotando-se metodologias que variam bastante principalmente no que se refere à complexidade da obtenção de informações e de sua divulgação. Salienta-se, entretanto, que apesar da importância dessa fase na busca pela

geoconservação, Pereira (2010), em uma análise crítica, aponta que, mesmo em nível mundial, são poucos os exemplos de trabalhos que discutem metodologias e critérios para sua execução, focando-se, quase sempre, na discussão de metodologias de quantificação dos geossítios, não sendo apresentados os critérios para a escolha de tais locais.

Verificando-se essa lacuna, nesse artigo apresentam-se algumas metodologias para inventariação de elementos da geodiversidade, tendo-se, como objetivo principal do trabalho, elaborar uma proposta de categorias temáticas para a região do Cariri paraibano, visando direcionar estudos para a inventariação da geodiversidade da região. Ainda que não se trate de uma iniciativa de abrangência nacional, serão adotadas escalas de análise compatíveis com aquelas, considerando a extensão territorial da área em apreço, como será apresentado mais adiante. Ressalta-se também que não se pretende, neste estudo, descrever geossítios de forma sistemática, ainda que tenham sido citados alguns locais interessantes na região que podem vir a representar cada uma das categorias definidas.

2. INVENTARIAÇÃO DE GEOSSÍTIOS

Como referido anteriormente, espera-se que um inventário, seja ele de qual natureza for, conste de um levantamento de dados realizado de forma sistemática sobre um dado tema. No caso específico do inventário de geossítios, Nascimento, Ruchkys e Mantesso-Neto (2008) indicam que cada geossítio a ser incluído no inventário deverá ter suas coordenadas geográficas definidas e em seguida este dado deve ser lançado sobre uma base cartográfica que pode ser uma carta topográfica ou um mapa geológico da região em estudo. Os autores sugerem ainda que seja realizado o registro fotográfico do local e uma detalhada descrição de campo, que deverá ser apoiada, de preferência, por uma ficha de cadastramento de afloramentos.

Para ilustrar algumas formas de se realizar um inventário de geossítios, apresentamos a classificação construída por Sharples (2002) que indica duas linhas de abordagem para a inventariação. A primeira, denominada de Identificação *Ad Hoc*, que prevê uma identificação pontual dos locais de interesse geológico, realizada a partir de ações específicas de projetos ou de planejamentos de atividades potencialmente impactantes em um determinado local. E uma segunda denominada Abordagem Estratégica e, como o nome diz, consiste em um levantamento estratégico e sistemático de locais que deverão ser alvo de geoconservação.

Na Abordagem Estratégica, podem ser realizados três tipos de inventário. (i) Inventário de Reconhecimento, que se baseia em revisão bibliográfica, consulta a especialistas e algum trabalho de campo e que se constitui em um inventário preliminar; (ii) Inventário Temático e Sistemático, que se caracteriza por avaliar de forma comparativa e interpretativa as feições e sistemas de uma dada região; e (iii) Inventário de Detalhe, que objetiva a coleta de informações específicas sobre

sistemas mais sensíveis e significativos, visando construir ferramentas e definir estratégias de manejo dos geossítios descritos.

Para o caso de inventários de abrangência de grandes extensões territoriais (nacionais ou de regiões geoadministrativas como micro ou mesorregiões, por exemplo) observa-se que vem sendo adotada com mais frequência o que Sharples (2002) chamou de Inventário Temático e Sistemático em uma Abordagem Estratégica. Uma das formas de se realizar esse tipo de Inventário é por meio do uso de categorias temáticas ou *frameworks*, que consiste em catalogar os locais de interesse geológico de uma região (ou os geossítios) com base em temas e não por áreas geográficas.

O uso de *frameworks* para realização de inventários de geodiversidade de âmbito nacional vem sendo adotada em diversos países da Europa. Segundo Wimbledon (1996) e Gonggrijp (2000), a Associação Europeia para a Conservação do Patrimônio Geológico – ProGEO; e a União Internacional das Ciências Geológicas – IUGS, já vêm utilizando este tipo de metodologia há algumas décadas. Um exemplo prático da aplicação de tais metodologias no continente europeu foi a definição de *frameworks* nacionais de relevância internacional realizada em Portugal, produzida por Brilha et al. (2005), com o intuito de inserir aquele país no projeto *Geosites*, gerenciado pela PROGEO, e para facilitar a troca de informações com pesquisadores da vizinha Espanha. Ainda para Portugal, pode-se apresentar também o exemplo produzido por Pereira et al. (2006) que propõem a divisão do país em nove categorias temáticas para a inventariação do patrimônio geomorfológico.

No Brasil, a primeira iniciativa de realização de um inventário do patrimônio geológico se dá pela instalação da Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP, no final da década de 1990, mas que, por se tratar de uma metodologia que envolvia a proposta espontânea por parte da comunidade científica, enquadra-se como uma identificação *Ad Hoc* segundo a classificação de Sharples (2002). O atual estágio desta iniciativa pode ser acessado no *link* http://sigep.cprm.gov.br/sitios.htm, contando atualmente (julho de 2013) com 116 geossítios cadastrados. Vale salientar que a CPRM-SGB vem produzindo os mapas de geodiversidade dos Estados brasileiros, já tendo publicado 22 deles (julho de 2013), enquanto que os mapas dos demais Estados estão em fase de elaboração. Estes mapas podem ser obtidos gratuitamente através do link do projeto Geodiversidade no site da CPRM (http://www.cprm.gov.br).

Lima (2008) e Lima et al. (2010) apresentaram, uma proposta para a sistematização do inventário do patrimônio geológico brasileiro, a ser implementada pelos serviços geológicos estaduais e/ou pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM-SGB), e que, por suas características básicas, poderia ser enquadrada como uma metodologia de Inventário Temático e Sistemático em uma Abordagem Estratégica. Ainda segundo Lima (2008) e Lima et al. (2010), ao se elaborar um inventário de geossítios de âmbito nacional deve-se considerar quatro questões básicas: (i) qual

objeto se pretende inventariar? (ii) Qual o valor que se pretende ressaltar do patrimônio inventariado? (iii) Qual recorte geográfico se pretende adotar? E (iv) para qual utilidade se destina o inventário?

Na Paraíba, até onde se sabe, inexistem ações sistemáticas (governamentais ou não) de inventariação do geopatrimônio em nível regional. No âmbito municipal, destaca-se o pioneiro trabalho realizado por Silva (2011) que buscou identificar e descrever geossítios no município de Gurjão e que posteriormente foram descritos do ponto de vista de seu potencial geoturístico (SILVA e MENESES, 2011). Salienta-se, entretanto, que a metodologia adotada nas referidas pesquisas mostra-se não sistemática, buscando a identificação dos locais potenciais a serem inventariados diretamente no campo, com o auxílio de informações coletadas com a população local ou através de esparsas referências bibliográficas existentes. Alguns outros trabalhos no Estado podem ser identificados, mas têm como recortes geográficos, geralmente, algum afloramento ou unidades não administrativas, geralmente de dimensões territoriais reduzidas.

Retornando ao cerne do tema deste trabalho, resume-se que a ideia por trás do uso de categorias temáticas (*frameworks*) é a de que elas correspondam aos principais temas que melhor representem a geodiversidade e a evolução geológica do território sob avaliação. Uma vez definidas as categorias, parte-se para a identificação de geossítios que apresentem valores singulares e excepcionais que possam representar cada *frame*, realizando-se a descrição daqueles, ressaltando os referidos valores (científico, didático, cultural, econômico, turístico) no contexto da geodiversidade, conforme proposto por Brilha (2005). Neste ponto cabe dizer que a descrição dos geossítios pode ser realizada de forma colaborativa, através do apoio de grupos de pesquisadores de diferentes áreas, podendo-se utilizar metodologias como a Delphi (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000) para este fim.

3. ÁREA DE ESTUDO

O Cariri paraibano (Figura 1) localiza-se no Planalto da Borborema, ocupando uma área de aproximadamente 11.225 km², distribuídos entre 29 municípios. Já é reconhecido regionalmente por suas peculiaridades geológicas, apresentando alguns dos principais geossítios do Estado da Paraíba, a exemplo do Lajedo do Pai Mateus, no município de Cabaceiras, com seus matacões em formatos arredondados; a Serra do Jatobá, em Serra Branca, descrita em alguns textos como sendo o maior batólito granítico da América do Sul (ainda que durante a revisão bibliográfica realizada não se tenha identificado referências científicas que comprovem tal afirmativa); e o Pico do Jabre, no município de Maturéia, ponto mais elevado do Estado.

Figura 1 – Localização do Cariri paraibano no contexto estadual.

Do ponto de vista geológico, o Planalto da Borborema encontra-se no Domínio da Zona Transversal – DZT, que, de acordo com CPRM (2002), se subdivide na Faixa Piancó-Alto-Brígida e nos Terrenos Alto Pajeú (TAP), Alto Moxotó (TAM) e Rio Capibaribe (TRC). Salienta-se, no entanto, que apenas os três últimos Terrenos é que efetivamente podem ser observados no território do Cariri paraibano. As maiores expressões litológicas que ocorrem na área correspondem às rochas metamórficas, descritas como migmatitos, gnaisses e xistos (ALMEIDA, 1997); granitoides; e com muito pouca expressividade espacial, algumas rochas sedimentares.

Com base na classificação geomorfológica proposta por Carvalho (1982) para o Estado da Paraíba, o Cariri paraibano insere-se na Superfície dos Cariris, que faz parte da Superfície Elevada Aplainada do Maciço da Borborema. O relevo regional é predominantemente plano e a média das altitudes é de 500 metros, entretanto, ironicamente, é ali que se encontram os pontos mais elevados do Estado (Pico do Jabre, na Serra de Teixeira e Serra do Paulo em São João do Tigre).

Também são destaque na região os Maciços Residuais, em geral pouco extensos, sendo representados por serras e *inselbergs* (CARVALHO, 1982). A Figura 2 ilustra as proposições da autora, possibilitando a percepção das variações topográficas através da rugosidade do relevo. Os locais da imagem onde a textura é mais rugosa correspondem justamente aos Maciços Residuais por ela descritos.

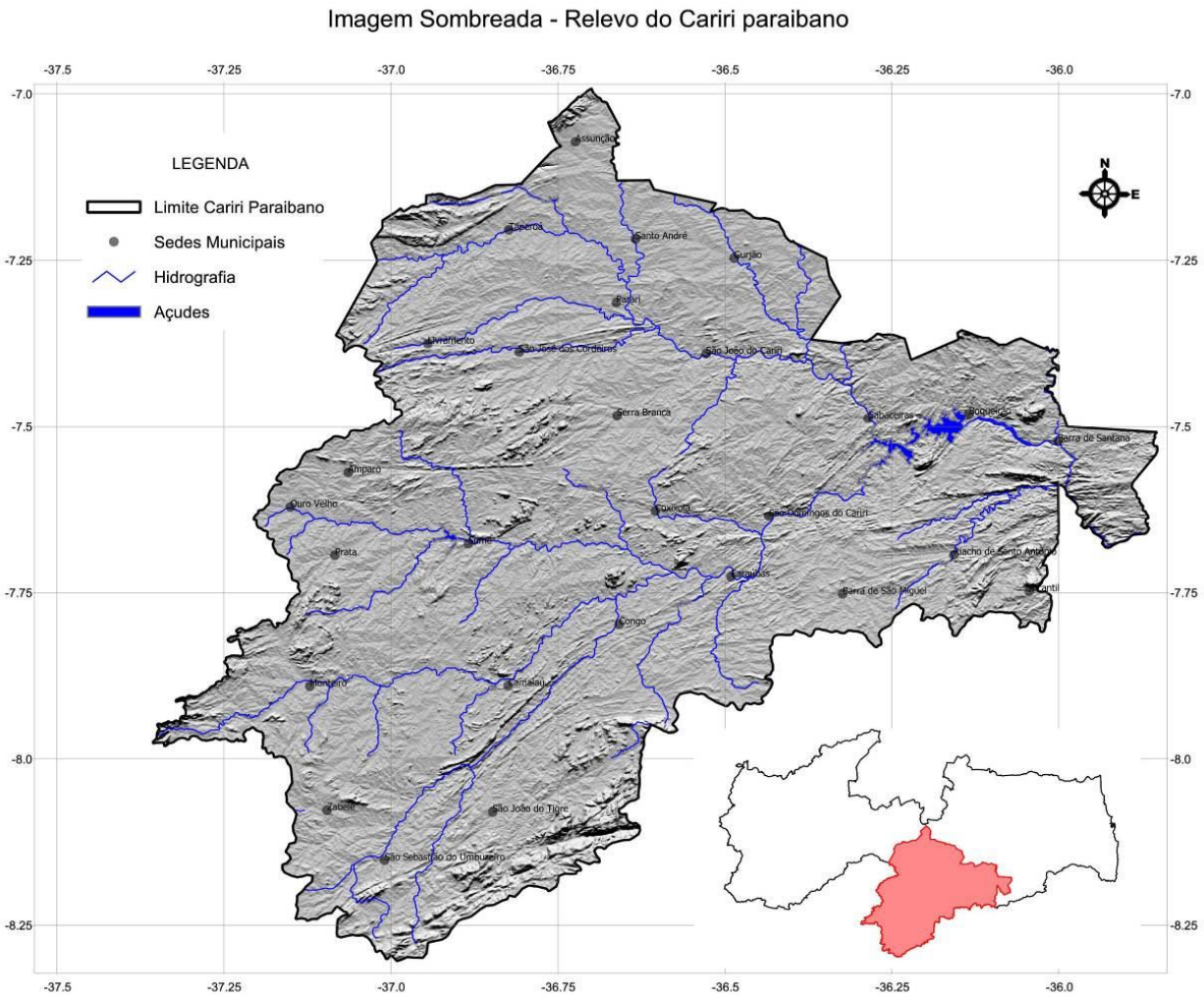

Figura 2 – Imagem sombreada representando o relevo do Cariri paraibano

Do ponto de vista climático, caracteriza-se por ser a região mais seca do Estado, com chuvas anuais bastante irregulares e médias pluviométricas não ultrapassando, de modo geral, os 800 mm/ano. No ano de 2012, por exemplo, em grande parte dos municípios do Cariri paraibano a média pluviométrica acumulada no ano ficou perto dos 200 mm.

Milhares e milhares de anos de atuação dos agentes intempéricos (químicos, físicos e biológicos) sobre as rochas da região produziram feições que se destacam na paisagem (Figura 3), tais como diques em forma de muralhas (como a Muralha do Meio do Mundo no município de São João do Cariri) e os *boulders* ou mares de bolas (Lajedo do Pai Mateus em Cabaceiras, por exemplo), pela denudação ou pelo esculpimento das rochas, respectivamente.

Figura 3 – Muralha do Meio do Mundo, no município de São João do Cariri (à esquerda) e matacões com formas arredondadas no Lajedo do Pai Mateus no município de Cabaceiras (à direita)

Interessante também é destacar o grande potencial paleontológico e arqueológico existente na região. Em quase todos os municípios da região pode-se identificar sítios arqueológicos constituídos principalmente de artes rupestres na forma de gravuras (itacoatiaras) e de pinturas em rochas e, em pelo menos 06 municípios já foram relatadas descobertas de registros fósseis de animais da megafauna (LIMA; MENESES, 2012).

4. METODOLOGIA

Como base para a construção das propostas de categorias temáticas (*frameworks*), utilizou-se materiais cartográficos de referência sobre a região, destacando-se mapas geológicos, geomorfológicos e cartas topográficas, além de resultados de pesquisas publicadas em periódicos e outras fontes de informação. Como fonte de dados primários realizou-se visitas *in loco* para observação e compreensão dos fatos registrados na literatura e também para realizar, sempre que possível registro fotográfico dos ambientes a serem descritos.

As propostas de *frameworks* construídas neste trabalho são basicamente de cunho geológico, portanto, a principal fonte de informações utilizada, dentre as citadas anteriormente, foi o mapa geológico do Estado da Paraíba. A base cartográfica geológica utilizada foi a publicada pela CPRM (2002), em escala 1:500.000, disponibilizada em meio digital no formato *shapefile*. De certa forma esta escala mascara ocorrências e ambientes que, em escala de maior detalhe, poderiam ser interessantes para contextualizar particularidades da evolução geológica/geomorfológica da região.

Sendo assim, dada a escala adotada, as categorias definidas apresentam relevância regional, tomando-se como recorte geográfico, como já informado, o Cariri paraibano, o que já responde a uma das quatro questões apresentadas por Lima (2008) a serem consideradas quando da realização de um inventário de geossítios. Para as demais questões, podem-se adotar as seguintes colocações: as categorias definidas servirão para uma inventariação de patrimônio geológico, que ressalte o valor científico/educativo visando seu uso para um melhor conhecimento da história geológica regional.

Os dados alfanuméricos associados à base gráfica do mapa geológico da CPRM (2002) constam de atributos que definem as unidades geológicas mapeadas por aquela instituição, destacando-se, entre elas: Nome da Unidade; Hierarquia (suíte, complexo, corpo, formação, etc); Idade (Eon, Era, Período); Litotipo (tipo de rocha predominante); Classe (ígnea, metamórfica, sedimentar); Sub-classe (plutônica, vulcânica, cárstica, sedimentos inconsolidados, etc).

Foram elaboradas 04 propostas de *frameworks* que vão se acrescendo em complexidade, passando desde a simples compartimentação da região com base nas classes de rochas ali encontradas (ígnea, metamórfica ou sedimentar), até uma proposta que envolve a divisão com base em um arranjo entre os litotipos (diferentes rochas), suas idades e a expressividade da superfície topográfica em que se inserem.

A edição dos mapas foi realizada no programa gvSIG, um sistema de informação geográfica de licença livre, disponível para *download* no sítio www.gvsig.org. Para ele foi importado o *shapefile* do mapa geológico do Estado da Paraíba, juntamente com dados como divisão administrativa estadual e, consequentemente, do Cariri; rede hidrográfica regional; malha viária; e dados altimétricos derivados do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM).

Após a importação dos dados, foi executada a operação de CLIP para extrair do mapa geológico estadual apenas as informações referentes ao Cariri paraibano. Esta operação consiste em utilizar um polígono (neste caso o limite administrativo da área em estudo) para realizar um recorte em algum outro plano de informação (o mapa geológico), resultando em uma nova camada de dados. Uma vez realizado o recorte da área de interesse, passou-se à fase da construção dos mapas temáticos coropléticos, representativos dos *frameworks* propostos.

No caso das propostas que envolvem apenas um atributo, simplesmente foi necessário classificar o mapa geológico em categorias únicas que representam cada valor do referido atributo, associando-se a cada valor uma cor. Já no caso da proposta que envolve mais de um atributo, o tratamento adotado tomou por base a classificação dos ambientes geológicos de acordo com a idade geológica das rochas e os litotipos predominantes de cada classe.

5. RESULTADOS

Como resultado das avaliações realizadas durante a pesquisa tem-se a produção de quatro mapas temáticos que representam a distribuição espacial dos *frameworks* propostos.

Na primeira proposta, a mais simples das elaboradas, separou-se os *frames* de acordo com a classe das rochas que ocorrem na área de estudo. Obteve-se então 03 classes, distribuídas em: ígneas, sedimentares (incluindo sedimentos inconsolidados) e metamórficas (Figura 4).

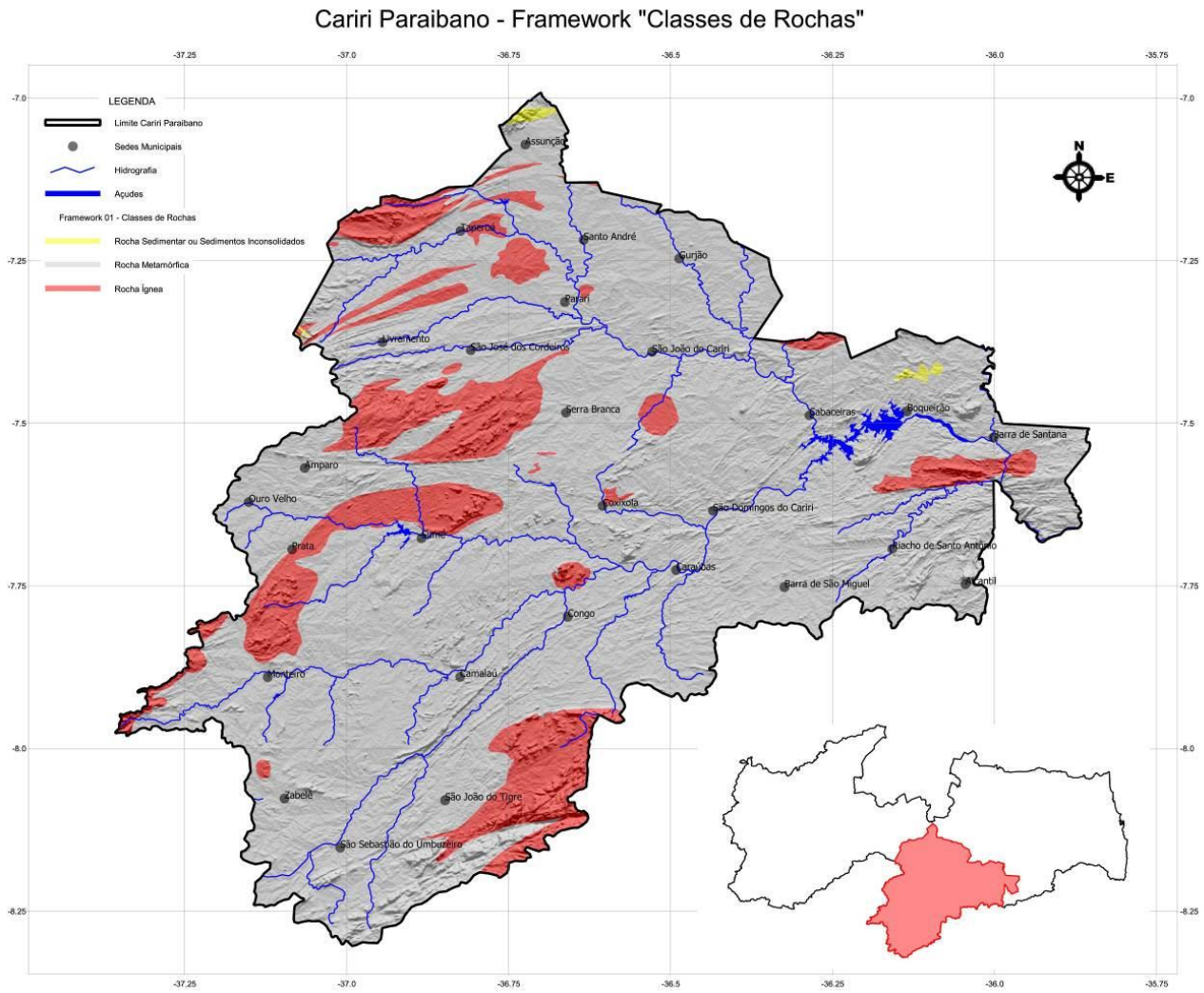

Figura 4 – *Frameworks* para o Cariri paraibano com base no tipo (classe) de rocha

Percebe-se que grande parte da área é dominada pelas rochas metamórficas, procedidas pelas ígneas, que se distribuem irregularmente em toda a área, com maior concentração, porém, nos setores Oeste/Noroeste e, por último, as ocorrências de rochas sedimentares (e sedimentos inconsolidados) que se concentram em três pequenas áreas, sendo uma no extremo Norte (no município de Assunção), outra no setor Noroeste (município de Livramento) e a terceira no setor Leste da área (município de Boqueirão). Ressalta-se, entretanto, que apenas na terceira área de ocorrência registram-se no mapa geológico rochas sedimentares (arenitos e argilitos), pois nas demais, são descritas apenas sedimentos inconsolidados.

A Figura 5 apresenta fotos de ocorrências, no Cariri paraibano, de alguns tipos de rochas descritas nos *frameworks* da primeira proposta.

Figura 5 – À esquerda, exemplo de rocha ígnea (Serra do Jatobá – Serra Branca – PB) com detalhe para as características de cor e textura da rocha e, à direita, exemplo de rocha metamórfica (Gurjão – PB).

É bem evidente que esta proposta é extremamente simplificada por ser muito generalista e não possibilita uma compreensão mais aprofundada sobre os processos evolutivos da geologia regional, porém, pode ser válido utilizá-la nos conteúdos programáticos do ensino básico como forma de mostrar aos estudantes a diversidade de rochas e exemplos de ocorrências em sua região de convivência. A segunda proposta, utilizando subclasses das unidades geológicas, apresenta-se na Figura 6.

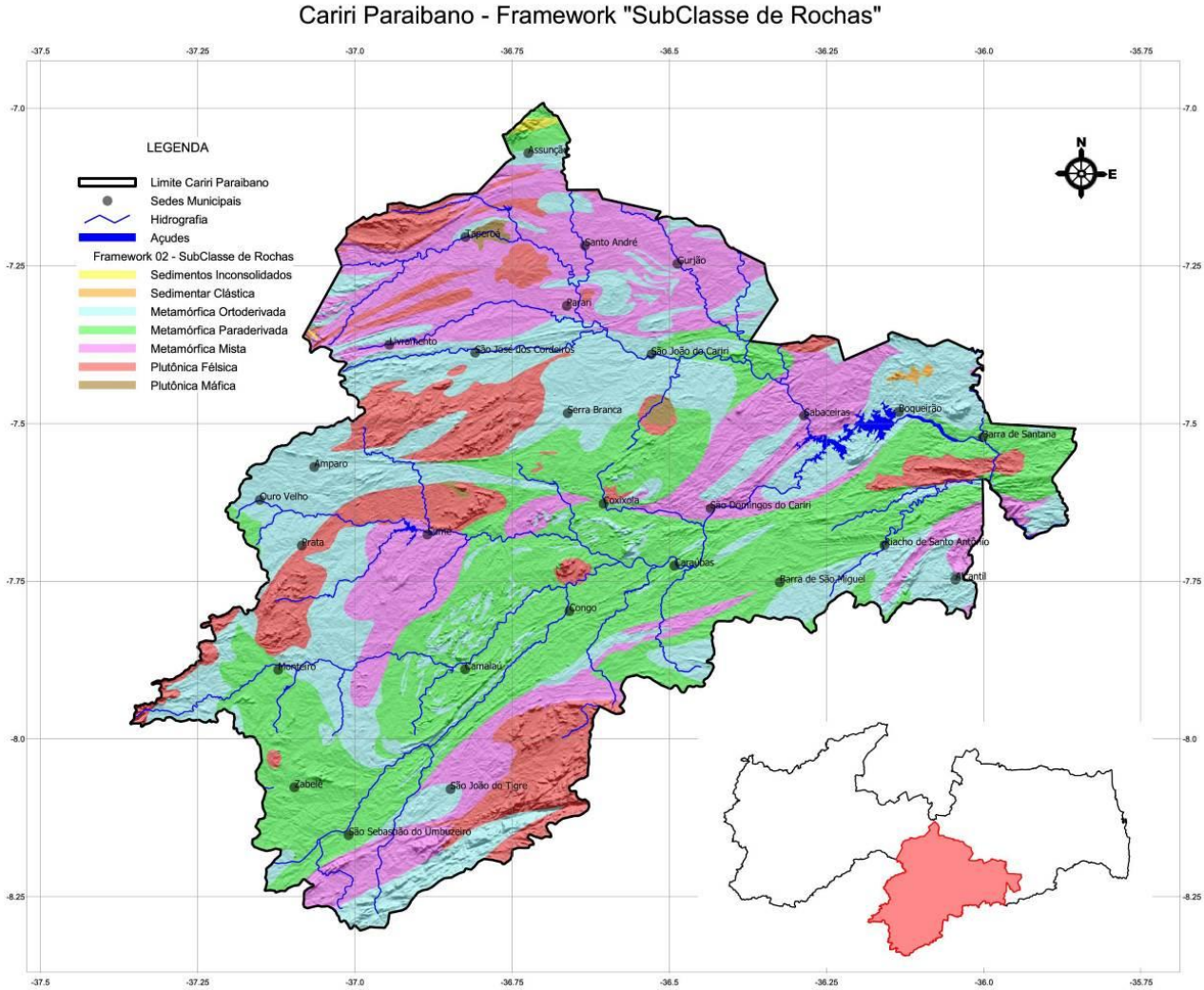

Figura 6 – *Frameworks* para o Cariri paraibano com base nas subclasses das rochas que ocorrem na região

Observa-se que, apesar desta segunda proposta tentar ser mais detalhada, o resultado que se obtém não é tão significativo no sentido de criar uma maior heterogeneidade de classes temáticas. Este fato se dá, pois na classe das rochas ígneas, só há representatividade de rochas plutônicas (como é o caso da Serra do Jatobá, apresentado na Figura 05), estas em grande parte compostas por granitoides crustais originados no ciclo Brasiliano, fase em que a região sofreu um evento orogênico colisional, relativamente curto temporalmente, porém vigoroso, formando expressivas massas plutônicas (CPRM, 2002). Analisando-se o banco de dados do mapa geológico, verificou-se a possibilidade de subdividir a classe de rochas plutônicas em félsicas (basicamente os granitóides, enriquecidos em minerais claros como quartzo e feldspatos) e máficas (basicamente gabros e dioritos, enriquecidos em minerais escuros como biotita, anfibólio e piroxênios), sendo que estas últimas apresentam-se em apenas três ocorrências na área de estudo, sendo uma no município de Taperoá, uma ao norte de Sumé e a terceira na parte sul de São João do Cariri (Figura 7).

Esta última ocorrência apresenta-se descrita no trabalho de Hollanda et all (2010) como sendo um *stock* máfico, de cerca de 25 km² e com idade estimada em 542±5 Ma.

No caso das rochas metamórficas foi possível individualizá-las em três tipos a depender do seu protólito (rocha de origem): (i) rochas ortoderivadas (provenientes da transformação de rochas ígneas); (ii) rochas paraderivadas (provenientes da transformação de rochas sedimentares; e (iii) rochas mistas (cujos protólitos não são possíveis de ser identificados ou o conjunto é formado por derivação tanto de rochas ígneas como de rochas sedimentares, características muito comuns em unidades geológicas definidas como “Complexo”).

Figura 7 – Exemplo de ocorrência de rocha plutônica máfica nas proximidades da localidade Uruçu, no município de São João do Cariri - PB.

No caso do material sedimentar, tornou-se possível diferenciar as rochas propriamente ditas, em sua maioria clásticas (em geral arenitos e argilitos), dos sedimentos inconsolidados (areias das aluviões, por exemplo), de forma que as rochas sedimentares apenas ocorrem na região do município de Boqueirão.

A terceira proposta utiliza apenas as idades das rochas para a definição dos *frames*. No banco de dados do mapa geológico da Paraíba estão presentes os campos (atributos) Eon, Era, Período e Época. Optou-se pela utilização do atributo "Era" uma vez que é a menor divisão de tempo que está presente no banco de dados e que apresenta valores para todos os polígonos do mapa. O resultado dessa proposta apresenta-se na Figura 8.

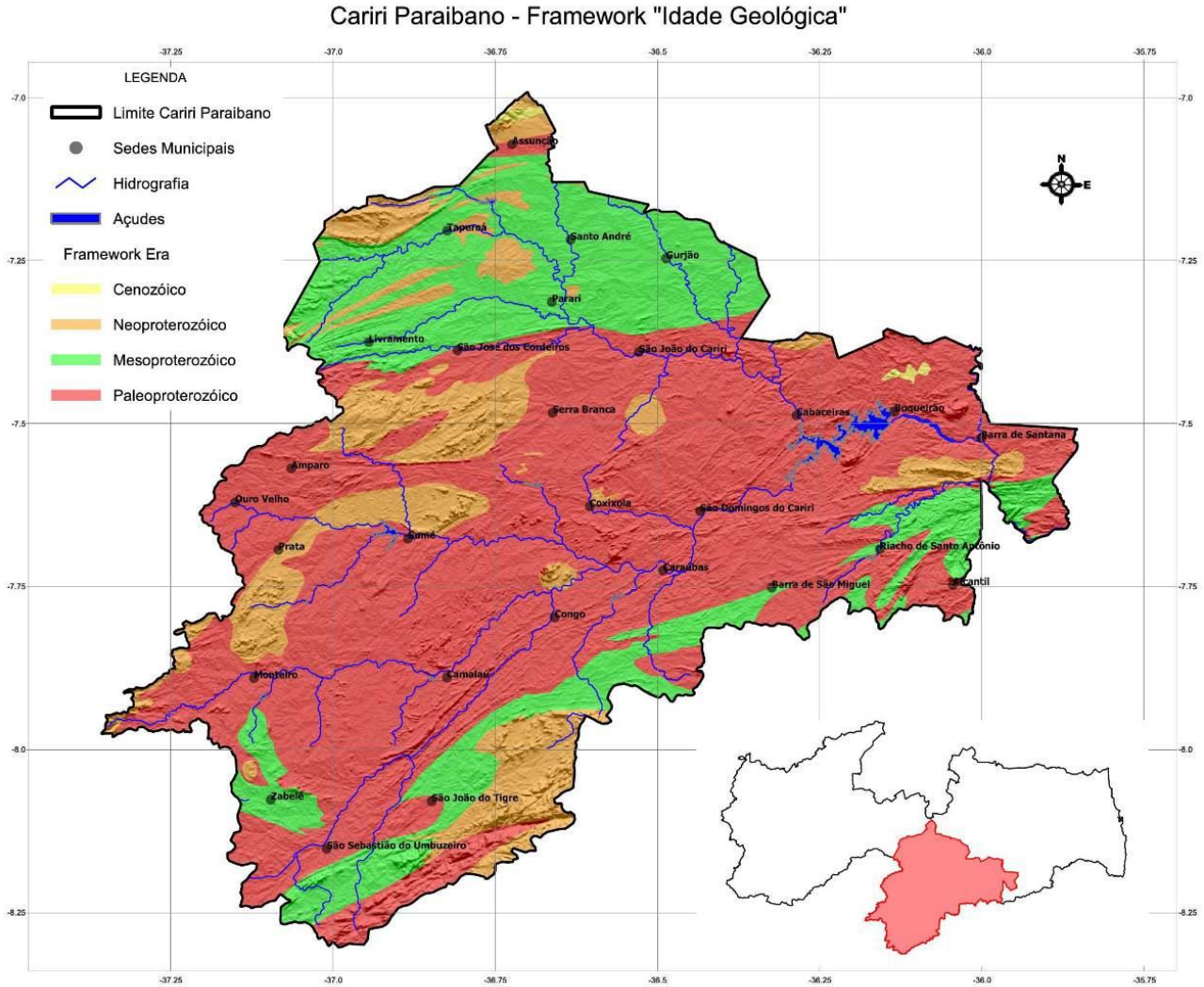

Figura 8 – *Frameworks* para o Cariri paraibano com base nas eras geológicas

Verifica-se que quase a totalidade das rochas da região são bastante antigas, datando do Proterozoico (idades entre 2,5 bilhões e 541 milhões de anos), com destaque para aquelas do Paleoproterozoico (idades entre 2,5 e 1,6 bilhões de anos) que ocupam considerável extensão da área.

Percebe-se que há um lapso considerável de tempo entre as rochas Proterozoicas e as rochas mais recentes, que datam do Cenozoico (idades inferiores a 66 milhões de anos) e que são representadas pelas rochas sedimentares. Dado que as rochas Proterozoicas mais recentes (Neoproterozoica – idades entre 1 bilhão e 541 milhões de anos) correspondem justamente aos granitoides crustais, supõe-se que a região apresenta uma relativa estabilidade geológica desde o Neoproterozoico. Predominam, portanto, os processos denudacionais que proporcionaram o desgaste de saliências topográficas e o consequente preenchimento de reentrâncias e depressões, formando assim a denominada Superfície Cariri, descrita em Carvalho (1982).

A partir dessa classificação pode-se pensar em trabalhar os paleoambientes de cada classe apresentada no mapa, descrevendo-se as condições ambientais que se apresentavam na região à época da formação daquelas unidades geológicas. Também é interessante fazer a correlação cronológica entre as unidades, tornando-se bem evidente, por exemplo, a "invasão" de rochas formadas no Neoproterozoico por quase todo o território do Cariri, durante a orogênese Brasiliana, originando os *plutons* graníticos que, em períodos posteriores foram sendo exumados devido aos processos erosivos. O uso dessa proposta de *framework* teria como foco principal, portanto, apresentar a sequência temporal de fatores que foram estruturando a região do ponto de vista da geologia e da paisagem de modo geral.

A quarta e última proposta associa os tipos de rochas, com base em sua gênese e às suas idades geológicas, tendo sido considerado ainda o relevo regional. Foram definidas dez classes temáticas, apresentadas na Figura 9, cujas nomenclaturas constituem-se de um prefixo relacionado à idade geológica e um segundo elemento relacionado à classe das rochas predominantes na área de abrangência de cada *frame*. Esta proposta representa, portanto, uma síntese das propostas 02 e 03.

O ambiente sedimentar ficou dividido em duas classes, sendo uma correspondente aos sedimentos recentes do Quaternário e a outra às rochas sedimentares Cenozóicas, estas últimas associadas às rochas da Formação Campos Novos que, segundo a CPRM (2002), é constituída de arenitos localmente silicificados e argilitos, estes contendo argilas do grupo das bentonitas. No entanto, Lages et al.. (2008), indicam que estes litotipos são mais representativos da área de ocorrência localizada nos limites da Bacia de Boa Vista, que fica localizada no município de mesmo nome estando, portanto, fora dos limites da área deste estudo.

No tocante aos ambientes metamórficos, estes correspondem à sete das dez classes definidas, tendo sido subdivididos de acordo com o protólito das rochas, como já havia sido adotado também na proposta 02 (Figura 6).

A classe "Neoproterozoicas Ígneas" agrupou de forma indistinta as plutônicas máficas e félsicas e, como tratado anteriormente, correspondem aos produtos da orogênese Brasiliana. Ressalta-se que em parte das áreas de ocorrência desta classe, indicadas na Figura 8, estas rochas

destacam-se no relevo, fazendo-se quebrar a monotonia da planura do relevo da Superfície Cariri, o que pode ser percebido pela diferenciação na textura do mapa, situação também observável na imagem sombreada apresentada na Figura 2.

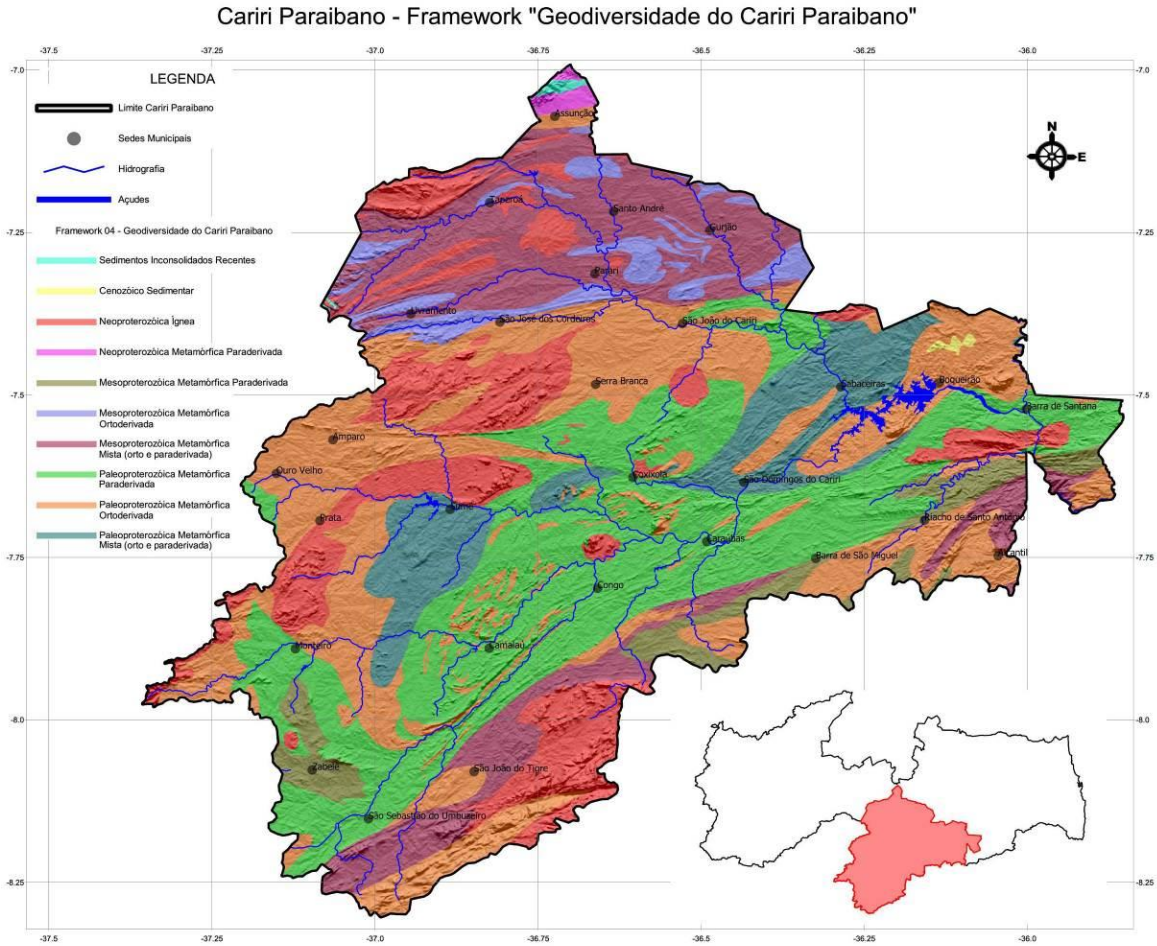

Figura 09 – *Framework* “Geodiversidade do Cariri Paraibano”

Com o intuito de proporcionar um maior aprofundamento no entendimento dos *frames* sugeridos nesta quarta proposta, elaborou-se o Quadro 01 que, resumidamente, apresenta os principais atributos associados a cada uma das classes temáticas sugeridas. Torna-se possível observar, para cada *frame*, a classe e subclasse de rochas a eles associados, juntamente com a informação do litotipo e de suas respectivas idades geológicas.

Como exemplo de aplicação de uso do Quadro 01, podemos citar a possibilidade de identificação de quais *frames* possuem maiores diversidades litológicas. Para o estudo de caso aqui realizado, a maior diversidade corresponde às classes “Neoproterozoica ígnea” e “Paleoproterozoica ortoderivada”.

Esta última proposta, como se observa, é bem mais complexa que as demais, sendo de caráter estritamente geológico. Seu entendimento passa pela necessidade de algum conhecimento

prévio de geologia básica, sendo interessante que seu uso, para fins didáticos, seja precedido da apresentação das propostas anteriores que, de certa forma, correspondem à uma fragmentação da quarta proposta ou, sob outra perspectiva, pode-se definir esta última proposta como sendo uma síntese das primeiras.

Quadro 1 – Atributos utilizados para a elaboração do *Framework* "Geodiversidade do Cariri Paraibano"

UNIDADE GEOLÓGICA	ERA	LITOTIPO	CLASSE	SUBCLASSE	*FRAMEWORK*
Depósitos colúvio-eluviais	Cenozoico	Areia, Argila, Cascalho	Sedimentar (ou Sedimentos)	Sedimentos inconsolidados	Sedimentos inconsolidados recentes
Campos Novos		Arenito, Argilito		Clástica	Cenozoico sedimentar
São Caetano	Mesoproterozoico	Metabasalto, Metachert, Metadacito, Metagrauvaca, Metarriodacito, Paragnaisse	Metamorfica	Metamorfismo regional	Mesoproterozoica mista (orto e paraderivada)
Surubim - Caroalina		Gnaisse, MetaCalcário, Quartzito, Xisto		Metamorfismo regional	Mesoproterozoica paraderivada
Suíte Granítica-Migmatítica Recanto / Riacho do Forno		Metagranito, Metamonzogranito, Metassienito, Metassienogranito, Migmatito		Metamorfismo regional	Mesoproterozoica ortoderivada
Vertentes		Metadacito, Metapelito, Paragnaisse, Quartzito, Rocha Metavulcânica		Metamorfismo regional	Mesoproterozoica mista (orto e paraderivada)
Equador	Neoproterozoico	Metaconglomerado, Quartzito		Metamorfismo regional	Neoproterozoica paraderivada
Granitoides Indiscriminados		Granito, Granodiorito, Monzogranito	Ígnea	Plutônica	Neoproterozoica ígnea (granitoide brasiliano)
Seridó		MetaCalcário, Quartzito, Xisto	Metamorfica	Metamorfismo regional	Neoproterozoica paraderivada
Suíte intrusiva Itaporanga		Granito, Granodiorito	Ígnea	Plutônica	Neoproterozoica ígnea (granitoide brasiliano)
Suíte intrusiva Prata		Monzogranito, Sienogranito		Plutônica	Neoproterozoica ígnea (granitoide brasiliano)
Suíte intrusiva Teixeira / Serra Branca		Monzodiorito, Quartzo Monzonito, Sienito, Sienogranito		Plutônica	Neoproterozoica ígnea (granitoide brasiliano)
Suíte mafica		Diorito, Gabro, Quartzo Diorito, Tonalito		Plutônica	Neoproterozoica ígnea (granitoide brasiliano)
Anortosito Boqueirão	Paleoproterozoico	Metadiorito, Metagabro, Metanortosito	Metamorfica	Metamorfismo regional	Paleoproterozoica ortoderivada
Ortognaisses Graníticos Granodioríticos		Ortognaisses granítico-granodioríticos		Metamorfismo regional	Paleoproterozoica ortoderivada
Salgadinho		Metagranito, Metagranodiorito		Metamorfismo regional	Paleoproterozoica ortoderivada
Serra do Jabitaca		Anfibolito, Metagranodiorito, Metatonalito, Migmatito		Metamorfismo regional	Paleoproterozoica ortoderivada

Serrinha Pedro Velho		Metagranito, Metagranodiorito, Metatonalito, Metatrondhjemito, Migmatito	Metamorfica	Metamorfismo regional	Paleoproterozoica ortoderivada
Sertânia		Gnaisse, MetaCalcario, Quartzito		Metamorfismo regional	Paleoproterozoica paraderivada
Sumé		Formação Ferrífera Bandada, Metagabro, Metapiroxenito, Mármore, Ortognaisse, Rocha Calcissilicatica	Sedimentar (e Sedimentos), Metamorfica	Química, Metamorfismo regional	Paleoproterozoica mista (orto e paraderivada)
Suíte Camalaú		Metagranito, Metamonzonito, Metassienito, Metatonalito, Metatrondhjemito, Ortognaisse	Metamorfica	Metamorfismo regional	Paleoproterozoica ortoderivada

Fonte: Adaptado de CPRM (2002)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de *frameworks* envolve a definição de um objeto para sua construção, o que remete ao fato de que para um mesmo recorte geográfico, podem ser elaboradas diversas propostas levando-se em consideração os conteúdos que se pretende ressaltar. Sendo assim, as propostas aqui apresentadas não almejam serem definitivas, mas sim serem o passo inicial para se pensar a temática da geodiversidade na região do Cariri paraibano de uma forma sistemática, viabilizando o uso das informações produzidas por parte dos gestores do território em prol de um melhor aproveitamento dos recursos naturais da região.

A ideia de criação de várias propostas de *frameworks* considera seu uso de forma individual, para as finalidades a que se destinam, conforme citado em alguns exemplos ao longo deste trabalho. Entretanto, vislumbra-se a possibilidade de uso conjunto das propostas para fins didáticos, de forma sequencial, aumentando a complexidade dos conteúdos apresentados e possibilitando inclusive uma percepção da evolução geológica da região no tempo e no espaço.

Sobre as propostas que foram elaboradas, ressalta-se que pode ser trabalhada a variabilidade da litologia correlacionando-as à sua cronologia. O uso dessa informação juntamente com informações de cunho climático, por exemplo, pode ajudar na apreensão de conteúdos relacionados à paleoambientes e à paleoecologia, tornando possível também caracterizar os processos denudacionais/deposicionais ocorridos na região do Cariri.

Como perspectiva para trabalhos futuros, observa-se a necessidade de identificação, caracterização e valoração de geossítios representativos de cada *frame* definido neste trabalho; proposição de estratégias de gestão para os geossítios a serem selecionados, de forma que fomentem sua conservação; e divulgação dos resultados relacionados às pesquisas científicas produzidas para a região, como forma de incentivar um turismo pautado no saber científico, que possibilite aos visitantes além da apreciação paisagística, obter informações sobre a história geológica dos ambientes pelos quais se desloquem.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J.A. A Formação da Paisagem dos Cariris Velhos. p.17-21. *In*: CABRAL, E.M. (org). **Os Cariris Velhos da Paraíba**. João Pessoa. Editora Universitária da UFPB/ A União. 88p. 1997.

BRILHA J.; ANDRADE C.; AZERÊDO A.; BARRIGA F.J.A.S.; CACHÃO M.; COUTO H.; CUNHA P.P.; CRISPIM J.A.; DANTAS P.; DUARTE L.V.; FREITAS M.C.; GRANJA M.H.; HENRIQUES M.H.; HENRIQUES P.; LOPES L.; MADEIRA J.; MATOS J.M.X.; NORONHA F.; PAIS J.; PIÇARRA J.; RAMALHO M.M.; RELVAS J.M.R.S.; RIBEIRO A.; SANTOS A.; SANTOS V.; TERRINHA P. Definition of the Portuguese frameworks with international relevance as an input for the European geological heritage characterisation. **Episodes**, 28(3), p.177-186. 2005.

BRILHA, J.B.R. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Palimage Editora, 190p. 2005.

CARVALHO, M.G.F. **Estado da Paraíba: Classificação Geomorfológica**. João Pessoa: Editora Universitária, 72p., 1982.

CPRM. **Geologia e recursos minerais do Estado da Paraíba**. Recife: CPRM, 2002. 142 p. il., 2 mapas. Escala 1:500.000

GONGGRIJP G.P. Planificación y Gestión para la Geoconservación. *In*: BARETTINO D., WIMBLEDON W.A.P., GALLEGO Y. E. (Eds.) **Patrimonio Geológico: Conservación y Gestión**. Madrid, Spain: ITGE, pp. 31-49. 2000.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. John Wiley & Sons Ltd. Londres, 434p. 2004.

HOLLANDA, M.H.B.M.; ARCHANJO, C.J.; SOUZA, L.C.; ARMSTRONG, R.; VASCONCELOS, P.M. Cambrian mafic to felsic magmatism and its connections with transcurrent shear zones of the Borborema Province (NE Brazil): Implications for the late assembly of the West Gondwana. **Precambrian Research**. Volume 178, Issues 1–4, p. 1–142010.

LAGES, G.A.; SILVA, C.R.M.; MEDEIROS, V.C.; CRUZ, R.F. Restrição dos sedimentos continentais da formação campos novos aos limites da bacia Boa Vista na folha Boqueirão (SB.24-Z-D-III), Paraíba. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 44., 26-31 out. 2008, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, PR: SBG, 2008.

LIMA, F. F. **Proposta Metodológica para a Inventariação do Patrimônio Geológico Brasileiro**. Dissertação de Mestrado - Universidade do Minho. Braga - Portugal. 90 p. 2008.

LIMA, F.F., BRILHA, J.B., SALAMUNI, E. Inventorying geological heritage in large territories: a methodological proposal applied to Brazil. **Geoheritage**, Vol. 2, No 3-4, 91-99. 2010.

LIMA, L. R.; MENESES, L.F. Sítios Paleontológicos na Paraíba: Esboço de um Mapeamento. In: **V Semana de Geografia da UEPB - Campus III**. Guarabira. 2012.

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

PEREIRA, R.G.F. **Geoconservação e Desenvolvimento Sustentável na Chapada Diamantina (Bahia - Brasil)**. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade do Minho. Braga-PT. 295p. 2010.

PEREIRA, D.; PEREIRA, P.; ALVES, M. I. C. & BRILHA J. Inventariação temática do patrimônio geomorfológico português. **Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfologos**, Vol. 3, APGeom, Portugal, p 155-159. 2006.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. PDF Document, Tasmanian Parks & Wildlife Service website. 2002.

SILVA, E.G. **Conservação Ambiental do Patrimônio Geológico do Município de Gurjão, PB**. Monografia de Graduação (Ecologia). Universidade Federal da Paraíba. Rio Tinto. 2011.

SILVA, E.G.; MENESES, L.F. Inventário de geossítios como subsídio para o geoturismo no município de Gurjão (PB). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v.4, n.3, 2011, pp.361-382.

WIMBLEDON W.A.P. Geosites - A new conservation initiative. **Episodes**, 19 (3), pp. 87-88. 1996.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. Delphi – Uma Ferramenta de Apoio ao Planejamento Prospectivo. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 01, n.12, p. 54-65, 2º trimestre/2000.