

GEODIVERSIDADE *EX SITU* E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS ASSOCIADOS AO PATRIMÔNIO CONSTRUÍDO DA CIDADE DO NATAL, RIO GRANDE DO NORTE

Matheus Lisboa Nobre da Silva¹ & Marcos Antonio Leite do Nascimento²

1 - Pós-graduação em Geociências, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. nobre.mt@gmail.com

2 - Departamento de Geologia, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. marcos@geologia.ufrn.br

Recebido em 23 de novembro de 2017; aceito em 30 de maio de 2018

Resumo: A cidade do Natal, nordeste do Brasil, possui diversos exemplos de emprego de elementos da geodiversidade de forma *ex situ*, fora de seu local natural de ocorrência. Blocos de rochas ígneas, sedimentares e metamórficas foram utilizadas desde o século XVII em edificações, arruamentos, monumentos ou em obras de contenção da dinâmica costeira. A partir da finalidade de uso de cada um desses elementos, agrupou-se, neste trabalho, as principais obras em Natal que possuem o registro de uso da geodiversidade, com o objetivo de representar temporalmente as diferentes funções dos elementos abióticos no patrimônio construído da cidade. Foram estabelecidos os grupos histórico, construtivo e funcional. Esta definição também corresponde a diferentes serviços ecossistêmicos, de acordo com o conceito presente na literatura e observando, principalmente, a associação aos serviços de suporte, provisão e cultural. São apresentados os monumentos, edificações, arruamentos e obras civis mais importantes nas quais, ao longo de mais de quatro séculos, os elementos da geodiversidade *ex situ* possuem destaque, colaborando, assim, com a divulgação desse conhecimento e fornecendo justificativa de base para a proteção tanto do patrimônio construído, como do patrimônio natural a este associado.

Palavras Chave: Geodiversidade, *ex situ*, Natal, serviços ecossistêmicos

Abstract: *EX SITU* GEODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES ASSOCIATED WITH CONSTRUCTED HERITAGE OF NATAL TOWN, RIO GRANDE DO NORTE – The city of Natal, northeast of Brazil, has several examples of use of geodiversity's elements in an *ex situ* way, out of its natural occurrence place. Mainly, blocks of igneous, sedimentary and metamorphic rocks were used since the XVII century on buildings, streets, monuments or in works to contain the coastal dynamics. Based on the purpose of using each of these elements, the main construction works in Natal that have the register of use of geodiversity were grouped in order to temporarily represent the different functions of the abiotic elements in the built heritage of the city. The historical, constructive and functional groups were established. This definition also corresponds to different ecosystem services, according to the concept present in the literature and mainly observing the association with support, provision and cultural services. The most important monuments, buildings, streets and civil works in which the elements of *ex situ* geodiversity stand out for more than four centuries, thus collaborating with the dissemination of this knowledge and providing a basic justification for the protection both of the built heritage, as well as the associated natural heritage.

Keywords: Geodiversity, *ex situ*, Natal, ecosystem services

1. INTRODUÇÃO

Natal é a maior cidade do Rio Grande do Norte, sendo também a capital potiguar. Sua fundação data do final do século XVI e esteve atrelada à necessidade portuguesa de domínio das terras brasileiras.

A posição geográfica da cidade foi fundamental para a expansão do poder de conquista do reino português para o interior do continente. Tal fato tem relação com a geologia e geomorfologia dessa região, que foram fundamentais para o desenvolvimento da cidade, e para a construção de diversos arruamentos, monumentos e edifícios históricos ao longo de mais de quatro séculos de existência.

O horizonte desvendado pelos estudos da geodiversidade nos centros urbanos permite uma relação direta da sociedade com as geociências, sendo ferramenta importante na divulgação das ciências da Terra. Uma vez que as cidades foram instaladas em locais cujas condições naturais favoreciam o seu erguimento, principalmente pela disponibilidade de recursos, não é possível dissociar o processo de entendimento da *urbis* sem o entendimento de seu ambiente, o que engloba a geodiversidade. Esta, por sua vez, pode ser

encontrada nas cidades de forma *in situ*, ocorrendo em seu local natural, ou *ex situ*, quando são empregados os elementos da geodiversidade nos mais diferentes usos: construções, ornamentação, artesanato, entre outros.

A partir destas afirmativas, alguns trabalhos no Brasil têm se dedicado, nos últimos 10 anos, à identificação do uso dos elementos da geodiversidade nos centros urbanos ao longo da história, principalmente, para o estabelecimento e execução de roteiros geoturísticos, por meio dos quais a diversidade abiótica é mostrada como um elemento importante da história local.

Um dos primeiros trabalhos neste sentido é o de Stern *et al.* (2006), que trabalharam no centro histórico da cidade de São Paulo e propuseram um roteiro com 11 paradas, nas quais as rochas graníticas são os principais elementos da geodiversidade encontrados nas fachadas e bases dos edifícios escolhidos. Aliado ao conhecimento da história da cidade, o visitante poderia, pela proposta do trabalho, obter conhecimentos geológicos sobre as rochas utilizadas e o motivo de sua utilização, características como facilidade de corte e disponibilidade próxima, por exemplo.

Ainda na capital paulista, Augusto & Del Lama (2011) realizaram trabalho de descrição de rochas utilizadas em 8 monumentos, propondo um segundo roteiro geoturístico na cidade, através dos mármore e granitos das estátuas, bustos e fontes históricas.

Com o desenvolvimento mais profundo dos trabalhos no centro de São Paulo, o artigo de Del Lama *et al.* (2015) atualizou a proposta anterior de roteiro com um novo enfoque: o geoturismo urbano. O roteiro mais recente contém 19 paradas (figura 1), em que há presença de uso de granitos, filito, arenito, conglomerado, calcário e mármore.

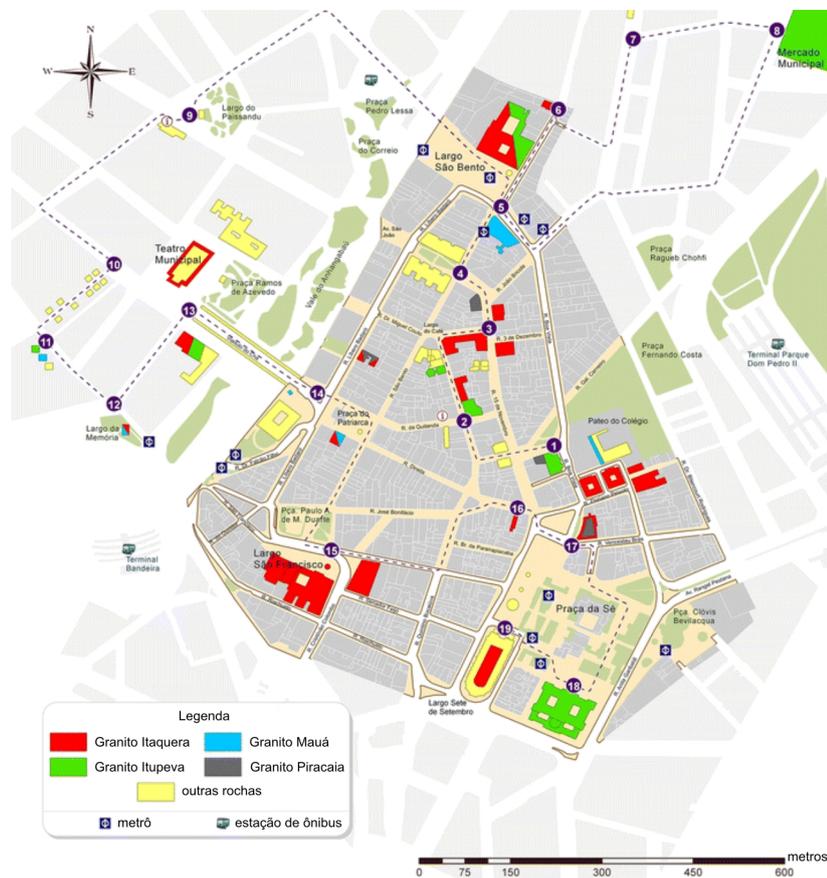


Figura 1. Mapa de localização das paradas sugeridas pelo roteiro geoturístico do centro histórico de São Paulo. Fonte: Del Lama *et al.* (2015)

Liccardo (2010) focou sua pesquisa em Curitiba na utilização das rochas locais ou próximas à capital paranaense em trabalhos de cantaria encontrados na cidade, em monumentos, calçamentos e edifícios históricos. Lá, as principais rochas utilizadas são gnaisses, granitos, diabásios, mármore e metagranitoides.

Em João Pessoa, a descrição de monumentos dos séculos XVI ao XVIII, feita por Pereira & Amaral (2014), contou com detalhes arquitetônicos e históricos que são complementados pelas informações geológicas do uso do calcário da Formação Gramame nos lugares pesquisados.

Pinto (2015) fez, na cidade de Salvador, uma descrição detalhada da geodiversidade em suas expressões *in situ* e *ex situ*, definindo o patrimônio geológico local, a partir de Brilha (2016).

Já em relação à cidade do Natal, área de estudo deste trabalho, Carvalho (2010) realizou o

mapeamento descritivo da utilização de rochas nas construções e monumentos históricos do centro histórico natalense. Por meio de um roteiro por 27 pontos diferentes nos bairros da Cidade Alta e Ribeira (figura 2), dentro da poligonal do tombamento realizado pelo IPHAN-RN. O trabalho mostrou a utilização das rochas encontradas no litoral da cidade, arenitos calcíferos e ferruginosos, e nas proximidades da cidade vizinha Macaíba, granito, em diversas construções, monumentos e ruas construídos entre os séculos XVII e XIX, documentando também outros tipos de rochas provenientes de diferentes locais do Brasil, como basaltos, gnaisses, xistos, quartzitos, entre outros.

Percebe-se que a utilização dos conceitos da geodiversidade nos centros urbanos é possível e constitui ferramenta importante na divulgação das geociências e conhecimento geológico entre a sociedade em seus próprios lares, que são as cidades.

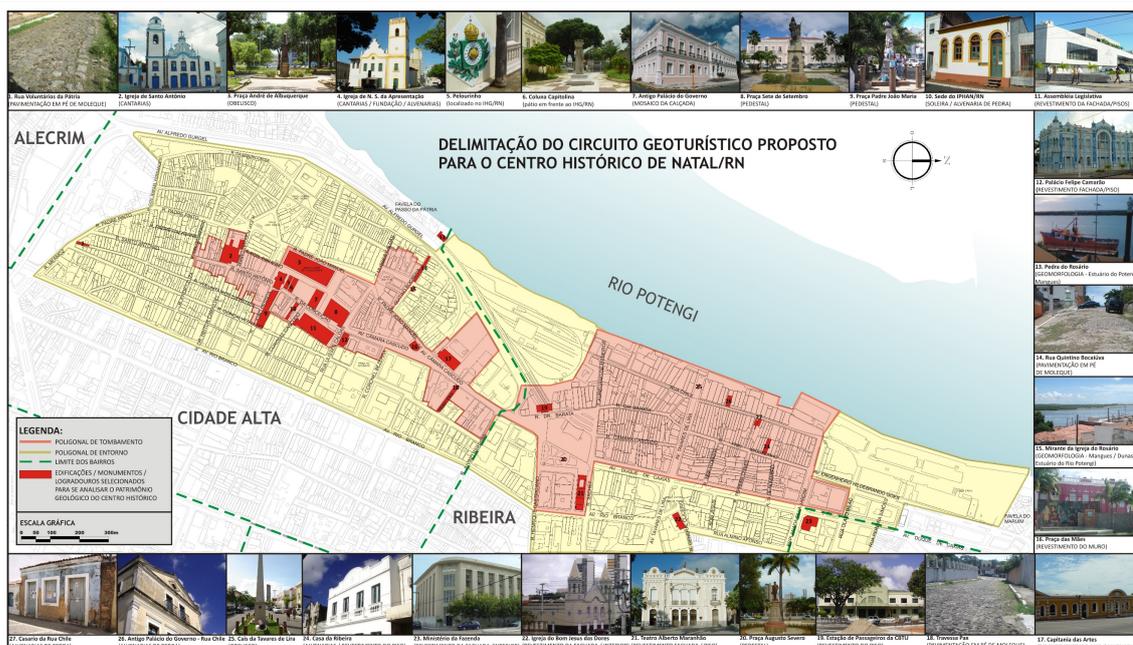


Figura 2. Mapa de localização dos pontos que compõem o roteiro geoturístico do centro histórico de Natal. Fonte: Carvalho (2010)

Neste sentido, pode-se afirmar que tais elementos da geodiversidade fornecem bens para a sociedade, sejam eles com função construtiva ou até mesmo de divulgação. Essa definição representa os chamados serviços ecossistêmicos, contextualizados por Ruppert & Duncan (2017) como uma vasta gama de benefícios diretos e indiretos, monetários e não-monetários, que seres humanos obtêm como resultado de estarem envolvidos dentro de um ecossistema ativo, nativo ou modificado. A atividade humana que altera a estrutura do ecossistema é a maior contribuidora para as mudanças nestes serviços.

Os serviços ecossistêmicos tem se transformado numa importante ferramenta de avaliação qualitativa da natureza, já consolidado nos estudos da biodiversidade, mas que tem sua aplicabilidade em avaliações da geodiversidade já explorada em diversos trabalhos, sobretudo, na Europa. O uso em estudos da natureza abiótica no Brasil ainda é embrionário, mas tem comprovado que esta terminologia é uma forma eficaz de relacionar a natureza com o ser humano.

A exemplo do que foi feito na Bahia (Pinto, 2015), em Minas Gerais (Pereira *et al.*, 2007), na Paraíba (Pereira & Amaral, 2014), Paraná (Liccardo *et al.*, 2008; Liccardo, 2010; Calegari *et al.*, 2011), Rio Grande do Sul (Borba *et al.*, 2015), Rio de Janeiro (Mansur *et al.*, 2008), Santa Catarina (Covello, 2011) e em São Paulo (Stern *et al.*, 2006; Augusto & Del Lama, 2011; Del Lama *et al.*, 2015), este trabalho apresenta a geodiversidade *ex situ* utilizada nos principais monumentos e construções da cidade do Natal, com o objetivo de fazer o registro geocientífico do uso dos elementos abióticos na história da cidade.

Almeja-se também uma classificação dos principais locais encontrados de acordo com a finalidade de uso dos elementos e com os serviços ecossistêmicos possivelmente associados. Assim, fornece-se, neste trabalho, embasamento para discussões futuras sobre a presença da geodiversidade no cotidiano dos aglomerados urbanos e na necessidade de sua proteção, enquanto parte do patrimônio construído e como representante do patrimônio natural do planeta.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho aqui apresentado baseou-se na identificação dos principais locais, na cidade do Natal, em que algum elemento da geodiversidade foi utilizado. O levantamento inicial se baseou nos trabalhos de Carvalho (2010) e Silva (2016), que fizeram anteriormente inventários detalhados.

Os locais escolhidos foram separados de acordo com o tipo de obra e com informações gerais sobre sua construção, como ano e origem do material utilizado.

Por fim, os grupos elencados tiveram os serviços ecossistêmicos associados levantados, de acordo com a definição dada por Gray (2013), que denomina cinco serviços: suporte, provisão, regulação, cultural e conhecimento.

Os serviços de suporte relacionam os elementos que a geodiversidade disponibiliza para o desenvolvimento de atividades e processos do ser humano ou da própria natureza. Os serviços de provisão disponibilizam bens materiais para a sociedade, como material de construção ou recursos minerais metálicos. Por vezes está associado a um valor monetário.

O serviço de regulação compreende os processos que têm por finalidade o controle natural das condições ambientais, sua quantidade e qualidade. Já o cultural está relacionado com a interação da sociedade com algum elemento da geodiversidade por seu significado social ou comunitário.

Os serviços de conhecimento estão relacionados com propostas de utilização da natureza abiótica como sala de aula e laboratório, sendo sua exploração científica e educacional. Gray (2013) também define um valor intrínseco para a geodiversidade, que indica que simplesmente por existir um elemento de natureza abiótica tem sua importância e seu valor para o ambiente ou para o ser humano.

3. A GEODIVERSIDADE *EX SITU* EM NATAL (RN)

A geodiversidade pode ser utilizada, por meio de seus diversos elementos, como minerais, rochas e solos, em processos que são natos às cidades, a exemplo de construções e arruamentos. Disto, tem-se que é possível analisar a geodiversidade de forma *ex situ*, ou até mesmo com uma implicância cultural ao seu uso nas áreas compreendidas pela *urbis*.

Em Natal, observam-se diversos registros de uso dos elementos da geodiversidade na construção da cidade ao longo de toda sua história. Nos primórdios anos, ainda em período colonial, blocos de arenitos calcíferos, encontrados nos corpos de recifes litorâneos na cidade, e de arenitos ferruginosos, correlatos à Formação Barreiras e encontrados como resquícios de paleofalésias ou mesmo de falésias recentes na região, foram utilizados nos principais edifícios, hoje históricos, como as primeiras igrejas e o Forte dos Reis Magos.

Com o passar dos séculos, o material pétreo utilizado passou a ser aquele extraído em pedreiras no município de Macaíba, próximo a Natal, especificamente no caso do granito Macaíba. Mais recentemente, rochas até mesmo de outros estados têm sido empregadas, em geral, diferentes tipos de granitos. Com isso e a partir da funcionalidade do uso de rochas nas diversas construções, assim como arruamentos e monumentos, entende-se uma mudança no uso dos elementos da geodiversidade na cidade do Natal, o que permite a classificação em três grandes grupos: histórico, construtivo e funcional.

São aqui entendidos como componentes do grupo histórico aquelas edificações ou arruamentos que fizeram uso de rochas encontradas na região da cidade até o início do século XX, este grupo é caracterizado pelas obras que possuem uma visão da arquitetura vernacular, entendida como aquela que emprega materiais do local em que a obra está sendo erguida.

O segundo grupo, construtivo, define o uso dos elementos da geodiversidade, sobretudo de blocos de rochas, em monumentos e edificações modernos, datados a partir do início do século XX, com o emprego de litologias não encontradas na cidade, o que descaracterizou a arquitetura vernacular, típica do começo da história de Natal.

Por último, o grupo funcional é definido pelas intervenções antrópicas realizadas desde o final da década de 1990 em Natal que têm como materiais construtivos blocos de rochas, cuja função principal é modificar as dinâmicas naturais do ambiente, de forma a proteger as linhas de costa atuais da cidade, por exemplo.

3.1. Grupo histórico

Neste grupo estão compreendidas as edificações que lançaram mão do uso de arenitos calcíferos e arenitos ferruginosos para compor seus alicerces, fundações, colunas ou elementos decorativos. Estes dois tipos de rochas são facilmente localizados no litoral natalense, nos recifes ou em paleofalésias/falésias, respectivamente. A granulometria dessas litologias varia de fina a média e são compostos basicamente por grãos angulosos a subarredondados de quartzo, além de possuírem resquícios de bioclastos.

São exemplos de construções do grupo histórico: o Forte dos Reis Magos, a Igreja e Clube de Pedras da Praia da Redinha e as primeiras construções da cidade, encontradas no Centro Histórico de Natal.

No Forte, é possível verificar a existência de blocos de arenitos nas fundações e nos pórticos do Forte, como mostra a figura 3 que segue.

No Centro Histórico de Natal, que compreende uma área de 28 hectares tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) em julho de 2014, há um amplo registro de uso de rochas na pavimentação de ruas, construção e ornamentação de edifícios e monumentos (Nascimento & Carvalho, 2013; Silva *et al.*, 2015).

Nesta região, o uso de arenitos ferruginosos é mais proeminente nos primeiros calçamentos da cidade, ainda no final do século XIX, cujo estilo é conhecido como “pé-de-moleque” (Nascimento *et al.*, 2012). Este é o principal registro de uso de arenitos ferruginosos na cidade, uma vez que por se apresentarem, naturalmente, como blocos irregulares e de difícil manuseio em trabalhos de cantaria, ficou restrito a elementos estruturais dos arruamentos e edificações.

É possível ainda hoje encontrar resquícios do calçamento com arenitos ferruginosos nas ruas Voluntários da Pátria, Quintino Bocaiúva, Coronel Lins Caldas e na Travessa Pax (figura 4), aonde existe o mais bem conservado exemplar.



Figura 3. a) Blocos de arenitos utilizados na base do Forte dos Reis Magos; b) Destaque para a estratificação cruzada em um bloco de arenito na base da edificação; c) Detalhe da porção superior de um pórtico no Forte feito com blocos de arenito. Fotos: Marcos Nascimento



Figura 4. a) Travessa Paz, principal registro do uso de arenitos ferruginosos em calçamento na cidade do Natal; b) Detalhe do calçamento “pé-de-moleque”. Fotos: Matheus Lisboa

Blocos de arenitos ferruginosos retirados das praias de Areia Preta, Artistas e Ponta do Morcego foram utilizados também para erguer a Igreja de Nossa Senhora dos Navegantes, na praia da Redinha. Também conhecida como Igreja de Pedras (figura 5a), foi construída com os blocos de arenitos, de forma semelhante com o que havia sido feito numa reforma do clube local, o Redinha Clube.

As rochas utilizadas, macroscopicamente, possuem cor escura (variando de preta a diferentes tons de marrom), matriz fina e se apresenta fortemente cimentada por óxido de ferro. Na rocha

estão inseridos grãos subangulosos de quartzo que variam de 1 a 2 cm de diâmetro (figura 5b). Nas diferentes construções foram priorizadas a colocação de blocos de dimensões maiores, com até 30 cm de comprimento, na base e frações menores no topo, como visto na torre da Igreja.

No Centro Histórico de Natal, os arenitos calcíferos foram o principal material de construção e, devido à sua facilidade de corte, tiveram diversas aplicações em soleiras, pórticos, fachadas de prédios, além de ter um bloco constituindo o pelourinho da cidade.

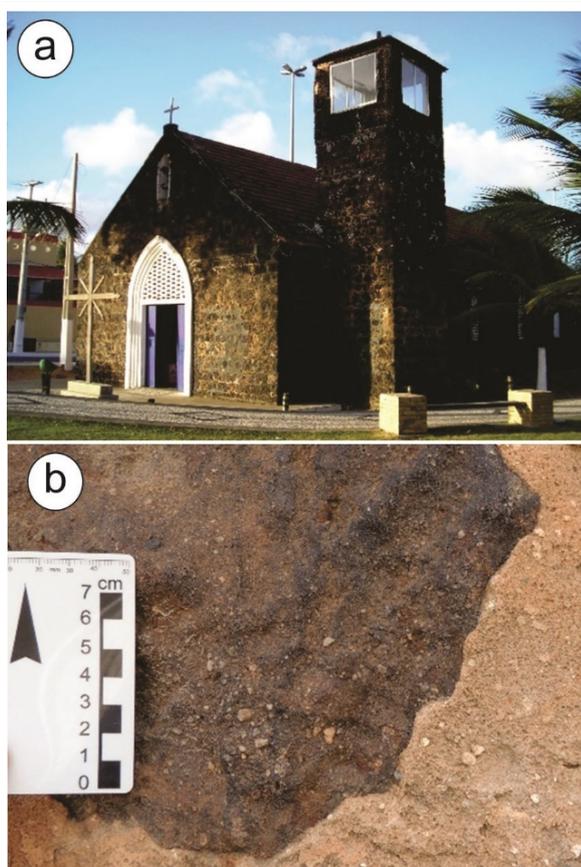


Figura 5. a) Foto de julho de 2010 mostrando a Igreja de Pedra da Redinha; **b)** Detalhe das rochas utilizadas na construção da Igreja de Pedra da Redinha. São observados grãos subangulosos de quartzo. Fotos: Matheus Lisboa

Podem ser encontrados, por exemplo, em trabalhos de cantaria na Igreja de Nossa Senhora da Apresentação (antiga Igreja Matriz) e Igreja de Santo Antônio (Igreja do Galo), na qual há registro de dois tipos de cantaria, sendo um mais desenvolvido e mais recente que o outro. A figura 6 mostra alguns dos registros de uso de arenitos calcíferos no Centro Histórico de Natal.

3.2. Grupo construtivo

São compreendidos por este grupo os diferentes monumentos da cidade erguidos no começo do século XX para celebrar, por exemplo, o centenário da Independência do Brasil e homenagear os mártires da revolução de 1817. Neste grupo, o emprego das rochas teve a finalidade única de servir como base para os bustos e placas comemorativas. Logo, o uso de algum elemento da geodiversidade se dá com um objetivo tipicamente ornamentativo.

Nos monumentos, foram utilizados blocos do granito Macaíba, retirados em pedreiras da cidade homônima, localizada na Região Metropolitana de Natal. As rochas utilizadas são, de forma geral, equigranulares, com granulometria média, sendo compostas, essencialmente, por quartzo, feldspato

potássio, plagioclásio, biotita e anfibólio (figura 7). Ocasionalmente, ocorrem epidoto e titanita.

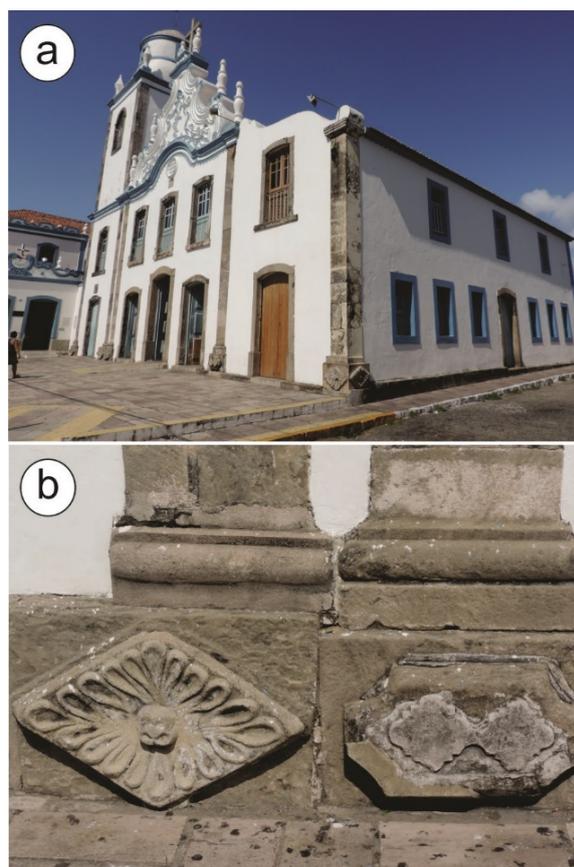


Figura 6. a) Igreja de Santo Antonio (Igreja do Galo), com colunas externas feitas com blocos de arenitos calcíferos; **b)** Destaque para os trabalhos em cantaria na base das colunas na Igreja do Galo, mostrando claramente uma diferença de técnicas. Fotos: Matheus Lisboa



Figura 7. Detalhe do granito utilizado no monumento à Independência, na praça 7 de setembro. Destaque para o alinhamento dos cristais de anfibólio. Foto: Matheus Lisboa

Alguns dos monumentos estão localizados no Centro Histórico da cidade e representam, no local, a mudança dos modelos construtivos no início do século XX, que abandonou a arquitetura vernacular para fazer uso de elementos exteriores ao ambiente natural de Natal (figura 8).

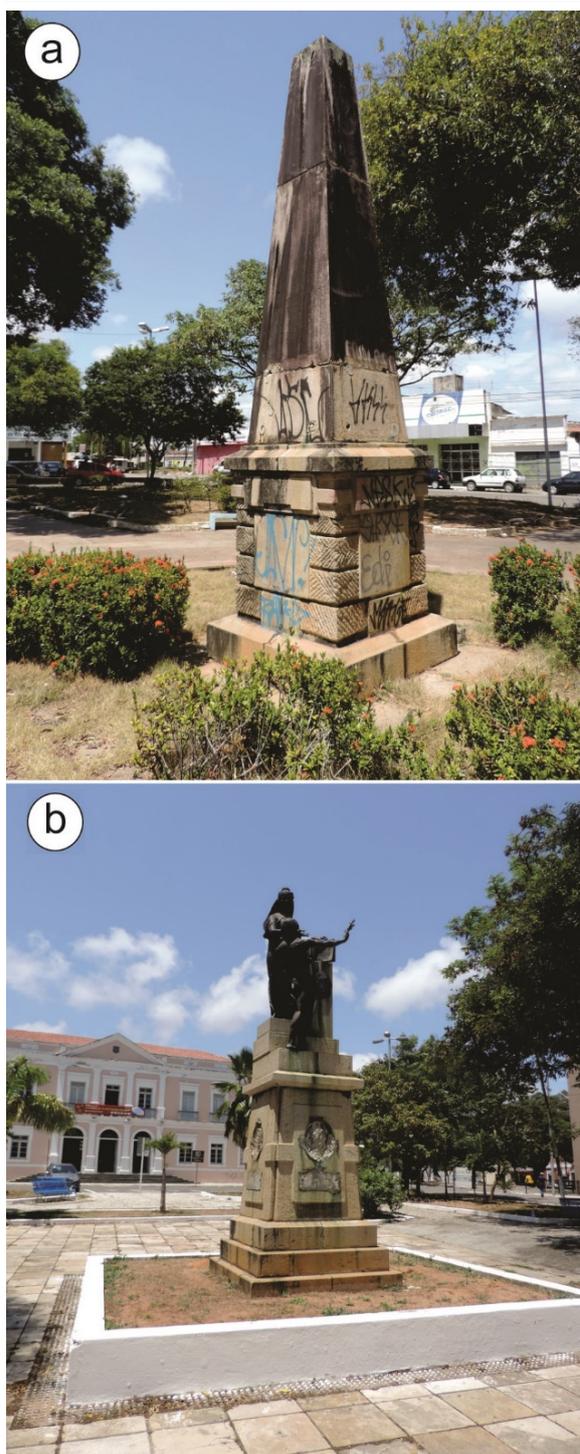


Figura 8. a) Monumento aos Mártires da Revolução de 1817, localizado na Praça André de Albuquerque, Cidade Alta; **b)** Monumento em comemoração ao centenário da Independência do Brasil, localizado na Praça 7 de setembro, Cidade Alta. Fotos: Matheus Lisboa

Monumentos do grupo construtivo também são encontrados em outras regiões da cidade, como nos bairros do Alecrim, Tirol e Petrópolis.

Ainda neste grupo estão compreendidas algumas edificações do Campus Central da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, cuja construção foi iniciada na década de 1970, de forma que o novo

complexo pudesse comportar a maior parte da comunidade universitária, que com a mudança do local do campus, antes espalhado por diversos prédios do centro da cidade, garantiu nova movimentação ao bairro de Lagoa Nova.

As construções mais antigas, como os setores de aula, a Biblioteca Central Zila Mamede (figura 9a), o Almojarifado Central e os prédios da Editora Universitária e da Divisão de Material e Patrimônio fazem uso de blocos de granito para erguer e revestir algumas paredes. A rocha possui granulometria média, equigranular, sendo possível descrever, macroscopicamente, minerais como quartzo, anfibólio e feldspatos (figura 9b).



Figura 9. a) Foto do salão de estudos da Biblioteca Central Zila Mamede (BCZM), com parede construída por blocos de granito; **b)** Detalhe de um bloco de granito utilizado na construção da BCZM, também empregado em outros edifícios do campus central da UFRN. Fotos: Matheus Lisboa

Os trabalhos de Carvalho (2010) e Silva (2016) também identificaram outros locais com uso de rochas nas construções com uma finalidade que se adequa ao grupo construtivo aqui descrito.

São exemplos dados no trabalho de Carvalho (2010) a sede da prefeitura municipal, que apresenta revestimento da fachada em mármore e uso de placas de migmatito no piso da entrada, a sede da Assembleia Legislativa, com uso de granito, e a sede da Companhia Brasileira de Trens Urbanos, que

possui piso revestido com diabásio, entre outros exemplos.

Silva (2016) mostra que os calçadões da cidade foram feitos com uma ampla variedade de rochas, como calcários, basaltos, arenitos, argilitos, ardósias, mármore e ortogneisses. A maioria retirada de outras regiões do Rio Grande do Norte ou até mesmo importada de outros estados brasileiros.

3.3. Grupo funcional

Este grupo é constituído pelas obras de enrocamento feitas na cidade nos últimos 20 anos, com a finalidade principal de contenção e proteção de áreas à erosão, alterando a dinâmica natural na costa natalense, que passa a ser, portanto, a função dos elementos da geodiversidade empregados.

Na década de 1990 foi construído o enrocamento na Praia da Redinha, numa técnica construtiva também conhecida como muro-guia de corrente, que também dispõe de um passeio público. Contemporaneamente, foram construídos enrocamentos na praia de Areia Preta, também para diminuir a erosão na linha de costa ou eventualmente criar uma engorda da faixa de areia favorecendo os moradores dos condomínios recém inaugurados na referida praia.

Mais recentemente, no ano de 2013, foi iniciado o projeto de enrocamento da Praia de Ponta Negra (figura 10), aos moldes do que fora feito em Olinda e Recife, no estado de Pernambuco.

Estas três obras foram realizadas com blocos de granitos, possivelmente retirados em pedreiras na região da cidade de Macaíba, cuja mineralogia apresenta, macroscopicamente, feldspatos, quartzo, biotita e anfibólio. Alguns dos blocos são cortados por veios de quartzo.

3.4. Serviços ecossistêmicos associados

A definição de valores e serviços ecossistêmicos elaborados por Gray (2013) corroboram com a identificação dos grupos de uso da geodiversidade *ex situ* na cidade do Natal.

Observa-se, portanto, que o grupo histórico possui, além de um valor intrínseco associado, serviços de suporte (fundações das construções), provisão (material de construção) e cultural (devido ao significado histórico e cultural dessas construções).

O grupo construtivo se diferencia do primeiro grupo porque nele, além do valor intrínseco, pode-se identificar apenas o serviço de provisão, devido ao uso das rochas como material de construção para as bases dos monumentos.

O grupo funcional é identificado com um valor intrínseco associado, além dos serviços de provisão (material de construção) e de suporte, pois os enrocamentos também são utilizados como plataformas para passeios públicos.



Figura 10. a) Foto do enrocamento na praia de Ponta Negra, paralelo à linha de costa; **b)** Escadaria de acesso à praia sobre o enrocamento na praia de Ponta Negra. Fotos: Matheus Lisboa

A partir da identificação dos lugares em que a geodiversidade é encontrada de forma *ex situ* na cidade do Natal, com a definição do grupo em que cada local está inserido, foi construído o mapa da figura 11.

É possível sintetizar todas as informações contidas na classificação aqui definida na forma da tabela 1.

Todos os locais identificados na cidade do Natal que utilizam algum elemento da geodiversidade, independente de sua função, podem ser utilizados como exemplos para o ensino e divulgação das geociências, o que *stricto sensu*, define um serviço de conhecimento da geodiversidade para esses lugares. Entretanto, a associação dos serviços ecossistêmicos neste trabalho restringiu-se às funcionalidades originais das edificações. Por esse motivo, tal serviço foi desconsiderado.



Figura 11. Mapa dos locais onde houve o emprego de elementos da geodiversidade ex situ na cidade do Natal.

Tabela 1. Síntese dos grupos da geodiversidade ex situ enumerados neste trabalho, de acordo com suas características, serviços ecossistêmicos associados e exemplos identificados.

Grupo	Características	Serviços Ecossistêmicos*	Exemplo
Histórico	Construções datadas até o começo do século XX, predomínio de uso de materiais locais; arquitetura vernacular	Valor Intrínseco Serviço de Suporte Serviço de Provisão Serviço Cultural	Forte dos Reis Magos Igrejas do Centro Histórico
Construtivo	Construções a partir do século XX, uso de rochas não encontradas na cidade	Valor Intrínseco Serviço de Provisão	Monumentos Centro Histórico Campus UFRN
Funcional	Obras a partir de 1990 que usam blocos de rochas, sobretudo granito, para modificar as dinâmicas naturais do ambiente costeiro	Valor Intrínseco Serviço de Provisão Serviço de Suporte	Enrocamentos nas praias de Areia Preta, Ponta Negra e Redinha

*As definições de serviços ecossistêmicos seguem o trabalho de Gray (2013)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Natal, ao longo de quatro séculos, o uso dos elementos da geodiversidade, sobretudo, de blocos de rocha, mostra diversas finalidades. Inicialmente, o emprego de rochas sedimentares, como arenitos calcíferos e ferruginosos, possuía como função o embasamento das primeiras e mais importantes construções e ruas da época colonial. Os mesmos tipos de rocha foram usados nos elementos decorativos destes prédios em trabalhos de cantaria. Uma das principais características deste registro é a percepção da arquitetura vernacular nos locais.

Após o início do século XX, a busca por novos materiais chegou até as pedreiras da cidade de Macaíba, onde foram retirados blocos de granito para a construção da base pétreia de diversos monumentos na capital potiguar. O uso destes elementos possui, portanto, uma finalidade restrita que é servir de pedestal, um elemento meramente construtivo.

Já perto do início do terceiro milênio, algumas intervenções começaram a ser realizadas para conter a dinâmica costeira e impedir o avanço da erosão marinha nas zonas de praia. Para isso, foram utilizados blocos de granito com uma finalidade funcional.

Essas definições são reafirmadas pelos serviços ecossistêmicos da natureza abiótica identificados para cada grupo, o que confirma a estruturação aqui proposta, uma vez que se observa uma clara diferenciação nas finalidades de uso dos elementos da geodiversidade, o que resulta em diferentes serviços ecossistêmicos. Serviço de provisão está relacionado com a utilização das rochas como material de construção, enquanto o de suporte representa, na cidade, o uso dessas rochas na fundação das estruturas. Os elementos de natureza abiótica também representam um serviço cultural por estarem presentes no patrimônio histórico da cidade.

Enquanto método de valoração qualitativa da diversidade natural do planeta, os serviços ecossistêmicos têm estado presente em diversos estudos da biodiversidade, a exemplo de Machado & Pacheco (2010) e Von Haaren & Albert (2011). Contudo, são poucos os estudos que avaliam a geodiversidade sobre essa perspectiva, podendo citar os trabalhos de Potschin & Haines-Young (2011) e Gordon & Barron (2013). Ainda assim, a maioria dos trabalhos foca apenas na geodiversidade que ocorre de forma natural, *in situ*.

No trabalho aqui apresentado, mostra-se a plausibilidade de uso deste conceito também no uso dos elementos de geodiversidade *ex situ*, que não fica restrita ao uso dos materiais geológicos para a construção, mas agregam-se até mesmo sentidos culturais da sociedade a eles.

5. REFERÊNCIAS

- Augusto W.C.B. & Del Lama E.A. 2011. Roteiro Geoturístico no Centro da Cidade de São Paulo. *Terrae Didactica*, 7(1): 29-40.
- Briha J. 2016. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, 8(2): 119-134.
- Borba A.W., Ferreira, F.V., Andrade B.F., Sell J.C. A Geomemória das Construções Históricas: Exemplos no Cone Sul Latino-Americano. *Geonomos*, 23(1): 1-9.
- Carvalho H.L. 2010. Patrimônio Geológico do Centro Histórico de Natal. Relatório de Graduação, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 105p.
- Covello C. 2011. A Paisagem de Itapema: Estudo da Geodiversidade para a Educação Ambiental e o Geoturismo. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, 174p.
- Calegari E.B., Fortes E., Freire R.H.A., Silva V.R. 2011. Quantificação e Qualificação Geoambiental da Paisagem, Geodiversidade e Potencial Turístico no Município de Turvo – Paraná – Brasil. *Revista Geográfica de América Central*, Número Especial EGAL.
- Del Lama E.A., Bacci D.L.C., Martins L., Garcia M.G.M., Dehira L.K. 2015. Urban Geotourism and the Old Centre of São Paulo City, Brazil. *Geoheritage*, 7(2): 147-164.
- Gordon J.E. & Barron H.F. 2013. The role of geodiversity in delivering ecosystem services and benefits in Scotland. *Scottish Journal of Geology*, 49(1): 41-58.
- Liccardo A., Piekarczyk G.F., Salamuni E. 2008. Geoturismo em Curitiba. *Minerpar*, Curitiba, 122pp.
- Liccardo A. 2010. *La Pietra e L'Uomo: Cantaria e Entalhe e Curitiba*. Beca, São Paulo, 156pp.
- Machado A.L.S. & Pacheco J.B. 2010. Serviços Ecossistêmicos e o Ciclo Hidrológico da Bacia Hidrográfica Amazônica – the biotic pump. *Revista Geonorte*, 01 (01): 71-89.
- Mansur K.L., Carvalho I.S., Delphim C.F.M., Barroso E.V. 2008. O Gnaiss Facoidal: a mais Carioca das Rochas. *Anuário do Instituto de Geociências*, 31(2): 9-22.
- Nascimento M.A.L., Carvalho, H.L., Bezerra, A.K., Oliveira, R.R., Venâncio, M.B., Cunha, R.R.D. 2012. Geodiversidade nas antigas ruas do Centro Histórico de Natal (RN, Nordeste do Brasil): as rochas contam sua história. In: 46º Congresso Brasileiro de Geologia, Santos, CD-ROM.
- Nascimento M.A.L. & Carvalho H.L. 2013. Geodiversidade no Centro Histórico de Natal/RN (NE do Brasil). In: II Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, Ouro Preto, Resumos..., p.248-249.
- Pereira C.A., Liccardo A., Silva F.G. (Org.) 2007. *A Arte da Cantaria. C / Arte*, Belo Horizonte, 120pp.
- Pereira L.S. & Amaral J. 2014. Geoturismo Urbano: Análise da Tipologia Geológica e Cultural da Capitania da Parahyba. *Caderno de Estudos e Pesquisas do Turismo*, 3(3): 239-264.
- Pinto A.B.C. 2015. Geodiversidade e Patrimônio Geológico de Salvador: uma Diretriz para a Geoconservação e a Educação em Geociências. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 332p.
- Potschin M.B. & Haines-Young R.H. 2011. Ecosystem services: Exploring a geographical perspective. *Progress in Physical Geography*, 35(5): 575-594.
- Ruppert J. & Duncan R.G. 2017. Defining and Characterizing Ecosystem Services for Education: A Delphi Study. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(6): 737-763.
- Silva M.L.N., Bezerra G.B., Dantas T.B., Leite R.D.F., Nascimento M.A.L. 2015. As Rochas Contam Sua História: Programa de Divulgação da Geodiversidade no Centro Histórico de Natal. In: XXVI Simpósio de Geologia do Nordeste, 2015, Natal - RN. Palestras e Resumos, v. 24. p. 441-441.
- Silva M.L.N. 2016. Geodiversidade da Cidade do Natal: Valores, Classificações e Ameaças. Relatório de Graduação, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 170p.
- Stern A.G., Riccomini C., Fambrini G.L., Chamani M.A.C. 2006. Roteiro Geológico pelos Edifícios e Monumentos Históricos do Centro da Cidade de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, 36(4): 704-711.
- Von Haaren C. & Albert C. 2011. Integrating ecosystem services and environmental planning: limitations and synergies. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 7(3): 150-167.