

Capítulo X

DISCUSSÃO METODOLÓGICA PARA CONSTRUÇÃO DE UM INVENTÁRIO DE SÍTIOS COM INDICADORES DE VARIAÇÃO DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NO GEOPARQUE COSTÕES E LAGUNAS DO RIO DE JANEIRO: PRESERVAR OS REGISTROS DO PASSADO PARA PENSAR O FUTURO





DISCUSSÃO METODOLÓGICA PARA CONSTRUÇÃO DE UM INVENTÁRIO DE SÍTIOS COM INDICADORES DE VARIAÇÃO DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NO GEOPARQUE COSTÕES E LAGUNAS DO RIO DE JANEIRO: PRESERVAR OS REGISTROS DO PASSADO PARA PENSAR O FUTURO

Daniel Souza dos Santos¹; Jhone Caetano de Araújo²; Fábio Ferreira Dias³; Kátia Leite Mansur⁴; José Carlos Sícoli Seoane⁵; Renato Rodriguez Cabral Ramos⁶; Kita Chaves Damásio Macário⁷

¹Laboratório Geodiversidade e Memória da Terra, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Bloco J2, Sala 15, 21941-972. danielsouza@id.uff.br (autor correspondente)

²Laboratório Geodiversidade e Memória da Terra, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Bloco J2, Sala 15, 21941-972. jhonearaujo@gmail.com

³Núcleo de Estudos em Ambientes Costeiros, Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, R. Passo da Pátria, 152-470 - São Domingos, Niterói - RJ, 24210-240, Campus Praia Vermelha. fabioferreiradias@id.uff.br

⁴Laboratório Geodiversidade e Memória da Terra, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Bloco J2, Sala 15, 21941-972. katia@geologia.uffj.br

⁵Laboratório Geodiversidade e Memória da Terra, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Bloco J2, Sala 15, 21941-972. cainho.geo@gmail.com

⁶Setor de Geologia Sedimentar e Ambiental, Departamento de Geologia e Paleontologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Quinta da Boa Vista, Bairro Imperial de São Cristóvão, 20940-040. rramos@mn.uffj.br

⁷Laboratório de Radiocarbono, Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense, R. Passo da Pátria, 152-470 - São Domingos, Niterói - RJ, 24210-240, Campus Praia Vermelha. kitamacario@gmail.com.

RESUMO

A geoconservação é um campo do conhecimento geocientífico que vem ganhando destaque ao longo das últimas décadas. Como as geociências dependem da realização de análises de campo, a conservação de elementos que possuem valor científico e/ou educacional é essencial, já que a degradação ou completa destruição de tais ocorrências significa a perda de informações, podendo impossibilitar o desenvolvimento de pesquisas e do uso como sala de aula ao ar livre. O objetivo deste trabalho foi realizar uma discussão metodológica, criando-se um modelo temático estruturado de inventário com atributos relevantes para a caracterização particular dos geossítios de indicadores de variações do nível relativo do mar no território do Projeto Geoparque Costões e Lagunas do Estado do Rio de Janeiro. As principais metas são a conservação desses indicadores e a promoção ao seu uso científico, educacional e geoturístico. O Geoparque Costões e Lagunas localiza-se nas costas sudeste e norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil, sendo uma área rica em ocorrências de sítios com alto valor geocientífico. Esse trabalho se insere em um contexto de debates sobre os serviços ecossistêmicos, onde se busca uma maior valorização de componentes abióticos e a inserção da categoria “serviços de conhecimento”. Essa categoria se refere aos elementos que permitem obter conhecimento sobre a história da Terra, dinâmicas naturais, realização de monitoramentos etc. Ou seja, locais que propiciam a realização de pesquisas científicas, sendo essenciais especialmente em um contexto de geociências. A realização de inventários constitui uma etapa básica para a concretização de estratégias de geoconservação, já que durante esse processo ocorre a identificação dos sítios, sua caracterização e avaliação (qualitativa ou quantitativa) de

seus valores, sendo esta a base da justificativa de conservação. São realizadas também avaliações dos riscos de degradação e demais características de uso e gestão. Portanto, a partir dos inventários é possível criar diretrizes de gestão que garantam a conservação e o uso sustentável desses lugares de interesse. Foram identificados indicadores geológicos, geomorfológicos, biológicos e arqueológicos. Esses elementos vêm sendo utilizados há décadas para a criação das curvas de variações do nível relativo do mar no Estado do Rio de Janeiro, evidenciando sua relevância científica. Além disso, esses sítios são utilizados durante atividades de campo realizadas com alunos de universidades e escolas, evidenciando o valor educacional, e também em atividades geoturísticas com a sociedade. A criação do inventário de indicadores de variação do nível relativo do mar do Geoparque Costões e Lagunas constitui, portanto, uma ferramenta essencial de suporte para a gestão visando a proteção dessas ocorrências e também para que pesquisadores, professores e profissionais ligados ao geoturismo tenham acesso fácil às informações, sendo uma ferramenta de desenvolvimento científico e educacional e de promoção ao uso sustentável, contribuindo para o desenvolvimento econômico das áreas onde ocorrem. Ressalta-se que os indicadores de variação do nível relativo do mar podem ser entendidos, muitas vezes, como indicadores de mudanças climáticas e sítios com estas características se enquadram nas 10 áreas focais para os Geoparques da UNESCO: preservar os registros do passado para pensar o futuro.

Palavras-chave: geoconservação, indicadores de variação do nível do mar, inventário, geoparque.

ABSTRACT

Geoconservation is a field of knowledge that has been growing in importance in the last decades. Geosciences depend on field analysis and, therefore, the conservation of elements that possess scientific and/or educational value is essential, since the degradation or complete destruction of such elements would mean loss of information, sometimes making it impossible to develop research or educational activities. The objective of this work was to present a methodological discussion, developing a thematic structured model of inventory with relevant attributes for the characterisation of geosites presenting relative sea-level variations within the territory of the Geopark Costões e Lagunas in Rio de Janeiro State. The main focus is the conservation and promotion of the indicators. The Geopark is located in the south-eastern and northern coasts of Rio de Janeiro State, Brazil, being an area with several occurrences of sites with geoscientific value. This work is inserted within a context of debates about ecosystem services where the value of the abiotic environment and the insertion of the “knowledge services” category is highlighted. This category refers to the elements that allow obtaining knowledge about the history of the Earth, natural dynamics, environmental monitoring etc. In other words, places that allow the development of scientific research, essential for geosciences. The inventory is a fundamental step in geoconservation strategies because it is where the sites are identified, characterised, and assessed (qualitatively and quantitatively), being the basis for justifying the need of conservation. Degradation risks and other use and management characteristics are also evaluated. Therefore, the inventory supports the creation of management guidelines to guarantee the conservation and sustainable use of these places of interest. In this work, geological, geomorphological, biological, and archaeological indicators were identified. These elements have been used for decades to build sea-level variation curves in Rio de Janeiro, evidencing its scientific importance. Besides that, these sites are used in field activities with students from universities and schools, highlighting the educational value, and also in geotouristic activities with the society as a whole. The creation of the inventory of geosites representing relative sea-level variation indicators constitutes, therefore, an essential tool supporting the management of the sites, with the objective of protecting the occurrences and providing an easy way of accessing the information for

researchers, professors and geotourism professionals. Hence, it is a tool for scientific and educational development, as well as a contribution for the sustainable use of the elements, aiming at the economic development of the area. Finally, the sea-level variation indicators may be understood, in many cases, as indicators of climatic changes and sites given these characteristics as a part of the Top 10 focus areas of UNESCO Global Geoparks: preserving the registers of the past to think the future.

Keywords: geoconservation, sea-level change indicators, inventory, geopark.

INTRODUÇÃO

A geoconservação vem despontando como uma geociência emergente, ganhando cada vez mais espaço e importância ao longo, principalmente, das três últimas décadas. Esse novo campo geocientífico tem por objetivo a gestão dos elementos da geodiversidade, visando à conservação daqueles que possuem valores que justifiquem a sua proteção e, eventualmente, promoção ao uso sustentável (HENRIQUES et al., 2011; REYNARD & BRILHA, 2018). Diversas iniciativas vêm sendo desenvolvidas em todo o mundo, representando um significativo avanço conceitual e metodológico para a Geoconservação.

Um dos conceitos fundamentais para a geoconservação é a geodiversidade que, de acordo com GRAY (2013), corresponde à variedade natural dos elementos geológicos (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (formas, topografia, processos físicos), pedológicos e hidrológicos. Ou seja, de forma simplificada, podemos dizer que a geodiversidade corresponde à diversidade natural do meio físico, sendo complementar ao conceito de biodiversidade (diversidade do meio biológico). Como o meio físico é a base que sustenta tanto o meio biológico quanto as sociedades humanas, fica claro que a geodiversidade deve ocupar um lugar central no contexto de políticas públicas, gestão territorial e conservação da natureza (BRILHA et al., 2018).

Dois outros conceitos merecem destaque: patrimônio geológico e geossítios. Um dos maiores desafios para a geoconservação é justamente

identificar, dentre todos os elementos que compõem a geodiversidade, aqueles que devem ser alvo de ações de proteção e/ou que possam ter algum tipo de uso específico, como para atividades educacionais ou geoturísticas (BRILHA, 2016; LIMA et al., 2010; REYNARD et al., 2016). Dessa forma, o conceito de patrimônio geológico corresponde aos elementos da geodiversidade que, devido à presença de algum valor, devem ser conservados em benefício das gerações atuais e futuras. Já os geossítios seriam, de forma simplificada, o patrimônio geológico *in situ*, ou seja, elementos relevantes da geodiversidade em seus locais de ocorrência (diferente de uma coleção de museu, por exemplo, que seria patrimônio *ex situ*). Porém, há divergências na literatura sobre o que seria, de fato, considerado patrimônio geológico.

REYNARD (2009) afirma que há duas abordagens principais sobre o conceito, sendo uma mais ampla e outra mais restrita. Alguns autores (e.g PANIZZA, 2001) chamam de geossítios ocorrências com qualquer tipo de valor (científico, ecológico, cultural etc.), sendo uma abordagem ampla do conceito. Já outros autores (e.g GRANDGIRARD, 1999), consideram geossítios apenas as ocorrências que possuam valor científico, contribuindo para a compreensão da história da Terra, sendo, portanto, uma abordagem mais restrita. BRILHA (2016), em um esforço de padronização dos conceitos, chama de geossítios as ocorrências que possuam valor científico e sítios da geodiversidade as ocorrências com outros tipos de valores, sendo importante ressaltar que não há maior importância de um ou outro, sendo tão somente aspectos distintos.

Independente da abordagem, a identificação e caracterização dos elementos de relevância é uma atividade fundamental para qualquer estratégia de geoconservação. Assim, diversos inventários vêm sendo criados em diversos países, principalmente na Europa, mas cada vez mais em outras regiões do mundo (e.g WIMBLENDON & SMITH-MEYER, 2012 para Europa como um todo; GARCIA et al., 2018 no Brasil; KHALAF et al., 2019 no Egito; PHUONG et al., 2017 no Vietnã; entre muitos outros). Como partes fundamentais das estratégias de geoconservação, é essencial que os inventários

sejam desenvolvidos com uma base metodológica sólida, de modo a evitar problemas como excluir ocorrências importantes, incluir ocorrências sem relevância etc. (LIMA et al., 2010; BRILHA, 2016).

Por fim, é importante destacar a relevância da geodiversidade e do patrimônio geológico no contexto dos serviços ecossistêmicos. GRAY et al. (2013) evidenciam o valor da geodiversidade em cada uma das categorias de serviços (regulação, suporte, provisão e culturais). Como parte integrante dos serviços culturais, há os chamados serviços de conhecimento, que são aqueles relacionados ao nosso conhecimento sobre a Terra e sua história, que só ocorre a partir do estudo dos próprios elementos naturais. Ou seja, a existência de geossítios é crucial para o desenvolvimento das geociências, já que é através deles que ampliamos o conhecimento sobre o planeta. Além disso, os geossítios possuem um importante valor educacional, já que são usados no ensino formal de geociências e também em atividades educacionais para a sociedade como um todo através de ações de divulgação científica.

Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma discussão metodológica sobre a criação de um inventário de sítios com indicadores de variação do nível relativo do mar (VNRM) na área do Geoparque Costões e Lagunas do Estado do Rio de Janeiro. O desenvolvimento de inventários com temas específicos demanda a proposição de métodos específicos. Portanto, esse trabalho propõe um esquema de caracterização padronizado para os sítios com indicadores de VNRM. Ou seja, o trabalho tem tanto a intenção de contribuir na consolidação do Geoparque quanto propor um método que pode vir a ser seguido em outras áreas costeiras, fortalecendo iniciativas de geoconservação nessas áreas.

ÁREA DE ESTUDO

O Geoparque Costões e Lagunas do Estado do Rio de Janeiro está localizado nas costas Sudeste e norte do estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil (Figura 1). Possui uma área de, aproximadamente, 10.900 km², englobando 16 municípios.

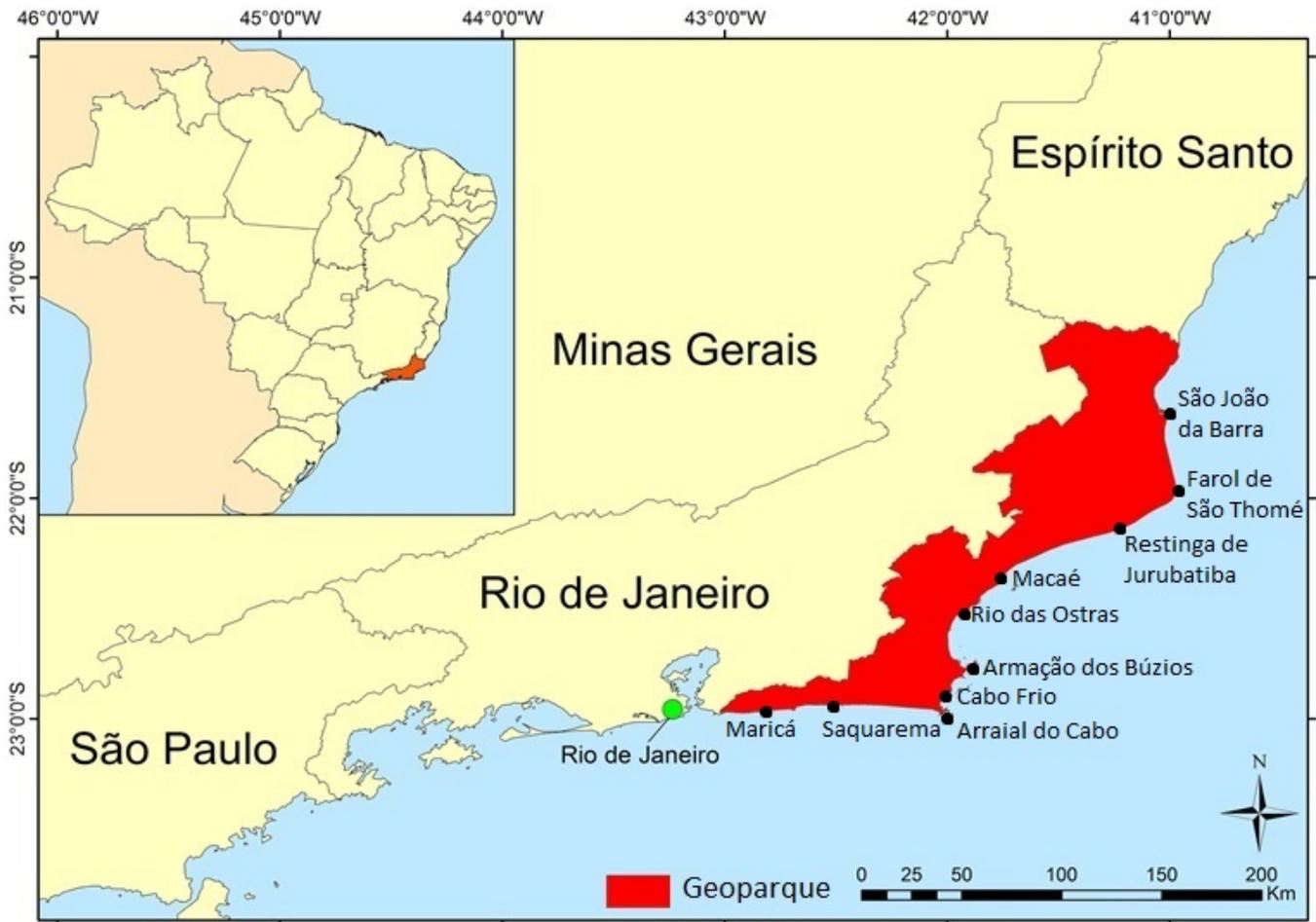


Figura 1. Localização do Geoparque Costões e Lagunas do Estado do Rio de Janeiro.

A área possui uma geodiversidade significativa, variando de rochas cristalinas do Paleoproterozoico até depósitos sedimentares holocênicos (SCHMITT et al., 2012). É marcada pela presença de geossítios em diversas categorias (tectônicos, petrológicos, geomorfológicos, mineralógicos, paleoambientais etc.). Além disso, possui uma série de sítios de relevância ecológica, demonstrando relações peculiares entre a geodiversidade e a biodiversidade, e sítios de relevância cultural, ressaltando diferentes momentos da história e diferentes relações dos seres humanos com a natureza. Por fim, abriga também uma série de destinos turísticos nacionais e internacionais, sendo essa uma das principais atividades econômicas da área.

As variações do nível do mar que vêm ocorrendo ao longo do Quaternário são um dos principais fatores na evolução da paisagem. MARTIN et al. (1996) apresentam esse processo, mostrando como a planície costeira se desenvolveu

passando por momentos distintos de acordo com as flutuações do nível do mar. A linha de costa voltada para o sul é marcada pela presença de um duplo sistema barreira-laguna, onde a barreira interna se desenvolveu no Pleistoceno (há cerca de 123 mil anos), quando o nível do mar estava a cerca de 8 metros acima do atual, e a barreira externa, no Holoceno (há cerca de 5.100 anos), com o nível do mar a cerca de 3 metros acima do atual.

Uma série de pesquisas vem sendo realizada nas últimas décadas com o objetivo de se compreender as flutuações do nível do mar na região (e.g TURCQ et al., 1999; DIAS et al., 2009; MANSUR et al., 2011, 2013; CASTRO et al., 2014; MENDOZA et al., 2014; MALTA et al., 2017; AREIAS et al., 2020; PEREIRA et al., 2021; JESUS et al., 2017). Tais trabalhos utilizam uma grande diversidade de indicadores de variação do nível do mar, sendo geológicos, como os *beachrocks*; geomorfológicos, como as cristas de praia e paleofalésias; biológicos, como os

vermetídeos; e arqueológicos, representados pelos sambaquis.

Os *beachrocks* (Figura 2A) vêm sendo amplamente utilizados como indicadores de linhas de costa pretéritas no litoral brasileiro (e.g VAN ANDEL & LABOREL, 1964; VIEIRA & DE ROS, 2006; SILVA et al., 2014; MALTA et al., 2017). MANSUR et al., (2011) destacam a importância histórica dos *beachrocks* presentes na praia de Jaconé (parte da área de estudo do presente capítulo), que foram descritos pelo célebre naturalista Charles Darwin em 1842. Ou seja, ocorrências de *beachrocks* na área do Geoparque vão além da importância científica, possuindo também uma alta relevância cultural como parte da história das geociências no país.

Uma série de formas de relevo também registram as diferentes posições do nível do mar no passado. Como exemplo, temos as cristas de praia (Figura 2B) que, conforme descrito por ROCHA et

al., (2019) são feições arenosas originadas pela deposição de sedimentos por ação de ondas, marcando posições pretéritas da linha de costa. Além das cristas, é possível observar também a presença de paleofalésias (Figura 2C), que são feições originadas pela erosão marinha e, atualmente, encontram-se em nível superior ao nível do mar.

Como indicadores biológicos, há uma série de ocorrências de assembleias de vermetídeos que, por habitarem uma faixa vertical estreita da zona intermaré, funcionam como indicadores confiáveis de posição do nível do mar. O uso desses indicadores na área de estudo é demonstrado em uma série de trabalhos (e.g DIAS, 2009; SPOTORNO-OLIVEIRA et al., 2016; JESUS et al., 2017; AREIAS et al., 2020).

Por fim, há uma série de ocorrências de indicadores arqueológicos, representados na área pelos sambaquis (Figura 2D). De acordo com

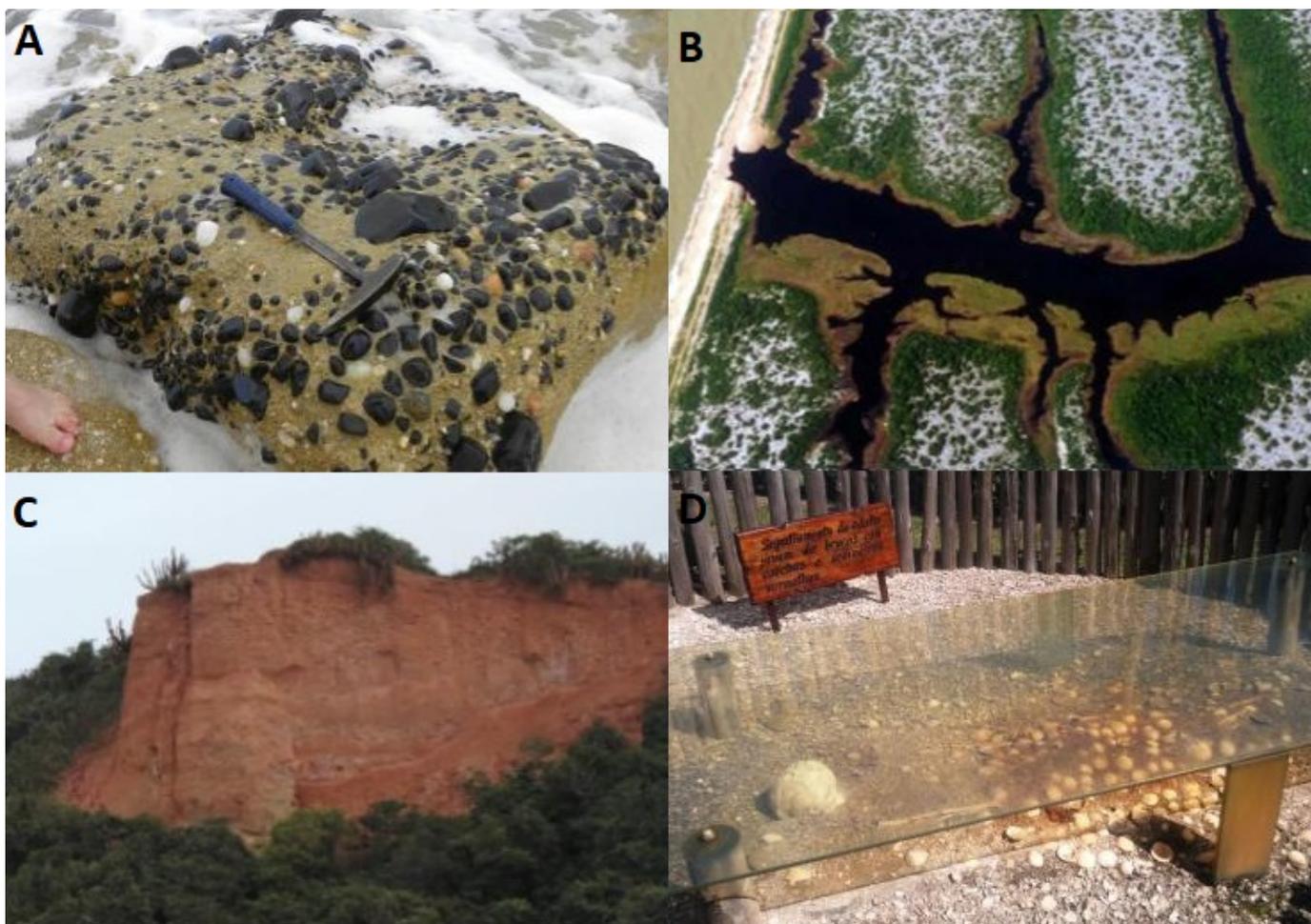


Figura 2. (A) *Beachrock* na praia de Jaconé, parte da ocorrência descrita por Charles Darwin; (B) Cristas de praia no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba; (C) Paleofalésia nas proximidades da Praia Rasa; (D) Museu do Sambaqui da Beirada, apresentando os registros arqueológicos *in situ*. Fotos: Site do Geoparque Costões e Lagunas (www.geoparquecostoeselagunas.com).

GASPAR & BIANCHINI (2020), os sambaquis são os testemunhos arqueológicos mais antigos do estado do Rio de Janeiro, sendo montículos constituídos por uma base de areia e conchas e ricos em objetos produzidos a partir de técnicas de lascamento de rochas, além de ser comum também a presença de esqueletos humanos. Esses registros foram erguidos por populações de pescadores-coletores que viviam em forte conexão com o ambiente litorâneo. Dessa forma, a partir da posição e idade dos sambaquis, é possível analisar a relação dessas populações com a posição do nível do mar no passado.

O grande número de pesquisas realizadas na área é um indicativo do valor científico dos geossítios. Além disso, indicam também um grande potencial para uso educacional, já que essas ocorrências também dão base para a realização de atividades de campo com alunos ou com a sociedade em geral. Isso ganha importância porque uma das principais atividades do Geoparque é justamente a divulgação científica e a promoção da geodiversidade, contribuindo para que os habitantes e turistas compreendam a relevância científica da área e atuem como aliados na conservação dos elementos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Diversas propostas metodológicas sobre como desenvolver inventários foram publicadas nas últimas décadas (e.g. CORATZA & GIUSTI, 2005; PRALONG, 2005; PEREIRA & PEREIRA, 2010; BRILHA, 2016; REYNARD et al., 2016; SANTOS et al., 2020). Isso fez com que as discussões avançassem e questões específicas fossem levantadas, de modo que iniciativas atuais têm acesso a uma ampla fundamentação teórica. LIMA et al. (2010) destacam que todo inventário precisa levar em conta quatro aspectos fundamentais: o tópico (tema do inventário), o valor (científico, ecológico, geoturístico etc.), a escala (área a ser inventariada) e o uso (suporte a estratégias de geoconservação, projetos de geoturismo etc.). A definição desses aspectos é o que dá base para a escolha do método a ser utilizado.

Além disso, BRILHA (2016) ressalta que,

para a realização de inventários em áreas grandes (acima de cerca de 4000 km²), é essencial que o inventário seja dividido em *frameworks*, que podem ser vistos como temas específicos, de modo a otimizar o andamento do trabalho. O presente trabalho faz parte do inventário do Geoparque Costões e Lagunas do Estado do Rio de Janeiro que, até o momento, já identificou centenas de geossítios com temáticas distintas (sítios geomorfológicos, tectônicos, paleoambientais, mineralógicos etc.). Isso justifica a necessidade de separação em *frameworks*, sendo os geossítios com indicadores de variação do nível do mar, um deles.

Neste sentido, é essencial analisar quais as especificidades deste tipo de geossítio para se avaliar a melhor forma de estruturar o inventário. Não é a intenção deste trabalho avançar nos processos de avaliação qualitativa e quantitativa dos geossítios, restringindo-se à identificação e caracterização, e desenvolvendo uma base de dados que estará disponível para diferentes usos futuros. Portanto, o propósito principal do trabalho é elencar o conjunto de atributos específicos para compor o inventário dos geossítios contendo indicadores de variação do nível do mar no território do Geoparque, criando-se uma base de dados estruturada, com as principais informações sobre cada geossítio, que estará disponível para uso.

O método utilizado foi o de BRILHA (2016), com foco nas etapas iniciais, onde o resultado é uma lista preliminar de geossítios que podem ser encaminhados para etapas futuras de avaliação, propostas de gestão etc. Dessa forma, o trabalho de identificação dos sítios se dá a partir da realização de um levantamento bibliográfico, identificando-se os trabalhos sobre variações do nível relativo do mar. Esses trabalhos forneceram tanto um panorama geral sobre o comportamento do nível do mar e sua influência no desenvolvimento da paisagem, quanto dados sobre onde se localizam os indicadores, as características principais deles, eventuais dados de datação etc.

O reconhecimento dos geossítios a partir de trabalhos de campo também é essencial nesse processo, já que permite a observação direta e o levantamento de informações sobre localização, condições de acesso, integridade etc. Com isso, se

torna possível a criação de uma lista de geossítios e sua caracterização, incluindo as informações mais relevantes que deverão constar no inventário. Destacamos que a etapa de identificação dos sítios segue em processo no momento de produção do presente capítulo e, por isso, será apresentado aqui apenas um exemplo de geossítio caracterizado, sendo as discussões metodológicas sobre estruturação do inventário o foco.

Com a identificação preliminar dos sítios, se fez necessário o desenvolvimento de um esquema para caracterização padronizada, sendo este esquema o principal produto deste trabalho. A ideia central do esquema foi incluir as principais informações referentes ao tema (variação do nível do mar) e permitir a organização da base de dados em ambiente SIG, integrando-se dados espaciais e não-espaciais. Dessa forma, foi proposta a caracterização dos geossítios de acordo com o Quadro 1.

Assim, os geossítios estão sendo identificados e caracterizados a partir de levantamento bibliográfico e atividades de campo, e organizados de acordo com o Quadro 1, criando-se um produto padronizado e estruturado. É importante destacar que este é um produto dinâmico, já que novos trabalhos seguem sendo realizados e mais indicadores vêm sendo identificados, datados etc. Ou seja, o inventário não é um produto fechado, podendo sempre ser “alimentado” com novos dados.

RESULTADOS

Assim, os geossítios estão sendo identificados e caracterizados a partir de levantamento bibliográfico e atividades de campo, e organizados de acordo com o Quadro 1, criando-se um produto padronizado e estruturado. É importante destacar que este é um produto dinâmico, já que novos trabalhos seguem sendo realizados e mais indicadores vêm sendo identificados, datados etc. Ou seja, o inventário não é um produto fechado, podendo sempre ser “alimentado” com novos dados.

A identificação é o nome dado ao geossítio, sendo interessante (não obrigatório) que haja alusão tanto ao tipo de ocorrência quanto à localização. Nomes que não dão uma indicação direta das características básicas do geossítio devem ser evitados, já que dificulta o uso por outras pessoas no futuro, que podem não ter um conhecimento de nomes mais específicos. No entanto, é importante também reconhecer que, dependendo da situação, isso pode não ser possível, já que alguns geossítios possuem nomes já consolidados que não devem ser ignorados. Podemos usar, como exemplo, o geossítio Lagoa Vermelha, que dá a indicação do tipo de ambiente, mas não deixa explícito o tipo de indicador de variação do nível do mar que há ali. Nesse caso, não é interessante alterar o nome do sítio pois ele possui uma série de outras

Quadro 1: Tabela padronizada para caracterização dos geossítios com indicadores de VNRM.

Identificação	Nome do geossítio
Localização	Local com coordenadas
Tipo de indicador	Geológico, geomorfológico, biológico ou arqueológico
Datação	Datação absoluta (se houver), incluindo método
Altitude	Altitude em relação ao nível do mar atual
Integridade	Condições em relação à degradação
Limitações ao uso	Limitações legais ou por outras razões
Descrição	Descrição sucinta do geossítio
Serviços Ecológicos	Descrição dos serviços ecossistêmicos presentes no geossítio
Bibliografia	Trabalho(s) publicados sobre o geossítio

Quadro 2: Exemplo de tabela preenchida com dados de um geossítio.

Identificação	<i>Beachrocks</i> da Ilha do Cabo Frio 1 (nível emerso)
Localização	Ilha do Cabo Frio, Praia do Farol (-23.001445 -42.004133)
Tipo de indicador	Geológico – <i>Beachrock</i>
Datação	3.210 +- 80 AP (radiocarbono)
Altitude	+ 1,5 m
Integridade	Alta
Limitações ao uso	Sítio localizado em área controlada pela Marinha do Brasil. Necessário ter autorização para visitar.
Descrição	A Praia do Farol, na Ilha do Cabo Frio, possui alinhamentos de <i>beachrocks</i> em altitudes distintas, tanto emersos quanto submersos. Esta ocorrência é a mais alta delas, sendo parte de um importante registro local das variações do nível relativo do mar.
Serviços Ecosistêmicos	Serviço de conhecimento: Registro de VNRM (história geológica e monitoramento ambiental) e valor educacional (potencial de uso em atividades educacionais e geoturísticas).
Bibliografia	SAVI <i>et al.</i> , (2005); MALTA <i>et al.</i> , (2017)

importâncias (geomorfológica, paleoambiental, mineralógica etc.). Além disso, é um nome já amplamente conhecido por pesquisadores e pessoas da região. Por isso, não se deve alterar o nome de modo a ressaltar a importância como indicador de nível do mar, já que essa é apenas uma das diversas razões de o geossítio ser relevante.

A localização aponta, além do local de ocorrência, as coordenadas do geossítio. Isso é essencial pois, dependendo do sítio, é possível que haja indicadores em posições distintas muito próximas umas das outras. É o caso do exemplo utilizado, os *Beachrocks* da Ilha do Cabo Frio. Nesse local, há ocorrências em posições distintas e com idades distintas, sendo um registro importante para a localidade. É essencial que os usuários do inventário saibam exatamente a qual ocorrência estamos nos referindo e, através das coordenadas, seja possível distingui-las.

A datação, quando estiver disponível, mostra a idade absoluta do geossítio, destacando o momento da história de variações do nível relativo do mar representada por ele. Nesse caso, é também importante incluir o método utilizado para datação.

Já a altitude é um dado complementar à datação, pois, analisando-se os dois dados em conjunto, podemos identificar qual era a posição do nível do mar em determinado momento. A altitude

é sempre colocada em relação ao nível do mar atual, podendo ser negativa para indicadores atualmente submersos e positiva para indicadores emersos.

A integridade é um dado essencial por duas razões: primeiro por ser a base para a definição de prioridades para ações de conservação, já que sítios sofrendo degradação devem ser protegidos com mais urgência; e, em segundo lugar, porque a integridade auxilia nas propostas de uso do sítio. Sítios que não estão degradados possuem um maior potencial para utilização, seja o uso científico por pesquisadores, seja o uso educacional formal, seja para atividades de geoturismo. A avaliação é feita de maneira qualitativa, sendo classificada como Alta, Média ou Baixa.

As limitações ao uso também são um aspecto essencial para o uso e gestão do geossítio. No exemplo utilizado, há uma limitação por uma questão de propriedade. O geossítio está localizado em área militar e, por isso, seu uso depende de autorização e há regras específicas sobre o que pode ou não ser feito. As limitações poderiam se dar por outras razões, como sítios que são frágeis, não sendo recomendada a visitação por grupos grandes. Ou seja, os criadores do inventário, na análise das limitações ao uso, não devem se prender aos aspectos legais, mas também às características do

sítio, lembrando sempre que o objetivo final é a conservação dos indicadores. Qualquer tipo de uso sugerido deverá levar em conta, em primeiro lugar, a necessidade de conservação.

A descrição é simplesmente uma breve explicação do que é o geossítio, não devendo ser exaustiva, já que é normal um inventário possuir dezenas e, eventualmente, centenas de geossítios. Descrições sucintas e objetivas facilitam o uso do produto.

Em relação aos serviços ecossistêmicos, todos os geossítios se destacam como fornecedores de serviços de conhecimentos. Porém, eventualmente, outros serviços estão presentes, agregando ainda mais valor ao geossítio e reforçando a importância para a geoconservação. Dessa forma, é interessante que haja uma descrição desses serviços, ressaltando a conexão e a complementariedade entre o valor científico e outros aspectos relevantes do geossítio.

A bibliografia aponta materiais existentes sobre o geossítio. Como a primeira etapa na criação do inventário é o levantamento bibliográfico, aqui será mostrada justamente essa fonte de dados primordial, sendo também importante para quem deseja informações mais detalhadas sobre a ocorrência, que não constarão na descrição do geossítio.

Dessa forma, essa estrutura de caracterização dos dados gerais do geossítio serve como um ordenamento básico dos dados, que podem ser então utilizados para diversos fins. Por fim, é essencial destacar que essa estrutura pode, facilmente, ser aplicada em um arquivo vetorial em ambiente SIG, o que pode trazer uma série de outras potencialidades para o inventário.

A execução do inventário dos geossítios é um processo contínuo, já que mais pesquisas vêm sendo realizadas, tendo como consequência a descoberta de novos indicadores e a produção de mais dados sobre indicadores já conhecidos. O território do Geoparque Costões e Lagunas, por suas dimensões e geodiversidade, possui indicadores de diversos tipos, variando desde grandes feições geomorfológicas, como cristas de praia e barreiras e lagunas costeiras, elementos geológicos, como depósitos sedimentares marinhos e os *beachrocks*, indicadores biológicos, como as

assembleias de vermetídeos e até elementos arqueológicos, sendo estes representados pelos sambaquis ainda presentes na região.

DISCUSSÕES

Os inventários de geossítios vêm se destacando como uma ferramenta de grande importância para as geociências como um todo. Conforme apontado por BRILHA (2016), as geociências dependem dos elementos estudados em campo para o seu desenvolvimento. A degradação ou perda total dos elementos importantes da geodiversidade representam uma perda científica, já que, eventualmente, pesquisas serão interrompidas e potenciais novas pesquisas não existirão.

Obviamente, não se pode proteger todos os elementos da geodiversidade, já que o desenvolvimento das sociedades humanas e da biodiversidade como um todo depende do consumo de recursos fornecidos pelo meio físico. Dessa forma, o esforço geoconservacionista se dá no sentido de identificar, caracterizar e avaliar a importância de ocorrências específicas, propondo então medidas para o uso e a gestão, visando não só a proteção, mas possíveis formas de uso sustentável.

Neste sentido, não só o uso científico se destaca. Além do fato de os geocientistas necessitarem dos trabalhos de campo, há também a necessidade de uso educacional dessas ocorrências. Estudantes de ensino superior nas áreas das geociências realizam atividades de campo em seu treinamento. Além disso, escolas de ensino básico também podem beneficiar seus alunos, trazendo experiências mais enriquecedoras de ensino-aprendizagem a partir de atividades de campo. Há também atividades educacionais informais, visando à divulgação científica para a sociedade como um todo, já que é essencial que as pessoas reconheçam o valor e a importância da geodiversidade para que atuem como aliadas nos esforços de geoconservação.

Por fim, destaca-se o uso geoturístico, que se apresenta como uma forma de turismo diferenciada que visa agregar conhecimento geocientífico em atividades de recreação e lazer. O inventário de geossítios é uma ferramenta essencial no

planejamento dessas atividades, já que os profissionais da área, através dele, têm acesso direto às informações sobre as principais ocorrências de elementos interessantes, permitindo uma seleção mais fácil daqueles que possuem maior potencial de uso.

A organização em *frameworks* é essencial em áreas de grandes dimensões e alta geodiversidade e é nesse contexto que o presente trabalho se insere. As discussões sobre mudanças globais e possíveis variações do nível relativo do mar, capazes de trazer impactos altamente significativos em zonas costeiras, vêm ganhando muito espaço nos meios acadêmicos e não acadêmicos. Assim, um inventário totalmente dedicado a indicadores de VNRM se qualifica como uma ferramenta de fortalecimento das pesquisas e de ampliação do potencial de divulgação científica.

Sendo um tema específico, há a necessidade de se analisar questões específicas. O trabalho de SANTOS et al. (2019), por exemplo, traz questões semelhantes, mas trabalhando com a temática específica de sítios geomorfológicos (geomorfossítios). Os autores identificaram que peculiaridades dos geomorfossítios fazem com que seja necessária uma abordagem que não desconsidere essas especificidades, pois isso criaria produtos potencialmente falhos. O presente trabalho, por não avançar em etapas posteriores como as avaliações quantitativas dos valores dos geossítios, não tem como propósito colocar os geossítios com indicadores de variação do nível do mar como uma categoria peculiar que necessita de métodos específicos. No entanto, é possível afirmar que, para as etapas iniciais de levantamento, as diferentes categorias de geossítios precisam de estruturas específicas de caracterização, já que o tipo de informação relevante varia.

Dessa forma, foi proposto um esquema de caracterização que considera aquilo que é relevante na temática de variação do nível relativo do mar. Outros inventários, como os de sítios geomorfológicos e paleontológicos, deverão utilizar outros esquemas, já que as informações de maior relevância para os usuários do inventário serão outras.

A proposta apresentada tem como intenção a sua utilização em outras áreas, funcionando também como um incentivo para que mais inventários de geossítios com indicadores de variação do nível do mar sejam realizados. Se outros inventários no país seguirem a mesma proposta metodológica, é possível pensar na criação de uma base de dados nacional no futuro, mesmo em países como o Brasil, com grande extensão de linha de costa e centenas de trabalhos sendo realizados de forma independente.

O Serviço Geológico do Brasil (CPRM), através do programa GEOSSIT, já demonstra um esforço nesse sentido. Essa plataforma, já em funcionamento, tem como objetivo a criação de uma base de dados nacional de geossítios. Como o tema ainda é relativamente novo, ainda ocorre um processo de desenvolvimento metodológico, com novas funcionalidades sendo implementadas a partir da publicação de novos trabalhos. Assim, o presente trabalho faz parte de um esforço de avanço metodológico, contribuindo para a consolidação das práticas de geoconservação no país.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento de um inventário de geossítios totalmente dedicado aos indicadores de VNRM trouxe a necessidade de criação de um esquema de caracterização próprio que levasse em conta as especificidades desse tipo de geossítio. Assim, foi desenvolvida uma proposta que poderá ser aplicada nas fases iniciais de criação de inventários focados nesse tema.

Como a geoconservação vem ganhando cada vez mais importância tanto no meio científico quanto em contextos de políticas públicas, ações sociais e de conservação da natureza, é essencial que trabalhos tratando de temáticas específicas sejam desenvolvidos. Dessa forma, é possível avançar em questões metodológicas e, ao mesmo tempo, incentivar que iniciativas semelhantes surjam em outras áreas.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo não só a contribuição para a área de estudos onde foi realizado, mas também a contribuição para que outras áreas possam se beneficiar de estudos

semelhantes. Espera-se, portanto, um fortalecimento das estratégias de geoconservação em áreas costeiras através da conservação e do uso sustentável dos indicadores de variação do nível relativo do mar, já que é um tema de grande relevância no contexto atual de mudanças ambientais e necessidades de adaptação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AREIAS, C; SPOTORNO-OLIVEIRA, P; BASSI, D; IRYU, Y; NASH, M; CASTRO, J.W.A; TÂMEGA, F.T.S. 2020. Holocene sea-surface temperature and related coastal upwelling regime recorded by vermetid assemblages, southeastern Brazil (Arraial do Cabo, RJ). *Marine Geology* 425:106183 (doi: 10.1016/j.margeo.2020.106183)
- BRILHA, J. 2016. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: A review. *Geoheritage* 8(2):119 - 134. (doi: 10.1007/s12371-014-0139-3)
- BRILHA, J; GRAY, M; PEREIRA, D; PEREIRA, P. 2018. Geodiversity: an integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole nature. *Environmental Science & Policy* 86:19 – 28. (doi: 10.1016/j.envsci.2018.05.001)
- CASTRO, J.W.A; SUGUIO, K; SEOANE, J.C.S; CUNHA, A.M; DIAS, F.F. 2014 Sea-level fluctuations and coastal evolution in the state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 86(2):671–683. (doi: 10.1590/0001-3765201420140007)
- CORATZA, P; GIUSTI, C. 2005. Methodological proposal for the assessment of the scientific quality of geomorphosites. *Il Quaternario* 18(1):307 – 313
- DIAS, F.F. 2009. *Variações do Nível Relativo do Mar na Planície Costeira de Cabo Frio e Armação dos Búzios - RJ: Reconstrução Paleoambiental Holocênica e Cenários Futuros*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 145 p.
- DIAS, F.F; SEOANE, J.C.S; CASTRO, J.W.A. 2009. Evolução da linha de praia do Peró, Cabo Frio/RJ nos últimos 7.000 anos. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ* 32:9 – 20.
- GARCIA *et al.* 2018. The inventory of geological heritage of the State of São Paulo, Brazil: Methodological basis, results and perspectives. *Geoheritage* 10(2): 239 – 258. (doi: 10.1007/s12371-016-0215-y)
- GASPAR, M. & BIANCHINI, G. 2020. No tempo dos sambaquis: vida e espaço dos primeiros habitantes da Região dos Lagos. In: BARRETO, I. (Org.). *Cabo Frio Revisitado: A memória regional pela trilhas do contemporâneo*, pp.99-121, Sophia Editora, Cabo Frio, RJ, Brasil. (ISBN:978-65-88609-08-8)
- GRANDGIRARD, V. 1999. L'évaluation des Géotopes. *Geologia inssubrica* 4(1):59 – 66
- GRAY, M. 2013. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. 2^a ed. 508p., Wiley-Blackwell, Chichester, United Kingdom
- GRAY, M; GORDON, J.E; BROWN, E.J. 2013. Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management. *Proceedings of the Geologists' Association* 124(4):659 – 673. (doi: 10.1016/j.pgeola.2013.01.003)
- HENRIQUES, M.H; PENA DOS REIS, R; BRILHA, J; MOTA, T. 2011 Geoconservation as an emerging geoscience. *Geoheritage* 3:117 – 128. (doi: 10.1007/s12371-011-0039-8)
- JESUS, P.B; DIAS, F.F; MUNIZ, R.A; MACÁRIO, K.C.D.; SEOANE, J.C.S; QUATTROCIOCCHI, D.G.S.; CASSAB, R.C.T; AGUILERA, O; SOUZA, R.C.C.L; ALVES, E.Q; CHANCA, I.S; CARVALHO, C.R.A; ARAUJO, J.C. 2017. Holocene paleo-sea level in Southeastern Brazil: an approach based in vermitids shells. *Journal of Sedimentary Environments* 2(1):35 – 48. (doi: 10.12757/jse.2019.28158)
- KHALAF, E.D.A.H; WAHED, M.A; MAGED, A; MOKHTAR, H. 2019. Volcanic geosites and their geoheritage values preserved in Monogenetic Neogene Volcanic Field, Bahariya Depression, Western Desert, Egypt: Implication for climatic change-controlling volcanic eruption. *Geoheritage* 11(3):855–873. (doi: 10.1007/s12371-018-0336-6)
- LIMA, F.F; BRILHA, J; SALAMUNI, E. 2010. Inventory of geological heritage in large territories: a methodological proposal applied to Brazil. *Geoheritage* 2(3):91 – 99. (doi: 10.1007/s12371-010-0014-9)
- MALTA, J.V; ALENCAR, J.W; OLIVEIRA, C.A; COUTO, C. 2017. Rochas de praia “Beachrocks” da Ilha do Cabo Frio – Litoral do Estado do Rio de

- Janeiro – Sudeste Brasileiro: Gênese e Geocronologia. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 18(2):397 – 409 (doi: 10.20502/rbg.v18i2.%)
- MANSUR, K.L; RAMOS, R.R.C; GODOY, J.M.O; NASCIMENTO, V.J.R. 2011. *Beachrock* de Jaconé, Maricá e Saquarema - RJ: importância para a história da ciência e para o conhecimento geológico. *Revista Brasileira de Geociências* 41(2):290 – 303
- MANSUR, K.L; RAMOS, R.R.C; FURUKAWA, G.I. 2013. *Beachrock* de Jaconé, RJ - Uma pedra no caminho de Darwin. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C.R.G.; FERNANDES, A.C.S.; BERBERT-BORN, M.; SALLUN FILHO, W.; QUEIROZ, E.T.; (Eds.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Publicado na Internet em 20/11/2012 no endereço <http://sigep.cprm.gov.br/sitio060/sitio060.pdf>.
- MARTIN, L; SUGUIO, K; FLEXOR, J.M; DOMINGUEZ, J.M.L; BITTENCOURT, A.C.S.P. 1996 Quaternary sea-level history and variation in dynamics along the Central Brazilian Coast: Consequences on coastal plain construction. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 68(3):303 – 354
- MENDOZA, U; NETO, A.; ABUCHACRA, R.C; BARBOSA, C.F; FIGUEIREDO JR, A.G; GOMES, M.C; BELEM, A. L; CAPILLA, R; ALBUQUERQUE, A.L.S. 2014. Geoacoustic character, sedimentology and chronology of a cross-shelf Holocene sediment deposit off Cabo Frio, Brazil (southwest Atlantic Ocean). *Geomarine letters* 34:297 – 314 (doi: 10.1007/s00367-014-0370-6)
- PANIZZA, M. 2001. Geomorphosites: concepts, methods and example of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin* 46:4 – 5. (doi: 10.1007/BF03187227)
- PEREIRA, F.M.B; SEOANE, J.C.S; MENEGUCI, A.M; CASTRO, J.W.A; RAMOS, R.R.C. 2021. Modelo de Reconstituição Paleoambiental Tridimensional das Flutuações do Nível do Mar durante o Holoceno na Região dos Lagos Fluminenses – Sudeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 22(1):203 - 216
- PEREIRA, P; PEREIRA, D. 2010. Methodological guidelines for geomorphosite assessment. *Géomorphologie: Relief, Processus, Environnement* 2:215 – 222. (doi: 10.4000/geomorphologie.7942)
- PHUONG, T.H; DUONG, N.T; HAI, T.Q.H; DONG, B.V. 2017. Evaluation of the geological heritage of the Dray Nur and Dray Sap waterfalls in the Central Highlands of Vietnam. *Geoheritage* 9(1):49 – 57. (doi: 10.1007/s12371-016-0176-1)
- PRALONG, J.P. 2005. A method for assessing tourist potential and use of geomorphological sites. *Géomorphologie: Relief, Processus, Environnement* 3:189 – 195. (doi: 10.4000/geomorphologie.350)
- REYNARD, E. 2009. The assessment of geomorphosites. In: REYNARD, E; CORATZA, P; REGOLINI-BISSIG, G. (Eds.). *Geomorphosites*, pp.63-71, Pfeil, Munchen, Germany
- REYNARD, E; PERRET, A; BUSSARD, J; GRANGIER, L; MARTIN, S. 2016. Integrated approach for the inventory and management of geomorphological heritage at the regional scale. *Geoheritage* 8(1):43 – 60. (doi: 10.1007/s12371-015-0153-0)
- REYNARD, E. & BRILHA, J. (Eds.) 2018. *Geoheritage: Assessment, Protection and Management*. 450p., Elsevier, Amsterdam, Netherlands
- ROCHA, T.B.; VASCONCELOS, S.C.; PEREIRA, T.G.; FERNANDEZ, G.B. 2019. Datação por luminescência opticamente estimulada (LOE) nas cristas de praia do Delta do Rio Paraíba do Sul (RJ): Considerações sobre a evolução geomorfológica entre o Pleistoceno superior e o Holoceno. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 20(3): 563 – 580. (doi: 10.20502rbg.v20i3.1620)
- SANTOS, D.S; REYNARD, E; MANSUR, K.L; SEOANE, J.C.S. 2019. The specificities of geomorphosites and their influence on assessment procedures: A methodological comparison. *Geoheritage* 11:2045 – 2064. (doi: 10.1007/s12371-019-00411-z)
- SANTOS, D.S; MANSUR, K.L; SEOANE, J.C.S; MUCIVUNA, V.C; REYNARD, E. 2020. Methodological Proposal for the Inventory and Assessment of Geomorphosites: An Integrated Approach focused on Territorial Management and Geoconservation. *Environmental Management* 66:476 – 497. (doi: 10.1007/s00267-020-01324-2)

- SAVI, D.C; TENÓRIO, M.C; CALIPPO, F.R; TOLEDO, F.A.L; GONZALES, M.M.B; AFONSO, M.C. 2005. Beachrock e o sambaqui da Ilha do Cabo Frio. *In: Congresso da ABEQUA 2005. Anais do Congresso da ABEQUA 2005*
- SCHMITT, R.S. [et al.]. 2012. Geologia e recursos minerais das Folhas Rio das Ostras e Cabo Frio. 202p., CPRM, Belo Horizonte, Brasil
- SILVA, A.L.C; SILVA, M.A.M; SOUZA, R.S.; PINTO, M.L.V. 2014. The role of beachrocks on the Evolution of the Holocene barrier systems in Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Journal of Coastal Research Special Issue 70:170 – 175*
- SPOTORNO-OLIVEIRA, P.; TÂMEGA, F.T.S.; OLIVEIRA, C.A.; CASTRO, J.W.A.; COUTINHO, R.; IRYU, Y.; BASSI, D. 2016. Effects of Holocene sea level changes on subtidal palaeoecosystems, southeastern Brazil. *Marine Geology 381:17 – 28.* (doi: 10.1016/j.margeo.2016.08.007)
- TURCQ, B; MARTIN, L; FLEXOR, J.M; SUGUIO, K; PIERRE, C; TASAYACO-ORTEGA, L. 1999. Origin and evolution of the Quaternary Coastal Plain between Guaratiba and Cabo Frio, State of Rio de Janeiro, Brazil. *In: KNOPPERS, B; BIDONE, E.D; ABRÃO, J.J. (Eds.) Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon Systems, Rio de Janeiro, Brazil, pp.25-46, EDUFF, Niterói, RJ, Brasil*
- VAN ANDEL, T.H. & LABOREL, J. 1964. Recent high relative sea level stand near Recife, Brasil. *Reprinted from Science 3632:580 – 581*
- VIEIRA, M.M. & DE ROS, L.F. Cementation patterns and genetic implications of Holocene beachrocks from northeastern Brazil. *Sedimentary Geology 192:207-230*
- WIMBLEDON, W.A.P. & SMITH-MEYER, S. (Eds.) 2012. Geoheritage in Europe and its conservation. 405p., ProGEO, Oslo, Norway