DUNAS DOPERO: PAISAGEM EM MOVIMENTO

(PERÓ DUNES: MOVING LANDSCAPE)

SÉRIE GEOSSÍTIOS











Campo de Dunas do Peró é um local de alta relevância do ponto de vista da Geoconservação. Corresponde a um ambiente sedimentar raro em termos regionais com exemplares diversificados de Geodiversidade e Biodiversidade e apresenta, inclusive, sítios pré-históricos no seu interior e bordas. Por esses motivos foi selecionado como um dos sítios que compõem a proposta do Geoparque Costões e Lagunas do Rio de Janeiro, que ainda será submetida à UNESCO. Este é o quarto número de uma série de documentos que estamos elaborando como estratégia para divulgação e proteção dos sítios relevantes para a ciência, a educação e o turismo, passo fundamental para a concretização de nossa proposta de Geoparque.

Os Geoparques da UNESCO são áreas geográficas únicas e unificadas, em que os locais e paisagens de importância geológica internacional são geridos com



um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável. A abordagem deve combinar a conservação com o desenvolvimento sustentável, ao mesmo tempo em que envolve as comunidades locais para geração de emprego e renda por meio do Geoturismo, Geoeducação e Geoconservação. Em abril de 2020, existem 147 Geoparques Globais da UNESCO em 41 países (http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks).

The Peró Dune Field is a place of high relevance from the point of view of Geoconservation. It corresponds to a rare sedimentary environment in the state of Rio de Janeiro and in southeastern Brazil. It has a high abundance of Geodiversity resources and rare specimens of Biodiversity. There are also prehistoric sites within the dune field and in its surroundings. For this reason, it was selected as one of the natural sites to compose the proposal of Costões e Lagunas Geopark from Rio de Janeiro, which is about to be submitted to UNESCO. This is the fourth issue of a series of documents that we are preparing as a strategy for the dissemination and protection of relevant sites to science, education and tourism. A fundamental step towards the accomplishment of our Geopark proposal.

UNESCO Global Geoparks are single, unified geographical areas, where sites and landscapes of international geological significance are managed with a holistic concept of protection, education and sustainable development. The approach must combine conservation with sustainable development, while involving local communities to generate jobs and income through geotourism, geoeducation, and geoconservation. In March 2020, there are 147 UNESCO Global Geoparks in 41 countries (http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks).

CRÉDITOS/CREDITS

ELABORAÇÃO

Universidade Federal do Rio de Janeiro Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza Instituto de Geociências Publicação realizada com apoio do Programa PROFAEX da PR-5 - Pró-Reitoria de Extensão da UFRJ

> Revisão: Raphaela Cristina Rodrigues De Negri e Felipe Abrahão Monteiro

> > Arte: Carolina Frossard e Nicolas Noel Pereira da Silva

Todas as fotos utilizadas nesta publicação foram tiradas pelos autores.

PESOUISAS

Diana Tabach
Letícia Cardoso
Mariana Alves
Andrea Ferreira Borges
Fabio Ferreira Dias
Ismar de Souza Carvalho
João Wagner de Alencar Castro
José Carlos Sícoli Seoane
Julia Caon Araújo
Pedro Henrique Calçada de Medeiros
Renato Cabral Ramos
Kátia Leite Mansur.



Abril 2020



ocalizado no município de Cabo Frio, na denominada Região dos Lagos (ou das Baixadas Litorâneas ou, ainda, da Costa do Sol) do estado do Rio de Janeiro, o Campo de Dunas do Peró é composto por um conjunto de estruturas formadas por sedimentos arenosos finos, trazidos pelo vento desde a praia e da zona marinha adjacente. O mapa da Figura 1 mostra a localização do campo de dunas, retratando também a relação entre o ambiente eólico dinâmico e a ocupação urbana ao seu redor. Esse campo de dunas possui aproximadamente 7 km² de área e é considerado um ambiente relativamente recente, formado nos últimos 5.000 anos.

As dunas do Peró ganharam notoriedade devido, principalmente, ao seu contexto ambiental e científico, além do potencial geoturístico que apresenta, sendo objeto de pesquisas e publicações em revistas nacionais e internacionais, e visitas de turistas e escolas dos vários níveis de ensino.

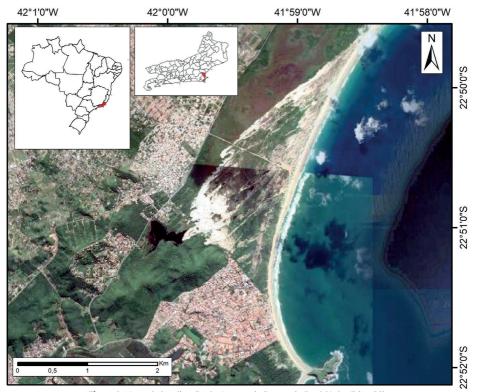


Figura 1: Mapa de localização do Campo de Dunas do Peró (Cabo Frio - RJ). Fonte: *Google Maps* (acessado em 31/03/2020).

VALOR GEOLÓGICO

Através da Geologia estudam-se os processos dinâmicos da Terra tanto no seu interior quanto na superfície. O campo de dunas no Peró é resultado de um processo de deposição de sedimentos eólicos na superfície terrestre, o qual depende de vários fatores. Esta geodiversidade propicia um substrato singular para desenvolvimento e habitat de diferentes e raras ocorrências da biodiversidade.

O que são dunas e como são formadas?

Dunas eólicas são estruturas colinosas com várias formas e tamanhos, onde são acumulados sedimentos, em geral areias, trazidos pelos ventos. A formação de dunas está associada a quatro fatores principais:

- · Clima semiárido e consequente chuvas escassas;
- · Orientação preferencial dos ventos em boa parte do ano que, no caso do Peró (e na Região dos Lagos), vêm direcionados do quadrante Nordeste (observar orientação na Fig. 1);
- · Aporte sedimentar contínuo; e
- · Área disponível para transporte e deposição dos sedimentos.

O principal fator que contribui para o clima semiárido da região é a ocorrência do fenômeno oceanográfico denominado ressurgência, que consiste no afloramento à superfície de águas profundas e frias da Corrente das Malvinas, que se dá na região da Ilha do Cabo Frio (ou Ilha do Farol) em Arraial do Cabo. O fenômeno é mais comum na primavera e verão, e pode estar condicionado por uma combinação de diversos fatores, como a mudança brusca da direção da linha de costa e a

posição do eixo da Corrente do Brasil, que se afasta do continente justamente nessa região do litoral.

Diversos cientistas informam que outros fatores também parecem ser determinantes para o clima especial da região, como a incidência dos ventos de nordeste oriundos do Anticiclone Semipermanente do Atlântico Sul, que deslocam a massa de água superficial aquecida, o que auxilia a migração vertical das águas frias e propicia a ressurgência. Este processo ainda inibe a formação de nuvens "carregadas" responsáveis por chuvas intensas. Vale destacar, ainda, o fato da área estar afastada da Serra do Mar, o que inviabiliza as nuvens de chuva na região serem barradas pelas montanhas.

Quanto à disponibilidade de sedimentos, as areias são levadas até a praia pelas correntes marinhas e sopradas pelo vento em direção ao continente (Fig. 2), onde se acumulam de diversas formas. A existência de uma extensa planície propicia o espaço para a acumulação e movimentação das dunas (figs. 3 e 4).



Figura 2: Vista do Campo de Dunas do Peró. Ao fundo, observa-se o mar e a praia de onde vêm os sedimentos.



Figura 3: Transporte de areia pelo vento em uma duna no Peró.

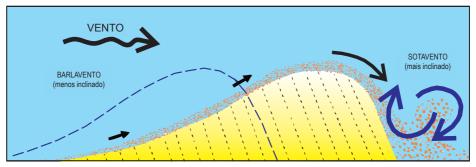


Figura 4: Esquema demonstrativo de como uma duna se movimenta e a forma resultante em vertentes mais ou menos inclinadas, dependendo da direção preferencial do vento. Figura modificada do livro "Decifrando a Terra".

Algumas estruturas são muito típicas de dunas eólicas, como as marcas onduladas e as estratificações cruzadas. As figuras 5 e 6 apresentam esquemas de formação e fotos representativas dessas estruturas no Peró.



Figura 5: Marcas onduladas. Esquerda – Esquema de formação segundo a direção preferencial do vento; Direita – Fotografia de marcas onduladas em uma das dunas do Peró.

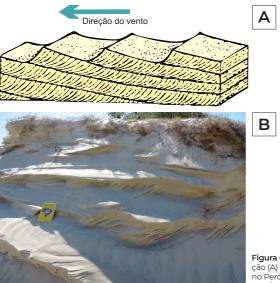


Figura 6: Estratificação cruzada – Esquema de formação (A) e fotografia (B) de uma estrutura semelhante no Peró. Fonte (A): Modificada de http://rc.unesp.br/igce/ petro/estrutural/Estrutural_Unesp/Aulas_Teoricas_files/Estruturas_Primarias_paciullo.pdf

O campo de dunas do Peró apresenta dois tipos principais de dunas segundo a forma: barcanas e parabólicas. Esquemas e fotos dos tipos de dunas são apresentados nas figuras 7 e 8.

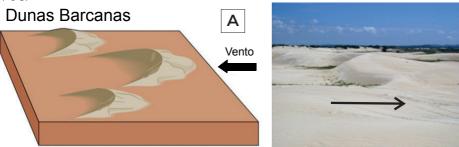


Figura 7: Dunas Barcanas possuem formato em meia lua, sendo prolongadas a favor do vento e se formam quando há um estoque relativamente limitado de areia e ventos moderados. As setas indicam a direção do vento. Fonte (A): Modificada de https://devynba.weebly.com/wind.html

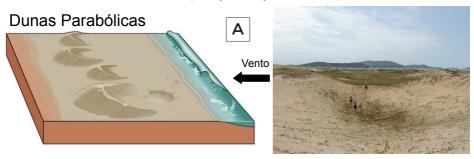


Figura 8: Dunas Parabólicas são prolongadas no sentido oposto ao do vento. Formam-se quando há maior disponibilidade de areia e ventos fortes. Na foto (direita) a direção preferencial do vento se dá do fundo (mar) para frente da foto (onde estão as pessoas). Fonte (A): Modificada de https://devynba.weebly.com/wind.html

Ainda, segundo a localização e dinâmica, encontramos dunas frontais e escalonares (Fig. 9).





Figura 9: Dunas Frontais e Escalonares. Dunas Frontais (esquerda) correspondem a cordões arenosos paralelos à linha de praia, fornecendo proteção contra a erosão costeira e tempestades. Dunas Escalonares (direita) são feições que "escalam" superfícies em rampas em direção a uma frente montanhosa.

Na região mais central do campo de dunas, abaixo dos depósitos eólicos, foram encontrados níveis representativos de uma paleolaguna, na forma de depósitos de conchas e vegetais típicos de ambiente de manguezal, com idades entre cerca de 7 mil e 3 mil anos.

VALOR AMBIENTAL

A ocorrência de lagoas e a presença de espécies de fauna e flora endêmicas tornam o Campo de Dunas do Peró um local a ser reconhecido pelo seu alto valor ambiental. A área faz parte da APA Estadual do Pau-Brasil e faz divisa com o Parque Estadual da Costa do Sol.

Lagoas: o Campo de Dunas como um Aquífero

Um aquífero é um reservatório de água subterrânea no qual há o armazenamento e circulação de água através dos poros, fraturas ou cavidades presentes na rocha ou sedimentos

As condições necessárias para a formação de um aquífero são reunidas no Campo de Dunas do Peró, uma vez que os espaços vazios entre os grãos de areia possibilitam a concentração e passagem de água. Esses espaços vazios resultam em alta porosidade e permeabilidade. A água da chuva se infiltra, acumula e circula pelos poros, fluindo para as áreas baixas onde descarregam a água doce na forma de lagoas perenes ou temporárias (Fig. 10).



Figura 10: Lagoas temporárias (esquerda) e perenes (direita) no Campo de Dunas do Peró.

Biodiversidade:

No ecossistema dunar do Peró são encontradas espécies da fauna e flora endêmicas, algumas ameaçadas de extinção, como a ave formigueiro-do-litoral (Formicivora littoralis) e o lagartinho-da-praia (Liolaemus lutzae) e da Jacquinia armillaris (Fig. 11).



Figura 11: Lagartinho-da-praia (esquerda) e Jacquinia armillaris (direita).

O lagartinho-da-praia tem como característica evolutiva uma coloração da pele que apresenta forte mimetismo com a areia. Seu habitat natural é a restinga próxima do mar. A flora local é representada pela vegetação típica de restingas herbáceas, arbóreo-baixas, pequenos trechos de floresta e brejos, além de vegetação rasteira fixadora de dunas.

VALOR HISTÓRICO-CULTURAL

Destaca-se, na região do Peró, a presença de vários sítios arqueológicos. Estudos comprovam que há cerca de 5 mil anos o nível do mar na região era mais alto que atualmente. Como já informado, na área central e mais baixa do campo de dunas existiu uma antiga laguna. No entorno dessa área vários sítios foram descritos, demonstrando a ocupação possivelmente associada às margens do paleoambiente lagunar. As evidências existentes são a presença de conchas, material orgânico, artefatos líticos (como frequentes lascas de quartzo – Fig. 12) e ossos.





Figura 12: Lascas de quartzo encontradas no sítio arqueológico delimitado no campo de dunas.

VALOR EDUCACIONAL E GEOTURÍSTICO

O Campo de Dunas do Peró é um local com potencial para desenvolvimento de projetos de educação em diversos níveis. Estudantes do Ensino Básico (Fundamental e Médio) e Superior têm possibilidade de discutir e aprender sobre a natureza abiótica (geodiversidade) e biótica (biodiversidade) do local, através de feições, estruturas, depósitos naturais e antrópicos, e as espécies da fauna e flora. Várias escolas locais e universidades utilizam o Peró como sala de aula. A forma de ocorrência permite que o conhecimento seja transmitido de maneira simples e direta.

O turismo no Campo de Dunas do Peró é realizado através de caminhadas, aulas e prática de *sandboard* e banhos de lagoa. O potencial para Geoturismo tem sido destacado com constantes caminhadas guiadas com presença marcante de moradores e estudantes.

PRESERVAÇÃO

Diversas construções estão ameaçadas ou já foram cobertas pela movimentação natural da areia pelo processo eólico no Peró. Porém, o campo de dunas é decorrência de um ambiente dinâmico, onde o processo de formação e migração das dunas depende de fatores climáticos e geológicos. Nesse contexto ambiental, lagoas de água doce e espécies de fauna e flora endêmicas e ameaçadas de extinção podem ser observadas.

Entretanto, a especulação imobiliária é a principal ameaça a esse ambiente tão peculiar e raro em nosso estado. Entendemos que a conscientização sobre a importância ambiental, científica e didática do Campo de Dunas do Peró é uma ferramenta importante para sua conservação e este é um dos objetivos desta publicação.



ocated in the municipality of Cabo Frio, in the so-called Lakes Region (or Coastal Lowlands or, even, Costa do Sol) of the state of Rio de Janeiro, the Peró Dune Field is composed of a set of structures formed by fine sandy sediments, brought by the wind from the beach and the adjacent marine area. The map in Figure 1 shows the location of the dune field, also portraying the relationship between the dynamic wind environment and the urban occupation around it. This dune field is approximately 7 km² in size and is considered to be a relatively recent environment formed in the last 5,000 years.

The Peró dunes gained notoriety mainly due to their environmental and scientific context, in addition to the geotouristic potential that they present, being the subject of research and publications in national and international scientific periodicals, and visited by tourists and schools at various levels of education.

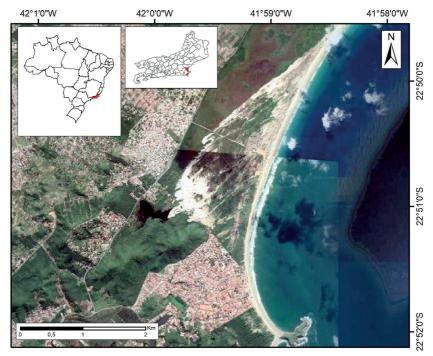


Figure 1: Location map of Peró Dune Field (Cabo Frio - RJ). Source: Google Maps (accessed 03/31/2020).

GEOLOGICAL VALUE

Through Geology the Earth's dynamic processes are studied both internal and on the surface. The dune field in Peró is the result of a process of deposition of wind sediments on the Earth's surface, which depends on several factors. This geodiversity provides a unique substrate for development and habitat for different and rare occurrences of biodiversity.

What are dunes and how are they formed?

Dunes are eolic hill structures with various shapes and sizes, where sediments, usually sands, are accumulated by the winds. The formation of dunes is associated with four main factors:

- · Semi-arid climate and consequent sparse rainfall;
- · Preferential orientation of the winds in much of the year, which, in the case of Peró (and in the Lakes Region), come from the Northeast quadrant (see orientation in Fig. 1);
- · Continuous sedimentary input; and
- · Available area for transport and deposition of sediments.

The main factor that contributes to the semi-arid climate of the region is the occurrence of the oceanographic phenomenon called upwelling, which consists of the surfacing of deep and cold waters of the Malvinas Current, which occurs in the region of Ilha do Cabo Frio (or Ilha do Farol) in Arraial do Cabo. The phenomenon is more common in spring and summer, and may be conditioned by a combination of several factors, such as

the sudden change in the direction of the coastline and the position of the axis of the Brazil Current, which departs from the continent precisely in this coastal region.

Several scientists report that other factors also seem to be determinants for the region's special climate, such as the incidence of northeast winds from the South Atlantic Semipermanent Anticyclone, which displaces the shallow hot waters, helping the vertical migration of cold waters and promotes its upwelling. This process also inhibits the formation of "charged" clouds responsible for intense rains. It is also worth noting the fact that the area is far from the Serra do Mar, which prevents rain clouds in the region to be barred by mountains.

As for the availability of sediments, the sands are carried to the beach by sea currents and blown by the wind towards the continent (Fig. 2), where they accumulate in different ways. The existence of an extensive plain provides the space for the accumulation and movement of the dunes (figs. 3 and 4).



Figure 2: View of the Peró Dune Field. The beach where the sediments come from is visible in the background.



Figure 3: Wind transport of sand on a dune in Peró.

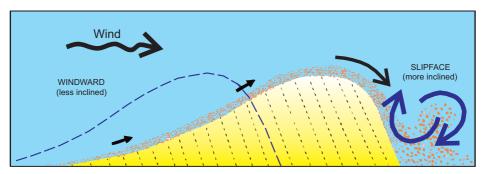


Figure 4: Schematic demonstration of how a dune moves and the resulting shape in more or less inclined slopes, depending on the preferred wind direction. Modified figure from the book "Decifrando a Terra".

Some structures are very typical of wind dunes, such as ripple marks and cross-bedding. Figures 5 and 6 show formation schemes and representative photos of these structures in Peró.



Figure 5: Ripple marks. Left – Formation scheme according to the preferred wind direction; Right – Photograph of the ripple marks in one of the Peró dunes.

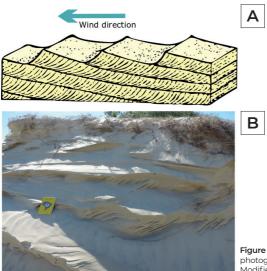


Figure 6: Cross-bedding – Formation scheme (A) and photograph (B) of a similar structure in Peró. Source (A): Modified figure from http://rc.unesp.br/igce/petro/estrutural/Estrutural_Unesp/Aulas_Teoricas_files/tstruturas_

The Peró dune field has two main types of dunes depending on the shape: barchan and parabolic. Schemes and photos of these types of dunes are shown in figures 7 and 8.

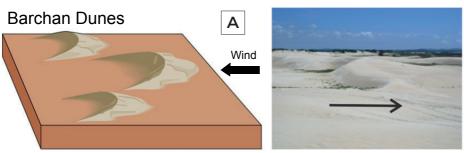


Figure 7: Barchan Dunes have a half moon shape, being extended downwind and formed when there is a relatively limited supply of sand and moderate winds. The arrows indicate the wind direction. Source (A): Modified figure from https://devynba.weebly.com/wind.html

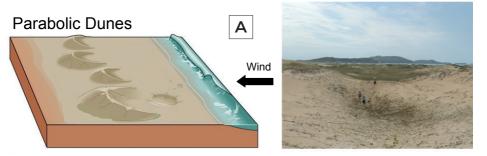


Figure 8: Parabolic Dunes are extended in the opposite direction to the wind. They are formed when there is greater availability of sand strong winds. In the photo (right) the preferred wind direction is from the background (sea) to the front of the photo (where the people are). Source (A): Modified figure from https://devynba.weebly.com/wind.html

Also, according to the location and dynamics, we find frontal and climbing dunes (Fig. 9).





Figure 9: Frontal and Climbing Dunes. Frontal dunes (left) correspond to sandy strands parallel to the beach line, providing protection against coastal erosion and storms. Climbing Dunes (right) are features that "climb" ramp surfaces towards a mountainous front.

Below the eolian deposits, representative levels of a palaeolagoon were found, in the form of deposits of shells and vegetation typical of mangrove environments, with ages between about 7,000 and 3,000 years.

ENVIRONMENTAL VALUE

The occurrence of ponds and the presence of endemic fauna and flora species make the Peró Dune Field a place to be recognized for its high environmental value. The area is part of the Pau-Brasil State Protected Area and borders the Costa do Sol State Park.

Ponds: the Dune Field as an Aquifer

An aquifer is a groundwater reservoir in which water is stored and circulated through the pores, fractures or cavities present in the rock or sediment.

The necessary conditions for the formation of an aquifer are gathered in the Peró Dune Field, since the empty spaces between the grains of sand allow the concentration and passage of water. These empty spaces result in high porosity and permeability. Rainwater infiltrates, accumulates and circulates through the pores, flowing to low areas where they discharge fresh water in the form of perennial or temporary ponds (Fig. 10).



Figure 10: Temporary (left) and perennial (right) ponds in Peró Dune Field.

Biodiversity:

In the Peró dune ecosystem, endemic fauna and flora species are found, some of which are threatened with extinction, such as the restinga antwren (*Formicivora littoralis*) and the beach lizard (*Liolaemus lutzae*) and *Jacquinia armillaris* (Fig. 11).



Figure 11: Beach lizard (left) and Jacquinia armillaris (right).

The evolutionary characteristic of the beach lizard is a skin color showing strong mimicry with the sand. Its natural habitat is the sandbank close to the sea. The local flora is represented by the typical vegetation of coastal areas formed by herbaceous, shrubs, small stretches of forest and swamps, besides dunes-fixing vegetation.

HISTORICAL-CULTURAL VALUE

In the region of Peró, the presence of several archaeological sites stands out. Studies show that about 5,000 years ago the sea level in the region was higher than it is today. As already reported, in the central and lowest area of the dune field there was an ancient lagoon. Around this area, several sites have been described, demonstrating the occupation possibly associated with the margins of the lagoon palaeoenvironment. The preserved evidence is the presence of shells, organic material, lithic artifacts (such as frequent quartz splinters – Fig. 12) and bones.





Figure 12: Quartz splinters found at the archaeological site delimited in the dune field.

EDUCATIONAL AND GEOTURISTIC VALUE

The Peró Dune Field is a place with the potential to develop educational projects at different levels. Basic (Junior High and High School) and Higher Education students have the possibility to discuss and learn about the abiotic (geodiversity) and biotic (biodiversity) nature of the place, through features, structures, natural and man-made deposits, and species of fauna and flora. Several local schools and universities use Peró as a classroom. Its form of occurrence allows knowledge to be transmitted in a simple and direct way.

Tourism in the Peró Dune Field is carried out through walks, lessons and sandboarding and pond bathing. The potential for Geotourism has been highlighted with constant guided hikes with a marked presence of residents and students.

PRESERVATION

Several buildings are threatened or have already been covered by the natural movement of sand by the wind process in Peró. However, the dune field is the result of a dynamic environment, where the dune formation and migration process depend on climatic and geological factors. In this environmental context, freshwater ponds and endemic and endangered species of fauna and flora can be observed.

However, real estate speculation is the main threat to this peculiar and rare environment in our state. We understand that awareness of the environmental, scientific and didactic importance of the Peró Dune Field is an important tool for its conservation and this is one of the objectives of this publication.

Leituras Complementares/Further Reading:

Araújo, J.C.; Mansur, K.L.; Dias, F.F.; Ramos, R.R.C. 2017. Mapeamento da paleolaguna e dos sítios arqueológicos do campo de dunas do Peró, Cabo Frio, RJ. In: Pereira, S.D.; Rodrigues, M.A.C.; Bergamaschi, S.; Araújo-Júnior, H.I.; Fonseca, L.C.; Garcia, A.C.; Roque, A.C. (Orgs.). O homem e o litoral - transformações na paisagem ao longo do tempo, Tomo VI da Rede BRASPOR, pp 295-309.

Bohrer, C.B.A.; Dantas, H.G.R.; Cronemberger, F.M.; Vicens, R.S.; Andrade, S.F. 2009. Mapeamento da Vegetação e do Uso do Solo no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. Rodriguésia, 60(1):01-23.

Dias, F.F.; Castro, J.W.A.; Ramos, R.R.C.; Carvalho, M.A.; Seoane, J.C.S.; Scheel-Ybert, R. 2007. Resultados Preliminares Acerca da Evolução Holocênica da Região do Pântano da Malhada, Cabo Frio (Armação de Búzios, RJ). In: XI Congresso da Associação Brasileira do Quaternário. Belém.

Dias, F.F. 2009. Variações do nível relativo do mar na planície costeira de Cabo Frio e Armação dos Búzios, Rio de Janeiro: Reconstrução paleoambiental holocênica e cenários futuros. Tese. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 163 po.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Volume 4 – Répteis. Disponível em https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_vol4.pdf

Mansur, K.L.; Carvalho, I. de S. 2011. Characterization and Valuation of the Geological Heritage Identified in the Peró Dune Field, State of Rio de Janeiro, Brazil. Geoheritage, 3:97-115.

Pereira, T.G; Filho, S.R.O.; Côrrea, W.B.; Fernandez, G.B. 2010. Diversidade dunar entre Cabo Frio e Cabo Búzios – RJ. Revista de Geografia, 27(3):277-290.

Ramos, R.R.C.; Cassar, J.C.M.; Gusmão, L.A.B. 2003. Modelo Evolutivo do Campo de Dunas do Peró (Município de Cabo Frio/RJ) e Cálculo de Transporte Eólico. Anais ABEQUA, 1:6p.

Teixeira, W.; Fairchild, T.R.; Toledo, M.C.M.; Taioli, F. 2009. Decifrando a Terra. 2ª edição. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 624 pp.

Turcq, B.; Martin, L.; Flexor, J.M.; Suguio, K.; Pierre, C.; Tasayco-Ortega, L. 1999. Origin and evolution of the Quaternary coastal plain between Guaratiba and Cabo Frio, State of Rio de Janeiro, Brazil. In: Knoopers, B.; Bidone, E.D.; Abraão, J.J. (eds). Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon Systems. Rio de Janeiro, 6:25-46.