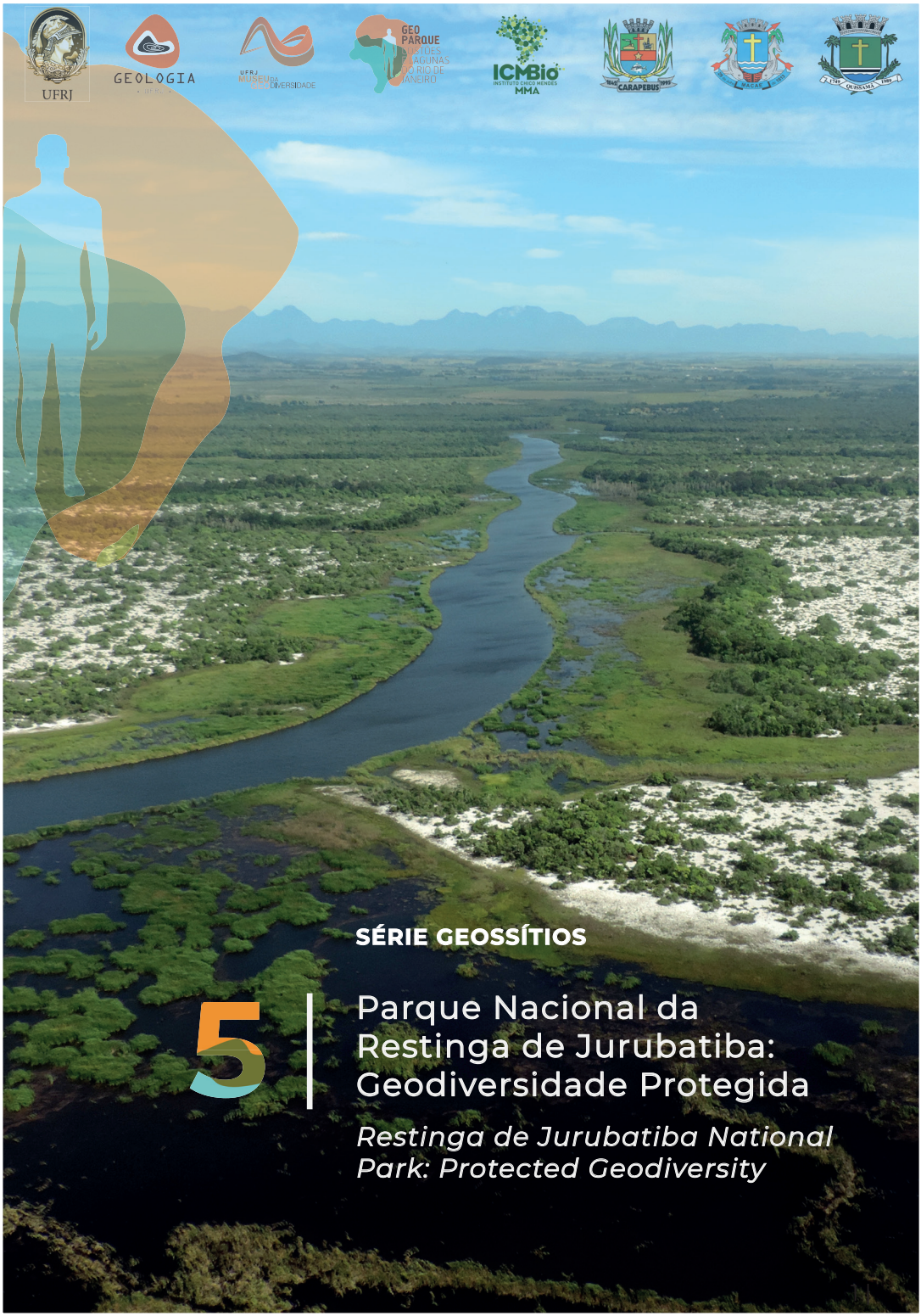

SÉRIE GEOSSÍTIOS

5

Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba: Geodiversidade Protegida

Restinga de Jurubatiba National Park: Protected Geodiversity

O Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba é um local de extrema relevância para a conservação da natureza por se tratar de uma Unidade de Conservação (UC) que protege um rico patrimônio natural, biótico e abiótico. Do ponto de vista da geodiversidade, estão registrados: (a) cordões litorâneos com cerca de 80 mil anos; (b) lagoas e lagunas cujas águas possuem composição variada desde hipersalinas até doces; (c) ocorrência de registros de um pântano cuja datação revelou uma idade entre 43.500 e 34.530 anos na praia atual; e (d) um arenito que possivelmente se formou por ação antrópica. Por possuir esses geossítios valiosos, foi selecionado como um dos locais de destaque da proposta do Geoparque Costões e Lagunas do Rio de Janeiro, que ainda será submetida à avaliação da UNESCO para compor a Rede Mundial de Geoparques. Este é o quinto 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. Existem 161 Geoparques Globais da UNESCO em 44 países (dado atualizado até julho de 2020) (http://unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks).

The Restinga de Jurubatiba National Park is an extremely important place for the conservation of nature because it is a Protected Area (PA) that protects a rich biotic and abiotic natural heritage. From the point of view of geodiversity, the following sites are registered: (a) coastal ridges of around 80.000 years; (b) ponds and lagoons whose water composition varies from hypersaline to fresh water; (c) occurrence of a swamp whose dating revealed an age between 43.500 and 34.530 years on the current beach; and (d) a sandstone that was possibly formed by anthropic action. Because it is considered an important area with valuable geosites, it was selected as one of the sites that compose the proposal of Costões e Lagunas (Cliffs and Lagoons) do RJ Geopark, which will be submitted to the evaluation of UNESCO to compose the Global Geoparks Network. This is the fifth 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. There are 161 UNESCO Global Geoparks in 44 countries (data updated to July 2020) (http://unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks).

GEO PARQUE COSTÕES E LAGUNAS DO RIO DE JANEIRO

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
Tradução: Felipe Abrahão Monteiro
Arte: Carolina Frossard

Agradecimentos: Ao ICMBio pelo apoio logístico para realização dos trabalhos e pelas informações valiosas cedidas.

Todas as fotos utilizadas nesta publicação foram tiradas pelos autores.

PESQUISAS

Rodrigo Gentil Coelho de Azambuja
Eduardo Sartori Leme
Pedro Vitor Abreu
Tainá Paiva Pereira
José Arthur Pessôa Corrêa
Calvin Cesar Ferreira
Giovanni Picco
Gabriel de Morais Carvalho
Amanda Goulart Rodrigues
Gerson Cardoso da Silva Jr
Silvia Regina de Medeiros
Kátia Leite Mansur

ISBN: 978-65-991943-4-4

Julho 2020

Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba: Geodiversidade Protegida

INTRODUÇÃO

O Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – PARNA da Restinga de Jurubatiba ou PARNA Jurubatiba (Fig. 1) – está situado no norte do estado do Rio de Janeiro, ocupando parte dos municípios de Macaé, Carapebus e Quissamã com área de cerca de 149 km². Estende-se por uma faixa de praia com aproximadamente 44 km de comprimento e 10 km de largura em planície litorânea.

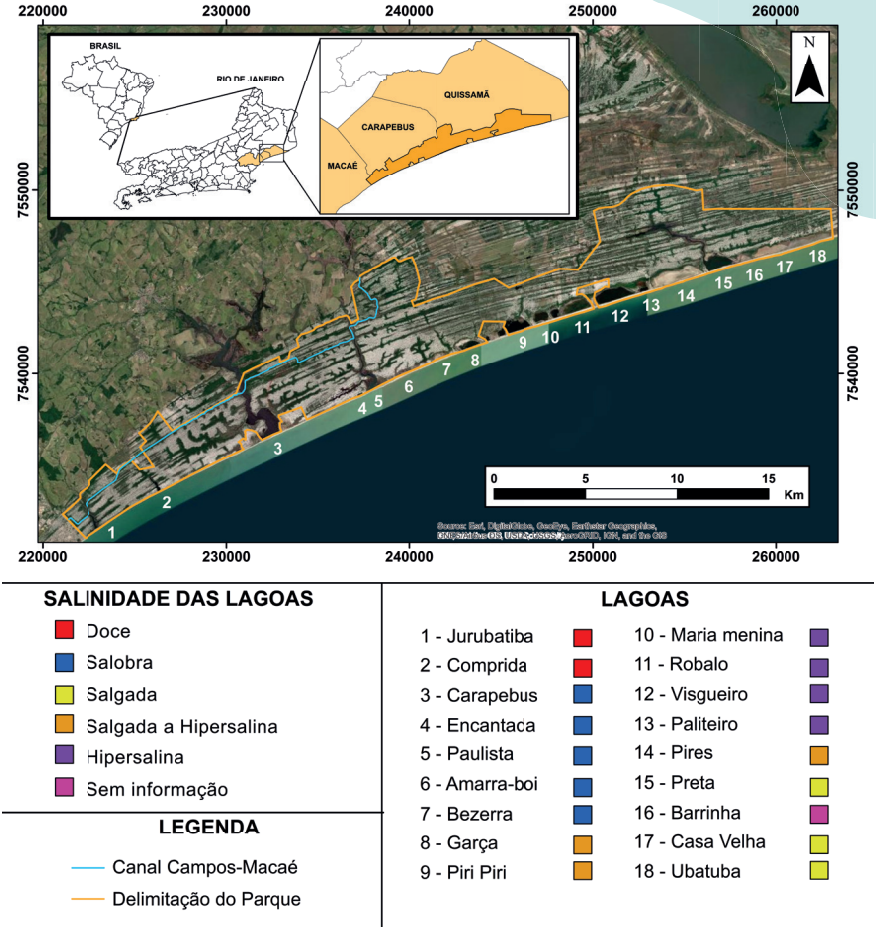

Figura 1: Localização e delimitação do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. Fonte: Google Earth (imagem de satélite – acessado em 22/05/2020) e ICMBio (delimitação do PARNA).

Chamam a atenção os cordões arenosos, que delimitam antigas linhas de praia, formados nos últimos 120 mil anos, que se apresentam como faixas paralelas à linha de costa quando vistos em imagem de satélite. São resultantes da sedimentação e erosão costeira associadas à formação e evolução do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul. No PARNA Jurubatiba existem 18 lagoas costeiras, sendo 16 permanentes e 2 sazonais (Fig. 1) com grande beleza cênica e relevância científica.

Criado em abril de 1998 e administrado pelo ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), está inserido no bioma Mata Atlântica e é o único Parque Nacional brasileiro que protege exclusivamente ecossistemas de restinga e lagoas litorâneas. O objetivo de sua criação foi de preservar amostras dos ecossistemas ali existentes e possibilitar o desenvolvimento de pesquisa científica e de programas de educação ambiental. O Centro de Visitantes do PARNA possui escritório, uma área de exposições e reuniões, além de uma torre para observações.

De sul para norte, o PARNA Jurubatiba se inicia no Centro de Visitantes (sede do ICMBio), em Macaé, e termina no Farol da Marinha, em Quissamã (Fig. 2).

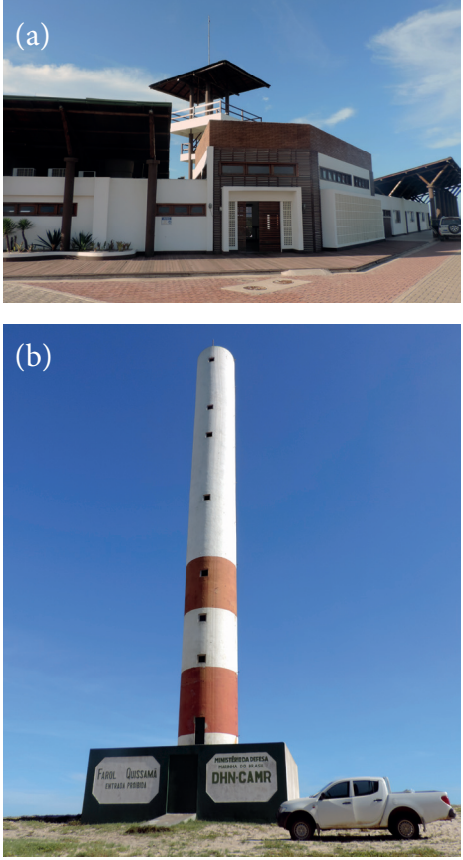

Figura 2: (a) Sede do PARNA Jurubatiba e Centro de Visitantes, em Macaé; (b) Farol da Marinha, em Quissamã, no limite norte do PARNA Jurubatiba.

VALOR DA BIODIVERSIDADE

Do ponto de vista da fauna e flora, o PARNA Jurubatiba possui alta relevância devido à conservação de espécies típicas de restinga, ecossistema que vêm sofrendo destruição ao longo de mais de 500 anos de ocupação do litoral brasileiro.

A flora do parque é marcante, com vegetação rasteira mais próxima ao mar, arbustos e matas nos cordões arenosos e matas altas nas regiões mais úmidas (entre os cordões) (Fig. 3).

Segundo o dicionário tupi-guarani, a palavra jurubatuba provém do tupi jeri'wa (jerivá, palmeira da Mata Atlântica) + tyba (ajuntamento), sendo, portanto, lugar de muitas palmeiras (https://www.dicionariotupiguarani.com.br/dicionario/jurubatuba).

A fauna é representada por aves, residentes e migratórias, como maçaricos, patos, frangos d'água, sabiá-da-praia, entre outras. São descritos répteis (serpentes, tartarugas e jacarés, por exemplo), peixes nas lagoas salobras, doces e salinas, invertebrados, zooplâncton e mamíferos, entre estes destacamos o tatu, tamanduá e raposa, além do Cerradomys goytaca (ou ratinho-goytacá), descrito pela primeira vez em 2011 (Fig. 4).

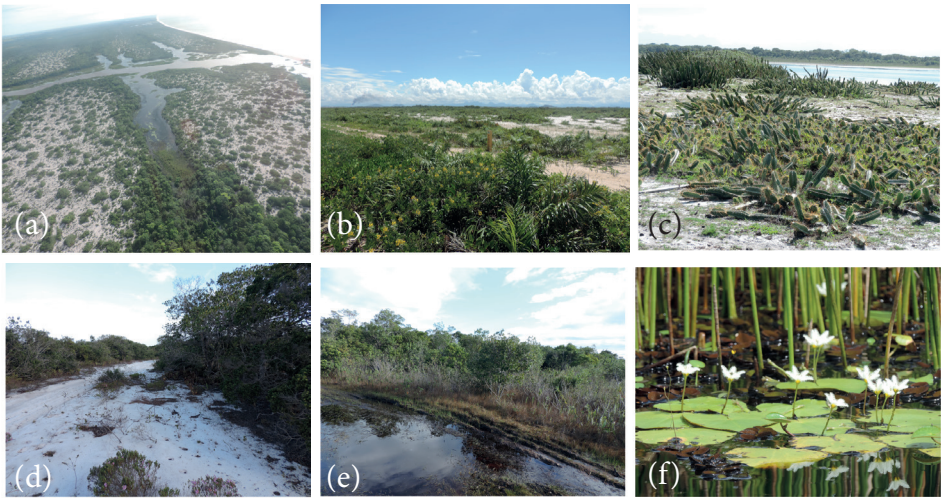

Figura 3: Tipos de vegetação presentes. (a) Vista dos cordões litorâneos, com a vegetação mais baixa e rarefeita nos cordões arenosos e arbórea nas áreas mais úmidas; (b) Vegetação rasteira próxima da praia; (c) Cactos às margens de uma lagoa; (d) Vegetação arbustiva em cordão arenoso; (e) Área brejosa; (f) Vegetação aquática no Canal Campos-Macaé.

Figura 4: Representações da fauna do PARNA Jurubatiba. (a) Ratinho-goytacá (Foto: http://oglobo.globo.com/ciencia/nova-especie-de-mamifero-descoberta-no-parque-nacional-da-restinga-de-jerubatiba-2719767); (b) Teias de aranha brilhando na vegetação da restinga ao amanhecer; (c) e (d) Aves nas lagoas.

A PRESENÇA HUMANA

O PARNA Jurubatiba, como toda UC de Proteção Integral, não permite comunidades humanas em seu interior. Porém, no seu entorno podem ser observadas três pequenas vilas de pescadores com uso turístico de balneário: Carapebus, João Francisco e Visgueiro (Fig. 5).

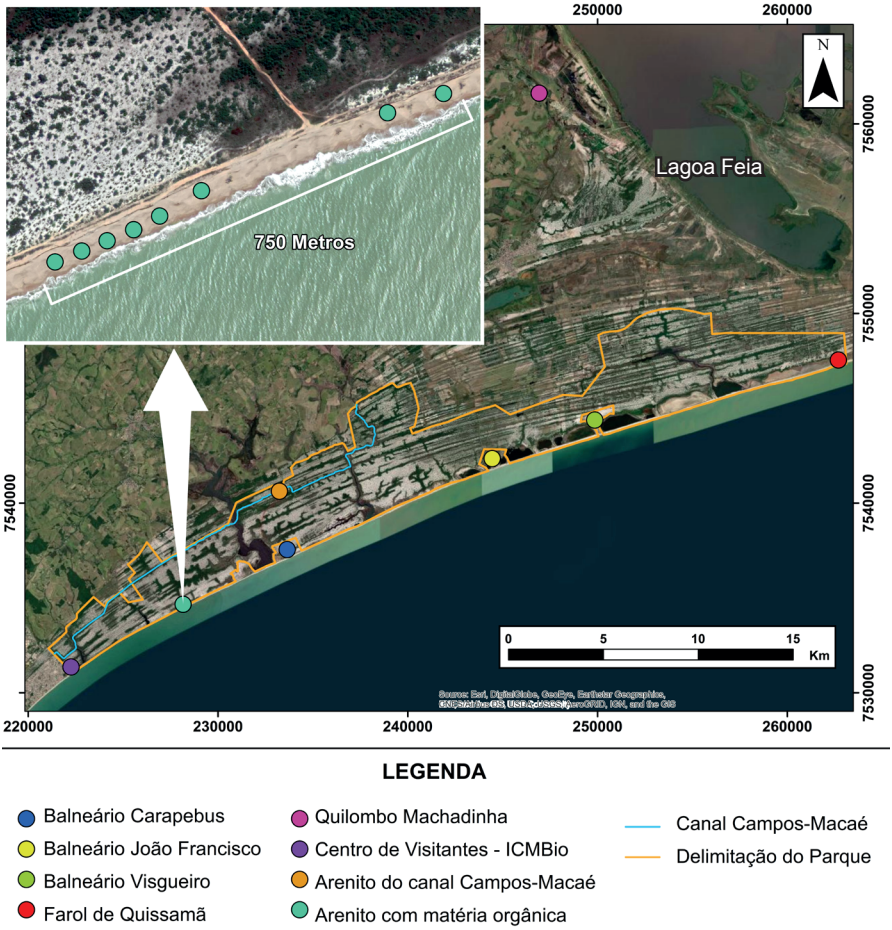

Figura 5: Mapa de localização de alguns dos principais locais de interesse situados no entorno e no interior do PARNA Jurubatiba.

Destaque deve ser dado para o Quilombo Machadinha, importante núcleo histórico localizado a nordeste do PARNA, próximo à Lagoa Feia. O Quilombo possui infraestrutura para recepção de visitantes, como casa de arte, restaurante típico e um belíssimo casario, guiados por moradores que vêm desenvolvendo importante projeto de turismo étnico (Fig. 6). Ruínas da antiga fazenda escravagista contrasta com o bem cuidado espaço quilombola.

No século XIX, foi aberto o Canal Campos-Macaé que é considerado o segundo maior canal artificial do planeta e a nossa maior obra de engenharia do período imperial. Possui 96 km de extensão, sendo 18 km no interior de lagoas. Teve sua construção iniciada por volta de 1845 e terminou cerca de 30 anos depois. Pretendia favorecer o comércio de mercadorias entre o norte fluminense e o Rio de Janeiro pelo porto de Imbetiba, em Macaé.

Figura 6: Memorial Machadinha, espaço de memória do Quilombo Machadinha, em Quissamã.

O canal começou a operar apenas em 1872 e entrou em desuso depois da construção da Estrada de Ferro Campos-Macaé, inaugurada em 1875. Ele atravessa as cidades de Campos dos Goytacazes, Quissamã, Carapebus e Macaé, ligando, dentro do PARNA, a Lagoa Paulista até o bairro Lagomar, onde está a sede do ICMBio, em um trecho de 25 km. O passeio turístico de barco em um trecho do canal é atividade imperdível (Fig. 7) e faz parte das ações de uso público permitidas no PARNA.

Figura 7: Imagens do Canal Campos-Macaé. Perspectiva a partir de visita de barco.

VALOR GEOLÓGICO

O PARNA Jurubatiba detém ampla geodiversidade que pode ser reconhecida, principalmente, por quatro aspectos geológicos relevantes: (a) os cordões litorâneos; (b) as lagoas e lagunas; (c) a ocorrência de um arenito com muita matéria orgânica na praia; e (d) presença de outro tipo de arenito ao longo de um trecho do Canal Campos-Macaé.

a) Formação dos Cordões Arenosos

Quem visita o PARNA Jurubatiba, encanta-se com as faixas de areia intercaladas que são muito bem identificadas em imagem de satélite ou, até mesmo, quando se atravessa a região na direção Leste-Oeste. Os cordões litorâneos (Fig. 8) têm origem a partir das mudanças do nível relativo do mar durante o período Quaternário (Época Pleistoceno), nos últimos 120 mil anos, e na interação das ondas com as correntes marinhas que trazem os sedimentos provenientes principalmente do Rio Paraíba do Sul. Entre cada cordão existe uma área mais baixa, em geral alagadiça, com vegetação de maior porte.

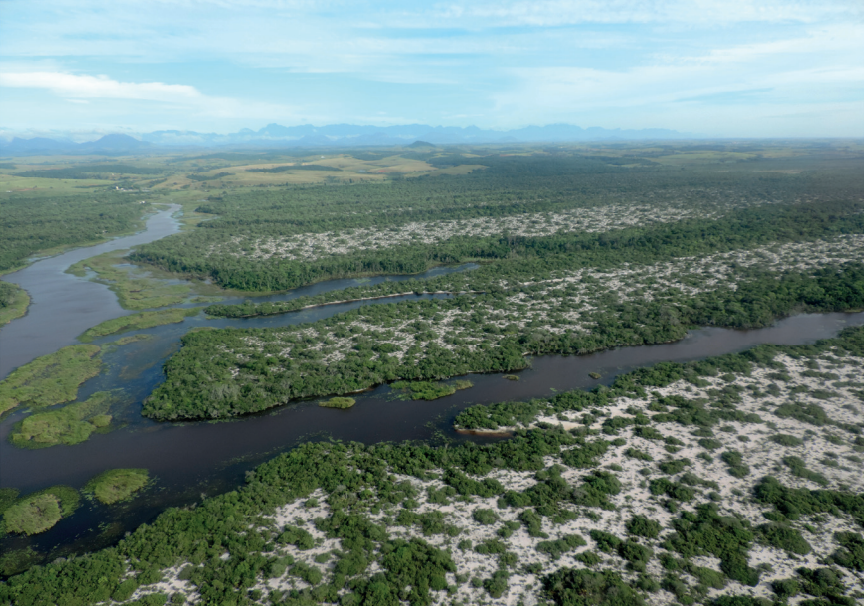

Figura 8: Vista aérea dos cordões litorâneos. Aqui, cada braço de lagoa está ocupando um intervalo intercordão.

Cada cordão representa um diferente momento em que os sedimentos foram depositados, revelando os limites de antigas praias (paleopraias). A cada avanço ou recuo do mar em relação ao continente, um cordão era formado ou era exposto, respectivamente. Sendo assim, é possível identificar e datar as variações do nível relativo do mar através da idade dos cordões.

A idade da sedimentação pode ser obtida por meio de uma técnica de datação chamada Luminescência Opticamente Estimulada (LOE). No PARNA Jurubatiba esta técnica foi utilizada na região ao sul da Lagoa Feia, onde foram obtidas idades da ordem de 80.000 anos (veja referências no final do livreto).

Destaque ainda deve ser dado à granulometria grossa a muito grossa presente na areia da praia (Fig. 9), que vem sendo motivo de pesquisas para entendimento dessa dinâmica da praia atual.

Figura 9: Sedimentos grossos a muito grossos da praia ao longo do PARNA Jurubatiba.

b) Lagoas e Lagunas

No PARNA Jurubatiba ocorrem 18 lagoas costeiras que exibem grande beleza cênica, distintas formas geométricas e variada composição da água em termos de salinidade (Fig. 1) e pH, principalmente.

Algumas delas são paralelas à linha de praia, sendo relacionadas a ciclos mais recentes de avanço e recuo do nível relativo do mar nos últimos 5 mil anos. Já as outras são perpendiculares à praia atual e sua origem se relaciona às drenagens que, vindas das áreas altas localizadas a oeste, integram-se ao grande depósito arenoso por meio da infiltração, funcionando como drenagens afogadas.

As lagoas perpendiculares à linha de praia possuem uma menor variação de salinidade ao longo do ano, uma vez que são abastecidas pelos rios perenes das serras próximas e refletem menor influência marinha. No entanto, nas de geometria paralela às praias, a influência do mar é maior, implicando em períodos de menor salinidade em épocas de chuva (como no verão) e de maior salinidade em épocas mais secas (entre maio e setembro). Estão, ainda, sujeitas à ação de ondas de tempestade, que em alguns episódios ultrapassam os cordões e lançam as águas diretamente no interior das lagoas (Fig. 10). Durante fortes tempestades é ainda observada passagem de água do mar através do cordão arenoso para as lagoas, via subterrânea.

Figura 10: Estreita faixa de praia que separa as lagoas do mar. Durante tempestades, as ondas por vezes ultrapassam esta barreira arenosa e alimentam a lagoa com água salgada. Também, em períodos de chuvas intensas, as lagoas podem ficar muito cheias o que leva ao rompimento desta barreira e ao escoamento das águas da lagoa para o mar.

c) Arenito com Matéria Orgânica

Ao longo de 750 metros de um trecho da praia, afloram bancos de arenito de cor marrom-escura a preta (ver detalhe na Fig. 5). São oleosos ao tato e apresentam fragmentos de vegetação, tais como galhos, troncos e raízes (Fig. 11).

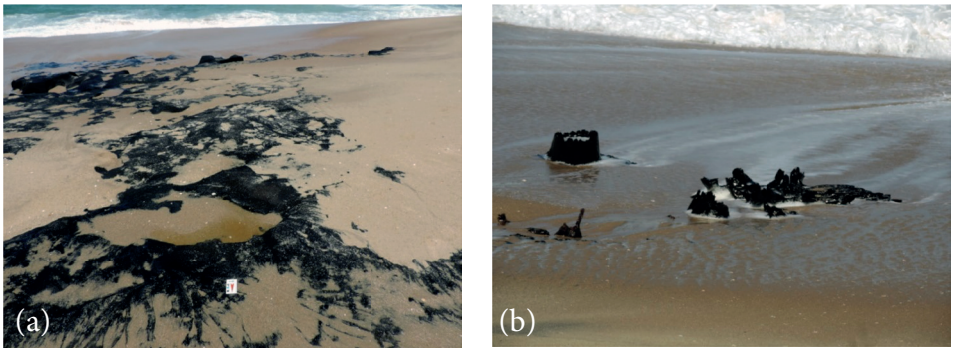

Figura 11: (a) Afloramento do arenito com matéria orgânica na praia; (b) Detalhe do arenito com presença de troncos e galhos.

A matéria orgânica desse arenito foi datada por pesquisadores pelo método radiocarbono e foram obtidas idades de cerca de 43.500 anos para a base e 34.530 anos para o topo. Estes arenitos evidenciam a oscilação do nível relativo do mar ao longo dos milhares de anos no tempo geológico, pois a presença de uma rocha com conteúdo de matéria orgânica e galhos implica em um ambiente deposicional distinto ao que se encontra atualmente (Fig. 12). Isto indica que, no intervalo de tempo datado, esta área, hoje localizada na praia, estava num ambiente continental, pantanoso, que é similar ao da deposição observada nos intervalos entre os paleocordões litorâneos, cuja presença de vegetação e matéria orgânica é abundante.

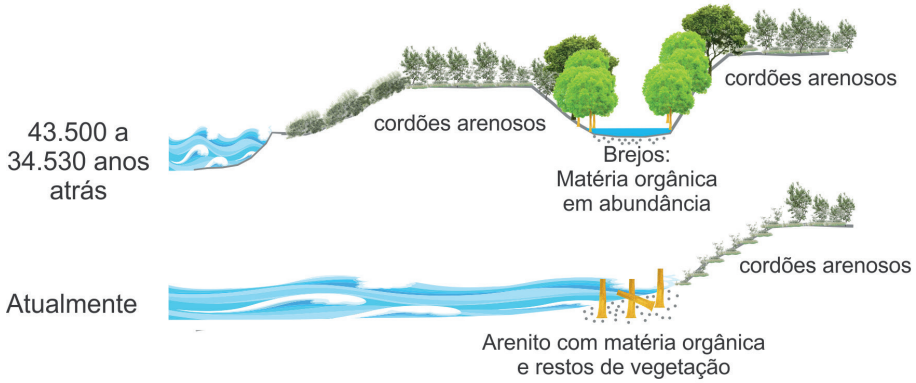

Figura 12: Esquema ilustrativo da formação dos arenitos ricos em matéria orgânica que afloram na praia atual.

d) Arenito do Canal Campos-Macaé

Afastando-se do litoral, num trecho específico que foi escavado para construção do Canal Campos-Macaé, ocorre outro tipo de arenito, de cor marrom, pouco consolidado e de granulometria grossa (Fig. 13). Sua origem ainda está em discussão, mas a explicação mais provável leva em consideração a ação antrópica resultante da escavação do Canal de Campos-Macaé. Uma vez que houve a abertura do canal, a dinâmica entre água e sedimentos foi alterada. Houve rebaixamento do lençol freático no local, proporcionando a movimentação das partículas finas que se infiltraram na areia depositada abaixo, transformando-a em rocha, um arenito (Fig. 14).

Figura 13: Afloramentos de arenito às margens do Canal Campos-Macaé.

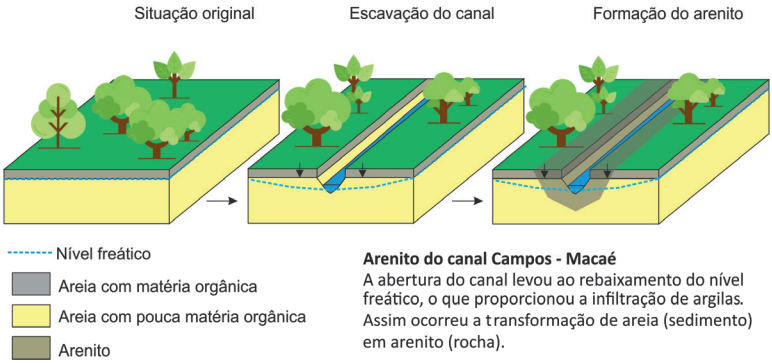

Figura 14: Esquema da formação do arenito do Canal Campos-Macaé.

VALORES EXCEPCIONAIS

O PARNA Jurubatiba, além da excepcional biodiversidade, possui ampla geodiversidade, incluindo aspectos sedimentológicos, geomorfológicos, paleontológicos e hidrogeológicos. Esses sítios ampliam as informações já disponíveis e possibilitam o desenvolvimento de projetos geoturísticos, desde que seguindo o plano de uso público da UC.

Os passeios podem ser realizados entre quinta-feira e domingo, além de feriados e datas comemorativas. O horário de visitação do PARNA Jurubatiba é entre 8h e 16h. Lembre-se: esta é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral. Peça permissão e avise ao ICMBio, se quiser visitar com grupos de estudantes.

Para maiores informações, acesse o *website*: *https://www.icmbio.gov.br/parnajurubatiba/guia-do-visitante*

RESTINGA DE JURUBATIBA NATIONAL PARK: PROTECTED GEODIVERSITY

INTRODUCTION

The Restinga de Jurubatiba National Park – PARNA da Restinga de Jurubatiba or PARNA Jurubatiba (Fig. 1) – is located in the north of the state of Rio de Janeiro, occupying part of the municipalities of Macaé, Carapebus and Quissamã with an area of approximately 149 km². It extends over a beach ridges of approximately 44 km long and 10 km wide on the coastal plain.

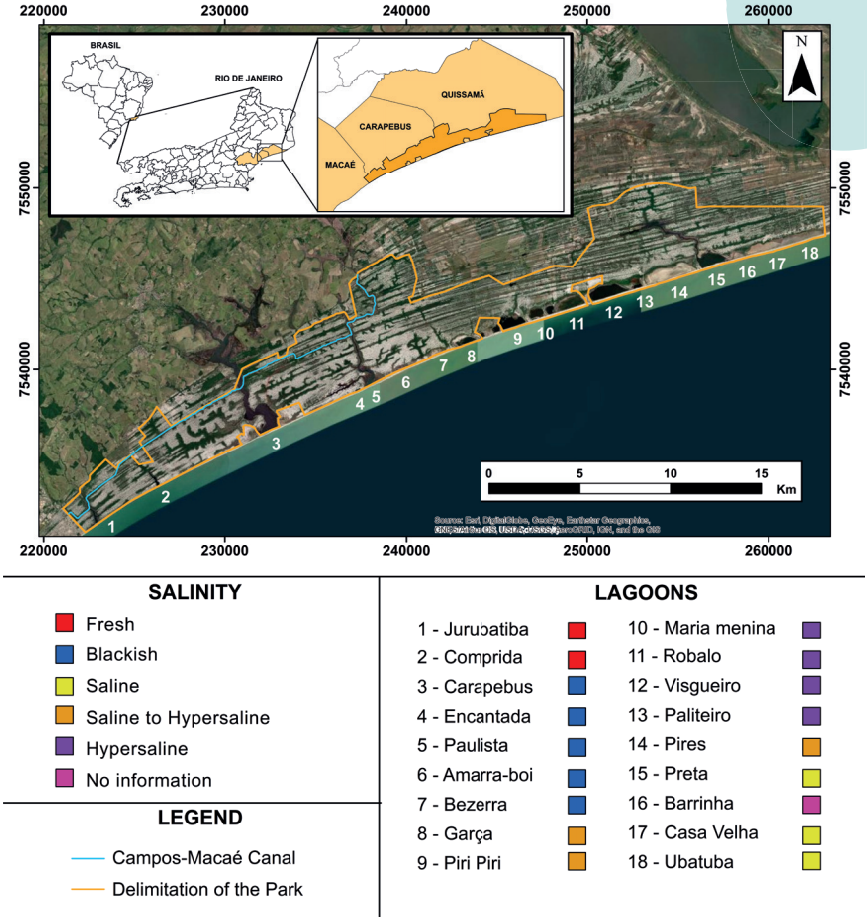

Figure 1: Location and delimitation of the Restinga de Jurubatiba National Park. Source: Google Earth (satellite image - accessed on 22/05/2020) and ICMBio (PARNA delimitation).

Attention is drawn to the sand ridges, which delimit old beach lines, formed in the last 120,000 years, which appear as bands parallel to the coastline when viewed in satellite image. They result from sedimentation and coastal erosion associated with the formation and evolution of the Paraíba do Sul River Deltaic Complex. In PARNA Jurubatiba there are 18 coastal lagoons, 16 permanent and 2 seasonal (Fig. 1) with great scenic beauty and scientific relevance.

Created in April 1998 and managed by ICMBio (Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation), it is inserted in the Atlantic Forest biome and is the only Brazilian National Park that exclusively protects restinga ecosystems and coastal lagoons. The purpose of its creation was to preserve samples of the ecosystems that exist there and to enable the development of scientific research and environmental education programs. The PARNA Visitors Center has an office, an exhibition and meeting area, as well as an observation tower.

From south to north, PARNA Jurubatiba starts at the Visitors Center (ICMBio headquarters), in Macaé, and ends at Marinha Lighthouse, in Quissamã (Fig. 2).

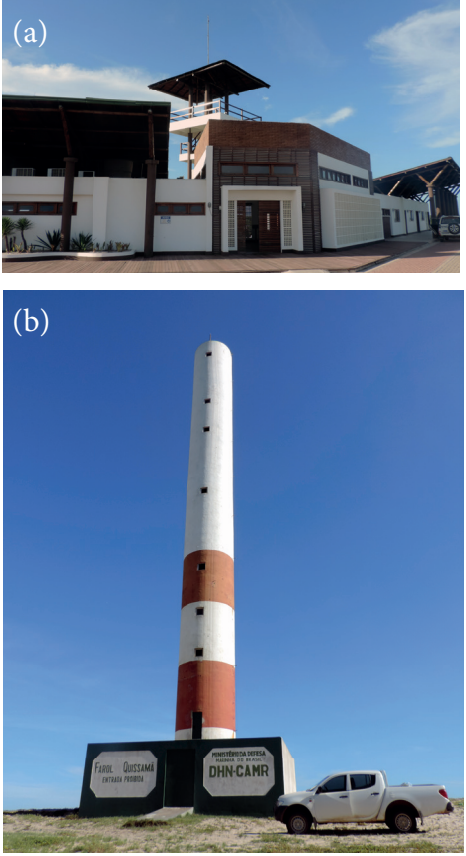

Figure 2: (a) PARNA Jurubatiba headquarters and Visitors Center, in Macaé; (b) Marinha Lighthouse, in Quissamã, on the northern limit of PARNA Jurubatiba.

VALUE OF BIODIVERSITY

From the standpoint of fauna and flora, PARNA Jurubatiba has high relevance due to the conservation of typical species of restinga, an ecosystem that has been suffering destruction over more than 500 years of occupation of the Brazilian coast.

The flora of the park is remarkable, with undergrowth closer to the sea, shrubs and forests in the sand ridges and high forests in the humid regions (between the ridges) (Fig. 3).

According to the Tupi-Guarani dictionary, the word Jurubatuba comes from the Tupi Jeri'wa (jerivá, palm tree of the Atlantic Forest) + Tyba (gathering), being, therefore, the place of many palm trees (https://www.dicionariotupiguarani.com.br/dicionario/jurubatuba).

The fauna is represented by birds, resident and migratory, such as sandpipers, ducks, chickens of water, tropical mockingbird, among others. Reptiles (snakes, turtles and alligators, for example), fish in brackish, sweet and saline lagoons, invertebrates, zooplankton and mammals, among these we highlight the armadillo, tamandua and fox, beyond Cerradomys goytaca (a species of rodent) first described in 2011 (Fig. 4).

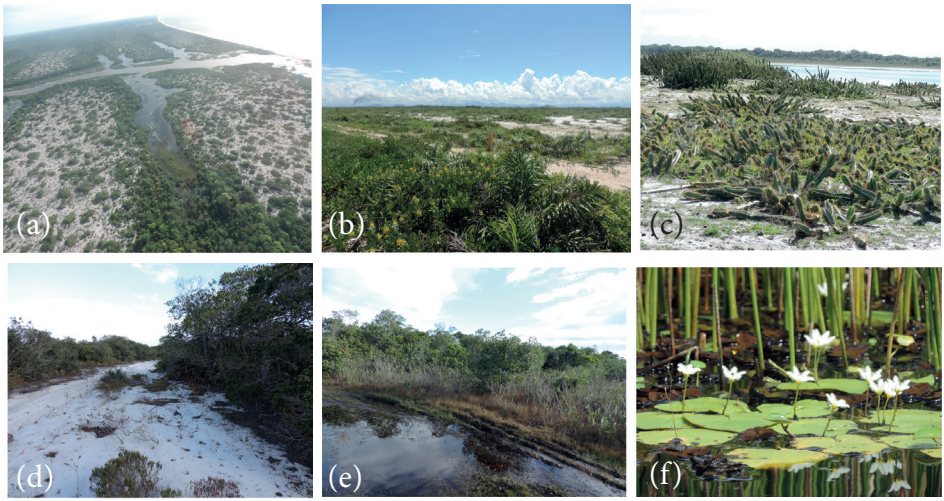

Figure 3: Current types of vegetation. (a) View of the coastal ridges, with the lowest and rarest vegetation in the sand ridges and arboreal in the most humid areas; (b) Undergrowth close to the beach; (c) Cacti at the edge of a lagoon; (d) Shrubby vegetation in sand ridge; (e) Swampy area; (f) Aquatic vegetation in the Campos-Macaé Canal.

Figure 4: PARNA Jurubatiba fauna representations. (a) Cerradomys goytaca (Photo: http://oglobo.globo.com/ciencia/nova-especie-de-mamifero-descoberta-no-parque-nacional-da-restinga-de-jerubatiba-2719767); (b) Spider webs shining in the restinga vegetation at dawn; (c) and (d) Birds in the lagoons.

HUMAN PRESENCE

PARNA Jurubatiba, as all PA of Integral Protection, does not allow human communities within it. However, it can be observed in its surroundings three small fishing villages with tourist use of resort: Carapebus, João Francisco and Visgueiro (Fig. 5).

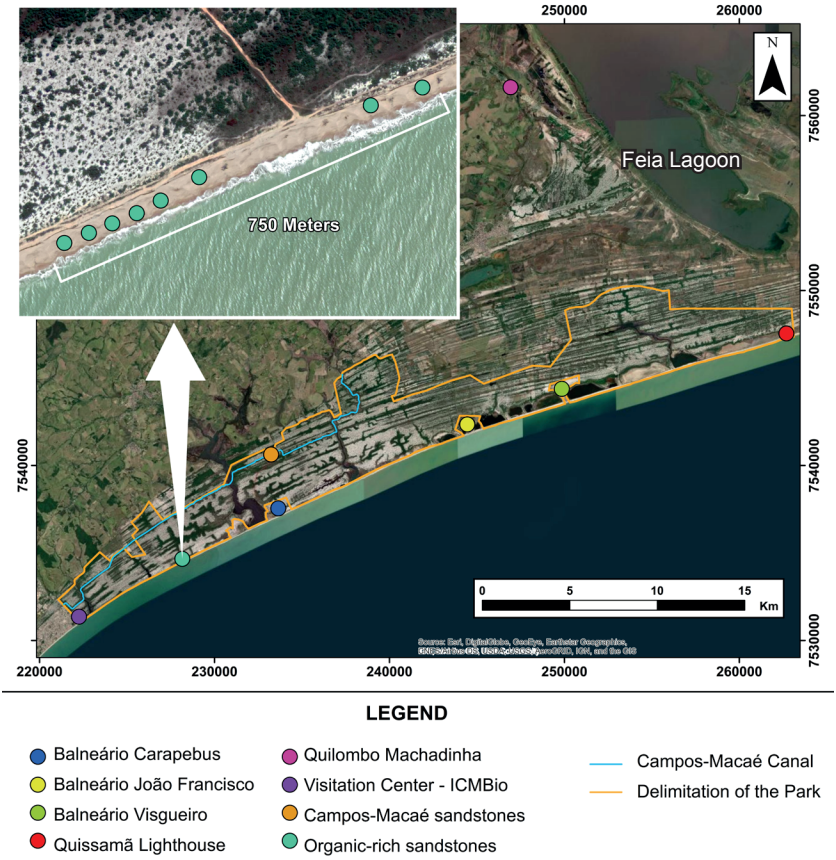

Figure 5: Location map of some of the main places of interest located in and around PARNA Jurubatiba.

Highlight should be given to Machadinha Quilombo, an important historic center located northeast of PARNA, close to Feia Lagoon. Machadinha has infrastructure for receiving visitors, such as an art house, a typical restaurant and a beautiful houses, guided by residents who have been developing an important ethnic tourism project (Fig. 6). Ruins of the former slave farm contrast with the well-kept quilombola space.

In the 19th century, the Campos-Macaé Canal was opened, which is considered the second largest artificial canal on the planet and our greatest engineering work of the imperial period. It has 96 km of extension, being 18 km in the interior of lagoons. Construction started around 1845 and ended about 30 years later. It was intended to favor the trade of goods between the north of Rio de Janeiro state and its capital through the port of Imbetiba, in Macaé.

Figure 6: Machadinha Memorial, in Machadinha Quilombo, in Quissamã.

The canal started operating only in 1872 and fell into disuse after the construction of the Campos-Macaé Railway, inaugurated in 1875. It crosses the cities of Campos dos Goytacazes, Quissamã, Carapebus and Macaé, connecting, within PARNA, Lagoa Paulista to the Lagomar neighborhood, where ICMBio headquarter is located, in a 25 km stretch. The boat sightseeing tour in a canal section is a must activity (Fig. 7) and is part of the public use actions permitted at PARNA.

Figure 7: Images from the Campos-Macaé Canal. View from a boat visit.

GEOLOGICAL VALUE

PARNA Jurubatiba has a wide geodiversity that can be recognized, mainly, by four relevant geological aspects: (a) the coastal ridges; (b) ponds and lagoons; (c) the occurrence of sandstone with a lot of organic matter on the beach; and (d) the presence of another type of sandstone along a stretch of the Campos-Macaé Canal.

a) Formation of Sand Ridges

Anyone who visits the PARNA Jurubatiba is enchanted by the intercalated strips of sand that are very well identified in satellite images or, even, when crossing the region in the East-West direction. The coastal ridges (Fig. 8) originate from the changes in the relative sea level during the Quaternary period (Pleistocene Epoch), in the last 120,000 years, and in the interaction of the waves with the marine currents that bring the sediments mainly from the Paraíba do Sul River. Between each ridge there is a lower area, generally swampy, with tallest vegetation.

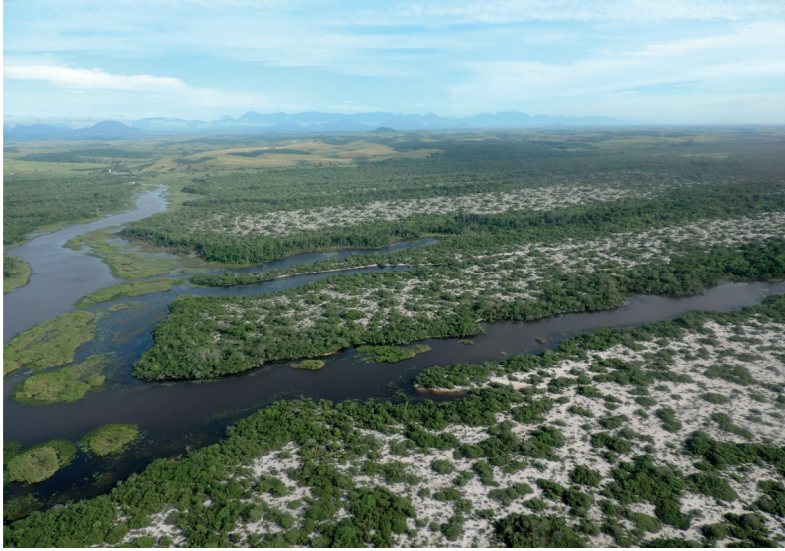

Figure 8: Aerial view of the coastal ridges. Here, each arm of the lagoon is occupying an interridge interval.

Each ridge represents a different moment in which the sediments were deposited; revealing the limits of old beaches (palaeobeaches). With each advance or retreat of the sea in relation to the continent, a ridge was formed or exposed, respectively. Therefore, it is possible to identify and date variations in relative sea level through the age of the ridges.

The age of sedimentation can be obtained using a dating technique called Optically Stimulated Luminescence (OSL). At PARNA Jurubatiba this technique was used in the south region of Feia Lagoon, where ages of around 80 thousand years were obtained (see references at the end of the booklet).

Highlight should also be given to the coarse to very coarse granulometry present in the beach sand (Fig. 9), which has been the subject of research to understand this current beach dynamic.

Figure 9: Very coarse to coarse-grained sands of the beach along PARNA Jurubatiba.

b) Ponds and Lagoons

In PARNA Jurubatiba there are 18 coastal lagoons that exhibit great scenic beauty, distinct geometric shapes and varied water composition in terms of salinity (Fig. 1) and pH, mainly.

Some of them are parallel to the beach line, being related to more recent cycles of advance and return of relative sea level in the last 5.000 years. The others, on the other hand, are perpendicular to the current beach and its origin is related to the drainages that, coming from the high areas located to the west, integrate into the large sandy deposit through infiltration, functioning as drowned drains.

The lagoons perpendicular to the beach line have a lower variation in salinity throughout the year, since they are supplied by the perennial rivers of the nearby mountains and reflect less marine influence. However, in those of parallel geometry to the beaches, the influence of the sea is greater, implying periods of less salinity in rainy seasons (such as in summer) and higher salinity in drier times (between May and September). They are also subject to the action of storm waves, which in some episodes exceed the ridges and throw water directly into the lagoons (Fig. 10). During heavy storms, sea water can also be seen passing through the sand ridge to the lagoons, via underground.

Figure 10: Narrow beach ridge that separates the lagoons from the sea. During storms, the waves sometimes pass this sand barrier and feed the lagoon with salt water. Also, in periods of intense rain, the lagoons can become very full which leads to the rupture of this barrier and the flow of water from the lagoon to the sea.

c) Sandstone with Organic Matter

Along 750 meters of a beach ridge, outcrop banks of sandstone from dark brown to black color (see detail in Fig. 5). They are oily to the touch and have vegetation fragments, such as branches, trunks and roots (Fig. 11).

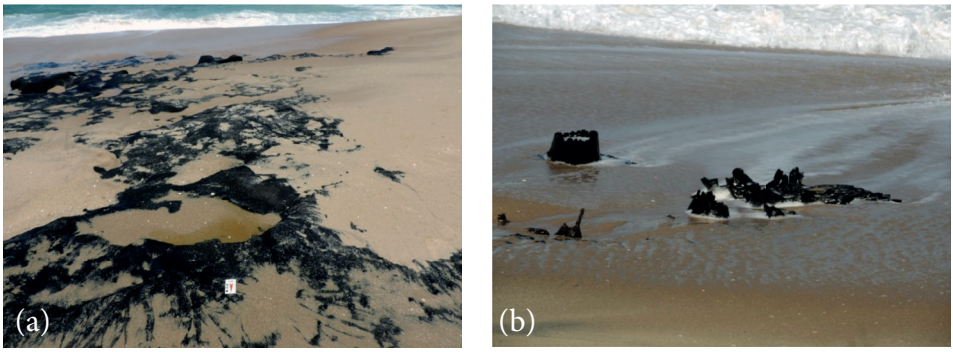

Figure 11: (a) Outcrop of sandstone with organic matter on the beach; (b) Detail of the sandstone with trunks and branches.

The organic matter of this sandstone was dated by researchers using the radiocarbon method and ages of approximately 43.500 years for the base and 34.000 years for the top were obtained. These sandstones show the oscillation of the relative sea level over the thousands of years in geological time, since the presence of a rock with organic matter content and branches implies a different depositional environment from that currently found (Fig. 12). This indicates that, in the dated time interval, this area, today located on the beach, was in a continental, swampy environment, which is similar to the deposition observed in the intervals between the coastal palaeoridges, whose presence of vegetation and organic matter is abundant.

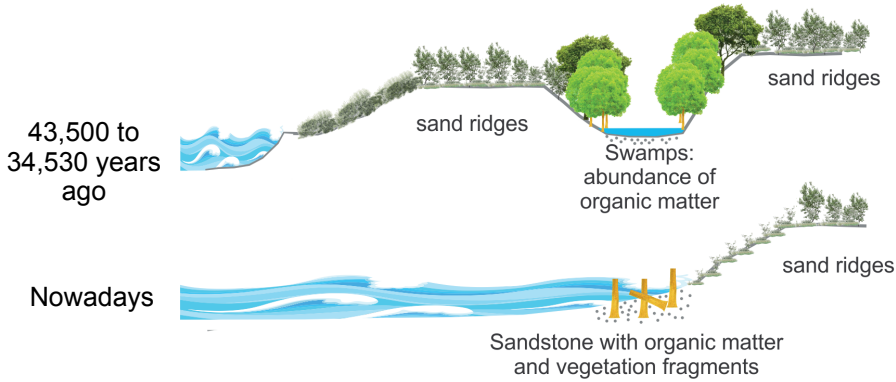

Figure 12: Illustrative scheme of the formation of sandstones rich in organic matter that outcrop on the current beach.

d) Campos-Macaé Canal Sandstone

Moving away from the coast, in a specific stretch that was excavated for the construction of the Campos-Macaé Canal, another type of brown sandstone, little consolidated and coarse-grained occurs (Fig. 13). Its origin is still under discussion, but the most likely explanation takes into account the anthropic action resulting from the excavation of the Campos-Macaé Canal. Once the canal was opened, the dynamics between water and sediments were changed. The water table was lowered in place, allowing the movement of fine particles that infiltrated the sand deposited below, transforming it into rock, sandstone (Fig. 14).

Figure 13: Sandstone outcrops on the banks of the Campos-Macaé Canal.

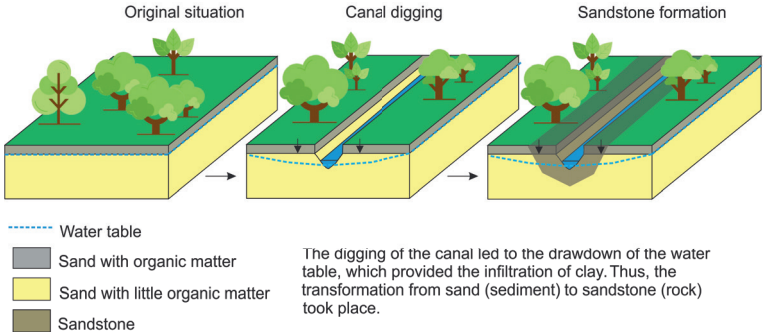

Figure 14: Scheme of the sandstone formation of the Campos-Macaé Canal.

EXCEPTIONAL VALUES

PARNA Jurubatiba, in addition to exceptional biodiversity, has wide geodiversity, including sedimentological, geomorphological, paleontological and hydrogeological aspects. These sites expand the information already available and enable the development of geotourism projects, as long as they follow the PA's plan for public use.

Visits can be carried out between Thursday and Sunday, in addition to holidays and anniversaries. PARNA Jurubatiba visitation hours are between 8 am and 4 pm. Remember: this is an Integral Protection Conservation Unit. Ask for permission and let ICMBio know if you want to visit especially with groups of students.

For more information, visit the website: *https://www.icmbio.gov.br/parnajurubatiba/guia-do-visitante*

Leituras Complementares/Further Reading:

Barros, M.A.; Vasconcellos, F.M.; Misumi, S.Y.; Luz, C.F.P.; Barth, O.M. 2015. Datações radiométricas e análise palinológica em sedimentos turfosos do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, estado do Rio de Janeiro. XV Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA. Tramandaí, RS, Volume 1, 2p. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/283271989_datacoes_radiometricas_e_analise_palinologica_em_sedimentos_turfosos_do_parque_nacional_da_restinga_de_jurubatiba_estado_do_rio_de_janeiro

Corrêa, J.A.P. 2019. Estudo de parâmetros hidroquímicos em poços e lagoas na região do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba - RJ. Monografia de Conclusão de Curso (Geologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 59p. Disponível em https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/10255/1/CORR%C3%8AA%2C%20J.A.P.pdf

Pereira, T.P. 2019. Caracterização sedimentológica e petrográfica de arenito aflorante no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba - RJ. Monografia de Conclusão de Curso (Geologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 138p. Disponível em https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/10224/1/PEREIRA%2C%20T.%20P.pdf

Penha, A.L. 2012. Nas águas do Canal política e poder na construção do canal Campos-Macaé (1835-1875). Tese. Programa de Pós-graduação em História, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 260p. Disponível em https://www.historia.uff.br/stricto/td/1431.pdf

Rocha, T.B.; Fernandez, G.B.; Peixoto, M.N.O.; Rodrigues, A. 2013. Arquitetura deposicional e datação absoluta das cristas de praia pleistocênicas no complexo deltaico do Paraíba do Sul (RJ). Brazilian Journal of Geology, 43(4): 711-724.