Projeto

DE OLHO NA ÁGUA

# ENFRENTAR AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: PLANO PARTICIPATIVO DE ICAPUÍ

FUNDAÇÃO BRASIL CIDADÃO

Copyright© 2020 Fundação Brasil Cidadão

Editor responsável
João Bosco Priamo Carbognin

Coordenação geral do Projeto
Maria Leinad Vasconcelos Carbognin

Autores
Antonio Jeovah de Andrade Meireles
André Luiz Braga Silva
Ana Paula da Silva Lima
José de Arimatea da Silva

Fotos
Maurício Albano, Ciro Albano, Celso Oliveira, Jeovah Meireles, Acervo FBC, Acervo Aquasis.

Todos os direitos reservados ao Projeto "De Olho na Água"/Fundação Brasil Cidadão

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Enfrentar as mudanças climáticas : plano participativo de Icapuí [livro eletrônico] / Antonio Jeovah de Andrade Meireles...[et al.]. -- 1. ed. -- Fortaleza, CE : Fundação Brasil Cidadão, 2020.
3 Mb ; ePub

Outros autores: André Luiz Braga Silva, Ana Paula da Silva Lima, José de Arimatea da Silva
Bibliografia.
ISBN 978-85-98564-23-4

1. Ecossistemas - Aspectos ambientais 2. Meio ambiente - Aspectos sociais 3. Meio ambiente - Preservação 4. Mudanças climáticas 5. Projeto De Olho na Água (Icapuí, CE) 6. Recursos naturais - Conservação I. Meireles, Antonio Jeovah de Andrade. II. Silva, André Luiz Braga. III. Lima, Ana Paula da Silva. IV. Silva, José de Arimatea da.

20-34179 CDD-363.7098131

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Mudanças climáticas : Plano participativo : Icapuí : Ceará : Problemas sociais 363.7098131

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

Antonio Jeovah de Andrade Meireles
André Luiz Braga Silva
Ana Paula da Silva Lima
José de Arimatea da Silva

Projeto DE OLHO NA ÁGUA

# ENFRENTAR AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: PLANO PARTICIPATIVO DE ICAPUÍ

1ª Edição

Icapuí – CE

2020

FUNDAÇÃO BRASIL CIDADÃO

# ÍNDICE


Apresentação 06
Presentation 08
Abstract 10
Introdução 12
Objetivos 13
Metodologia 14
Dinâmicas globais e mudanças climáticas: conexões globais e locais com os ecossistemas 16
Sistemas ambientais relacionados aos serviços ecológicos 24
Manguezal e banco de algas 25
Como recuperar as funções socioambientais dos ecossistemas degradados 27
Funções e serviços ecológicos 36
Definição dos serviços ecossistêmicos 38
Importância da recuperação do manguezal para as aves migratórias e o peixe-boi marinho 52
Riscos socioambientais de degradação dos ecossistemas manguezal e banco de algas dos Cajuais 58
Ações realizadas para a recuperação dos ecossistemas costeiros 62
Gestão socioambiental e serviços ecossistêmicos 66
Recuperação dos serviços ecológicos (SE) dos ecossistemas marinho e litorâneo 68
Proteção dos aquíferos, lagoas costeiras e nascentes 71
Saneamento básico e coleta dos resíduos 73
Produção de energia limpa, ambientalmente adequada e socialmente justa 75
Erosão costeira, movimento de massa nos morros (deslizamentos) e perda de solo 78
Conclusão 85
Participantes das oficinas para a elaboração do Plano por comunidade 86
Bibliografia 90

# APRESENTAÇÃO

O Plano Participativo de Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Icapuí ficou a cara da equipe da Fundação Brasil Cidadão (FBC). E esperamos que tenha ficado também  com a dos nossos queridos cientistas, do poder público municipal e representações da sociedade civil, que generosamente contribuíram para elaborar as alternativas concretas para enfrentar a emergência climática.

Fizemos um grande esforço para transmitir os conhecimentos e compreensões cósmicas integradas com as práticas especiais de soberania territorial das comunidades pesqueiras litorâneas e camponesas, ponto de partida para enfrentar as evidentes consequências das mudanças climáticas, pois são saberes profundamente poderosos quando integrados ao conhecimento científico.

As consequências do aquecimento global relacionadas com o aumento da temperatura e do nível dos oceanos nos orientaram a afirmar com vigor que a urgência climática é central nas relações socioambientais. Isso nos impõe a obrigação de revisar as leis municipais e elaborar regimentos e processos administrativos com o olhar direto no clima e , assim, eleger representantes com esses propósitos.

Esse foi o caminho percorrido pelo coletivo da Fundação Brasil Cidadão nas 13 oficinas com 188 participantes da sociedade civil organizada e de instituições públicas e privadas. A participação popular, por meio dos diálogos com as 32 comunidades do município, foi fundamental para orientar a elaboração de um plano para a gestão compartilhada dos ecossistemas, permeado pela pedagogia dos territórios (terra e mar) e com base nos preceitos de equidade socioambiental e da justiça ambiental, climática e social.

Caso esses  sinais das mudanças climáticas, definidos pela dinâmica dos ecossistemas no município de Icapuí, não sejam levados a sério na dimensão que exigem, poderão consolidar o inevitável cenário que nos obrigará a dessalinizar a água doce filtrada da chuva pelas dunas, a mesma água que se encontra nas lagoas interdunares e nascentes no sopé das falésias.  E , como consequência, colapsar a riqueza da diversidade de cores, formas e vidas dos ecossistemas marinho, costeiro, mistos e continentais que nos presenteiam com essa água, essencial para a qualidade de vida.

Nada mais natural, portanto, do que a água ser o fio condutor para conectar os sistemas ambientais e as práticas adequadas de gestão territorial. Da água depende o alimento das plantas, abelhas, mamíferos, peixes, ostras, aves migratórias. As árvores da água salgada (manguezal) fornecem alimentos para uma imensa cadeia de seres vivos, desde as menores criaturas na lama até o conjunto de ecossistemas e paisagens, dos quais fazemos parte.

O Plano Participativo de Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Icapuí reflete e enfatiza essa integração com a vida de todas as espécies por meio de uma visão ecossistêmica do território. O banco de dados, com o registro de centenas de colaboradores durante  8 anos de atividades, todas orientadas para proporcionar a melhoria da qualidade da água, e sistematizadas pela equipe da Fundação Brasil Cidadão na Estação Ambiental Mangue Pequeno (que ainda queima em nossas mentes), foi e é um importante instrumento para auxiliar nas tarefas de não deixar a temperatura ultrapassar os 2°C até o final desse século XXI. É um Plano repleto de elementos e informações para fundamentar debates e territorializar a educação ambiental inclusiva, transformadora e libertadora.

Demonstrar que os serviços ecológicos são preciosos e estratégicos para enfrentar a emergência climática foi o nosso propósito.

Jeovah Meireles
Fortaleza, janeiro de 2020

# PRESENTATION

The Participative Plan for the Combat of Climate Change (PPCCC) of the municipality of Icapuí is the spitting image of the Brazil Citizen Foundation (BCF) team. We feel certain that it also reflects the likeness of our esteemed scientists, the municipal public authorities, and the representatives of the local community who all contributed so generously to the formulation of viable alternatives to combat the climatic urgency we now face.

We have made an enormous effort to pass on the vast amount of knowledge and understanding offered by the rural and coastal fishing communities of the municipality, that is integrated with their special practises of territorial sovereignty. This is the starting point for facing the challenges of the worst consequences of climate change, given that local knowledge can be extremely powerful when combined with scientific practise.

The consequences of global warming are related to increasing temperatures and rising sea levels, which emphasizes that the climatic emergency is central to socioenvironmental relationships. This obliges us to review municipal laws and elaborate new administrative policy and regulations in response to the reality of the ongoing climatic modifications and, ultimately, elect public representatives who will be able to contribute to this process.

This was the route taken by the BCF collective during the 13 workshops that involved 188 participants from entities within the local community and from public and private institutions. The dialog of the residents of 32 of the municipality's local communities was fundamental to the elaboration of the plan for the participative management of the local ecosystems, which is permeated by the pedagogy of the local territories (land and sea) and based on the principles of socioenvironmental equity, and environmental, climatic, and social justice.

If the evidence of climate change, as defined by the dynamics of the ecosystems of the municipality of Icapuí, is not taken seriously to the extent that it demands, the local communities may eventually be obliged to desalinate the rainwater filtered by the dunes, the same water found in the interdunal lagoons and the springs at the base of the local cliffs. As a consequence, the enormous diversity of the colors, forms, and lifestyles of the local ecosystems, marine, coastal, and terrestrial, which provide us with this water, essential to the quality of life, will enter into collapse. It is thus only natural that water should be the connecting thread of the environmental systems and the management practises necessary to guarantee the continuity of the occupation of local territories. All forms of life, the plants, bees, mammals, fish, oysters, and migratory birds depend on water. The trees of the saltwater mangrove also provide sustenance for an enormous web of life, ranging from the smallest creatures that inhabit the mud to the coastal landscapes and ecosystems that we are also part of.

The PPCCC of the municipality of Icapuí reflects this integration and emphasizes its importance for the survival of species through an ecosystemic perspective of the local territory. The database, which consists of hundreds of records obtained from the participants over an eight-year period, involving activities directed at the improvement of the quality of the local water, compiled by the BCF team in the Mangue Pequeno Environmental Station (which still burns in our memories). This database was and is a fundamentally important tool in the struggle to ensure that temperatures do not increase by more than 2°C by the end of the 21st Century.

The Plan is full of elements and information that supports the debate and contribute to the development of an inclusive, transforming, and liberating approach to environmental education appropriate to the characteristics of the study area. It is fundamentally important for us to demonstrate that ecological services are extremely valuable and will support the development of effective strategies to combat the climatic urgency that now faces us.

# ABSTRACT

Climate change, provoked by human actions, is accelerating uncontrollably. This is the conclusion of the special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), published in September, 2019. This scenario is the result of the large amounts of Carbon dioxide being emitted worldwide from the combustion of fossil fuels and deforestation. The consequences include coastal erosion, the salinization of water sources, and the loss of biodiversity, all of which are being provoked by increasing temperatures and sea levels, processes that are altering the global dynamics of our planet. The actions of the "Keeping an Eye on the Water" project, financed by the Petrobrás Socioenvironmental Program, based on a range of different approaches and methodological advances, were compiled from eight years of research activities, and used to establish the Participative Plan for the Combat of Climate Change (PPCCC) of the municipality of Icapuí (the workshops on ecological services were held in 2018 and 2019). The participants of these workshops included 188 representatives from 32 communities in the municipality of Icapuí, the municipal administration, and researchers, students, and teachers. Their contributions were combined in the formulation of an integrated plan of action that contemplates the different forms of land use and occupation of the local ecosystems. This process also defined the links between the coastal and rural communities, and the characteristics of the ecological services that sustain their quality of life.

The socioenvironmental diagnosis, the production of the thematic maps, and the analysis of water quality and the marine and estuarine organisms exploited by the local extractivists, all contributed to the definition of the actions and measures needed to guarantee the long-term socioenvironmental management of the municipality.
To implement this Plan, the procedures defined by the participants were established in accordance with the ongoing alterations of the local ecosystems, related to the erosive processes on the coastline, the salinization of the water table, and the loss of biodiversity. Each community identified and defined their socioenvironmental, cultural, and economic relationships linked to the diversity of the local landscapes and ecosystems, in order to guarantee the long-term protection, preservation, recuperation, and conservation of the environmental systems of the municipality, and the quality of life of all their species.

# INTRODUÇÃO

A mudança climática provocada pela ação humana é incontrolável e acelerada. Foi essa a conclusão do relatório especial do Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas (IPCC, sigla em inglês) publicado em setembro de 2019. A dinâmica global encontra-se influenciada pelo elevado volume de dióxido de carbono emitido pela queima dos combustíveis fósseis e desmatamento das florestas. As consequências relacionadas com a erosão costeira, a salinização dos aquíferos e a perda de biodiversidade estão sendo impulsionadas pelo aumento da temperatura e do nível dos oceanos, alterando a dinâmica global do nosso Planeta.

As ações do Projeto ''De Olho na Água'', patrocinadas pelo Programa Petrobrás Socioambiental, foram relacionadas com variadas abordagens e avanços metodológicos voltadas, em seu conjunto de informações sistematizadas em 8 anos de atividades, para a elaboração do Plano Municipal para Enfrentar as Mudanças Climáticas (PMEMC) no município de Icapuí.

Com a participação de 188 representações comunitárias das 32 comunidades de Icapuí, da administração municipal, de pesquisadores, estudantes e professores, foram geradas importantes contribuições para a formulação de um plano interconectado com as diversas formas de ocupação e usos dos ecossistemas. E foram também definidos os vínculos entre as comunidades litorâneas e camponesas com a caracterização dos Serviços Ecológicos que dão suporte à sua qualidade de vida.

O diagnóstico socioambiental, a elaboração dos mapas temáticos, a análise da qualidade da água e dos organismos marinhos e estuarinos, amplamente utilizados pelas atividades extrativistas, proporcionaram informações locais que definiram as ações e medidas para a gestão socioambiental do município.

Para a implementação desse Plano, os procedimentos definidos pelos formuladores foram elaborados de acordo com as alterações dos ecossistemas locais relacionadas com processos erosivos na linha de costa, salinização do lençol freático e perda de biodiversidade. Cada comunidade identificou e definiu as relações socioambientais, culturais e econômicas vinculadas à diversidade de paisagens e dos ecossistemas para a proteção, preservação e conservação dos sistemas ambientais municipais e a qualidade de vida de todas as espécies.



# OBJETIVOS

**Geral**

Elaborar o plano municipal de enfrentamento às mudanças climáticas para fundamentar a gestão costeira participativa e integrada aos serviços ecológicos e às políticas públicas a médio e longo prazos.

**Específicos**

- Realizar o diagnóstico ambiental participativo, evidenciando a importância dos serviços ecológicos dos ecossistemas marinhos, litorâneo e continental, do município de Icapuí.

- Definir, com as representações das 32 comunidades, as mudanças ambientais associadas à dinâmica global e relacionadas com a subida do nível do mar e o aumento da temperatura e seus efeitos regionais e locais.

- Elaborar as ações e medidas adequadas para potencializar as funções e serviços dos ecossistemas, visando o controle da erosão, da salinização dos aquíferos e da perda da biodiversidade.

- Definir técnicas, aprimorar procedimentos metodológicos participativos para o monitoramento dos sistemas ambientais municipais e evidenciar ações e medidas para potencializar a qualidade dos ecossistemas e a qualidade de vida de todas as espécies diante das previsões do Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas (IPCC).

- Sistematizar as informações do banco de dados da Estação Ambiental Mangue Pequeno, que foram elaboradas pelo Projeto "De Olho na Água", fornecendo subsídios para a formulação do Plano.

# METODOLOGIA

As tarefas para a elaboração do PMEMC foram realizadas em 3 etapas: 1) **diagnóstico ambiental da planície costeira** (comunidades de pescadores e marisqueiras com cultivo de subsistência) e do **tabuleiro litorâneo** (comunidades predominantemente camponesas, mas com atividades relacionadas à pesca marítima) com a realização de 13 oficinas; 2) **definição de um conjunto de atividades para a recuperação do ecossistema manguezal** (maior indutor de biodiversidade relacionada com a produtividade pesqueira e a soberania alimentar), e 3) **ações e medidas para enfrentar as consequências previstas em decorrência do aquecimento global ao longo da planície costeira de Icapuí.**

Procedimentos para a realização das tarefas propostas:

**1) Formação da equipe** com os pesquisadores e bolsistas do Projeto ''De Olho na Água'': plano de mobilização das comunidades, oficinas para caracterização dos serviços ambientais disponibilizados pelos ecossistemas, atividades de campo com os participantes, coleta e análise química e microbiológica da água e de organismos marinhos (metais pesados) no banco de algas no estuário Barra Grande. Foram realizadas 13 oficinas para a coleta de dados associados às atividades com os serviços ecossistêmicos relacionados às atividades comunitárias e à economia (produção de alimentos, pesca, mariscagem, atividades de turismo comunitário e científico). No banco de dados foram sistematizadas informações a partir da percepção ambiental e das complexas relações sociais das 32 comunidades com os ecossistemas, registradas em depoimentos dos 188 participantes. Durante as oficinas foram coletadas as informações pertinentes aos serviços ecossistêmicos através dos diálogos com pescadores, marisqueiras, camponeses, estudantes, professores e representantes das instituições municipais. Após a elaboração de diagnósticos socioambientais foram realizadas atividades de campo para avaliação dos aspectos ambientais relacionados com os vínculos comunitários e os sistemas ambientais de usufruto comunitário.

**2) Definição dos impactos ambientais:** etapa relacionada ao diagnóstico participativo para a definição e espacialização dos danos socioambientais aos ecossistemas. Foram avaliados os diversos usos dos recursos socioambientais e a dimensão dos impactos que alteraram a qualidade e a produção dos mesmos, comprometendo o manguezal, o banco de algas, a mata de tabuleiro, provocando erosão costeira e contaminação da água e dos organismos marinhos e estuarinos.



**3) Discussão e sistematização das ações coletivas para enfrentar os cenários previstos pelo IPCC (2014):** possivelmente já configurados no litoral (incluindo o banco de algas) e no tabuleiro litorâneo, esses cenários possibilitaram a quantificação, por meio de dados apresentados na forma de histogramas, da importância dos ecossistemas, levando em conta a abrangência dos serviços ecológicos provedores da qualidade de vida das 32 comunidades.

Essa quantificação foi inicialmente elaborada com a participação das representações comunitárias, dos pesquisadores, de instituições municipais, professores e estudantes que participaram das oficinas, durante as quais foram analisadas as relações econômicas, culturais e simbólicas, além de usos medicinais dos ecossistemas, envolvendo as comunidades nos seus diversificados processos de territorialização, incluindo as provisões dos sistemas ambientais. As bases de uso e ocupação do território foram agrupadas por ecossistemas, levando em conta a fundamental importância do uso sustentável da natureza diante dos impactos ambientais definidos coletivamente (interferências que promoveram perdas de serviços ecológicos) e dos prognósticos elaborados pelo IPCC relacionados com o aumento da temperatura, a subida do nível do mar, os gases do efeito estufa, a acidificação dos oceanos, a queima de combustíveis fósseis, os desmatamentos, a contaminação das águas superficial e subterrânea, além da salinização dos aquíferos. Localmente, foram analisadas as alterações na disponibilidade dos serviços ecológicos dos sistemas ambientais municipais derivados das conexões globais.

Essas etapas foram sistematizadas em planilhas e mapas temáticos para integrar e complementar o banco de dados do Projeto "De Olho na Água", disponibilizando assim um poderoso conjunto de informações para a sociedade, conectando-a à rede global. Tais informações estão sintetizadas em diversas publicações[1] como o Atlas de Icapuí, o Atlas Socioambiental de Icapuí, cartilhas, livros, dissertações de mestrado, teses de doutorado, artigos publicados em revistas científicas e manuais para a implantação das tecnologias sociais. O Plano Municipal de Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Icapuí é o resultado de um amplo esforço ao longo de 8 anos, envolvendo conhecimento popular e científico e intensa mobilização das comunidades locais. As conexões globais foram aquelas que resultaram na diversidade dos ecossistemas locais e que definiram as zonas ambientais do município (Figura 1). As interferências humanas, dinâmica regida pelas trocas de energia e matéria derivada dessas conexões regionais, definiram os impactos ambientais e as ações e medidas para o monitoramento, recuperação das áreas impactadas (principalmente pela contaminação dos aquíferos, erosão costeira e perdas de biodiversidade) e gestão coletiva dos ecossistemas.

[1] Disponíveis em www.fbc.com.br

# Dinâmicas globais e mudanças climáticas: conexões globais e locais com os ecossistemas

Segundo o relatório sobre Mudanças Climáticas e Biodiversidade elaborado pelo IPCC (2002) há quase 20 anos, mudanças profundas na biodiversidade do nosso planeta foram registradas pelo aumento da temperatura. Globalmente, as atividades humanas causaram e continuarão a causar perda de biodiversidade devido, entre outras causas, a mudanças no uso e cobertura dos solos; poluição e degradação dos solos e das águas, incluindo desertificação e poluição do ar; desvio das águas para os ecossistemas intensamente ocupados e para as áreas urbanas; fragmentação de habitats; exploração seletiva de espécies; introdução de espécies exóticas e esgotamento do ozônio estratosférico. A taxa atual de perda de biodiversidade é superior à taxa de extinção natural (IPCC, op cit.).

Segundo ainda esse relatório do IPCC, as mudanças no clima exercem pressão adicional e já começam a afetar a biodiversidade. Concentrações de gases de efeito estufa atmosféricos aumentaram desde os tempos pré-industriais, decorrentes das atividades humanas, especialmente do uso de combustíveis fósseis e de mudanças no uso

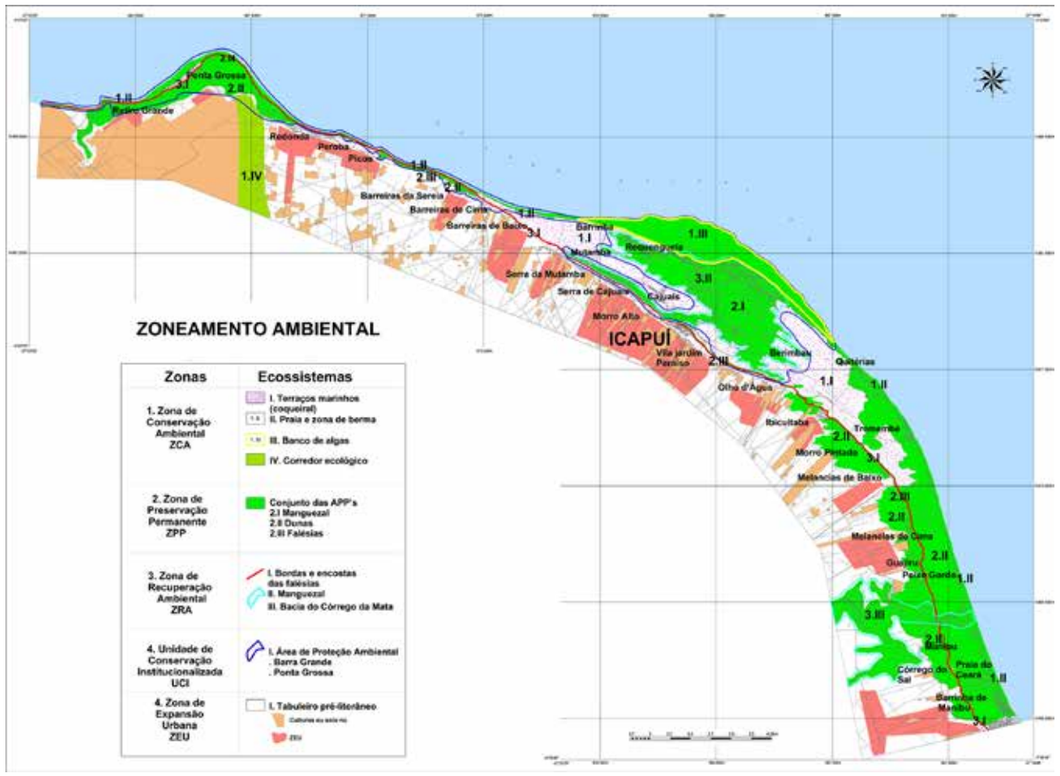



Figura 1 – As zonas ambientais para a gestão costeira municipal

e cobertura dos solos. Esses fatores, juntamente com as forças naturais, têm contribuído para mudanças no clima da terra ao longo do século XX: a temperatura aumentou na superfície terrestre e nos oceanos, alterando os padrões espacial e temporal das precipitações, aumentou o nível do mar e a frequência e intensidade dos fenômenos associados ao El Niño. Essas mudanças, sobretudo das temperaturas em algumas zonas, afetou as estações de reprodução de animais e plantas, as migrações de animais, as estações de crescimento e distribuição de espécies e o tamanho de suas populações, além de alterar a frequência das ocorrências de pragas e surtos de doenças. Alguns ecossistemas costeiros, ou mesmo aqueles em altas altitudes e latitudes, também foram afetados pelas mudanças no clima tropical.

O nível do mar, que não é fixo ao longo do tempo geológico, apresentou variações globais de subida e descida. Com as mudanças climáticas, favoreceu a formação de um elevado número de paisagens (sistemas), fundamentadas em processos dinâmicos irreversíveis, em contínua transformação. Impulsionados pelas teleconexões entre o continente, a atmosfera e os oceanos, os fluxos de matéria e energia foram envolvidos, fundamentando diversos eventos transgressivos e regressivos evidenciados, no nosso caso, pelo complexo conjunto de morfologias distribuídas na planície costeira de Icapuí.

O avanço e recuo da linha de costa, aliados às ações [arranque - erosão, translado - transporte – denudação; sedimentação – agradação; decomposição – desagregação; agradação; deformação, etc.] dos agentes morfológicos [glaciação-deglaciação, ondas, marés, correntes marinhas, vento fluvial, fluviomarinho, gravidade, placas litosféricas, magma, etc.] e aos ecossistemas [oceano profundo, plataforma), mistos (estuarinos, continentais), associados aos efeitos das mudanças climáticas, deixaram como resultado extensas planícies costeiras ao longo do litoral brasileiro. No estado do Ceará, os terraços marinhos holocênicos e pleistocênicos, paleofalésias (especialmente as de Icapuí), foram inicialmente descritos por MEIRELES et al. (1989), seguido por MORAIS e MEIRELES (1992), FONTELES (1995), RODRIGUES e AGUIAR (1995) e MEIRELES (2014), e trataram de evidenciar os indicadores morfológicos, geológicos e paleontológicos de níveis do mar mais elevados do que o atual, desde Icapuí, no extremo leste (divisa com o estado do Rio Grande do Norte), até a região de Camocim, limite oeste com o estado do Piauí.

Os dados mais recentes mostraram que esta tendência de variação da temperatura foi fortemente influenciada pela elevada quantidade de $CO^2$ emitida nos últimos 150 anos (derivada da queima de combustíveis fósseis e das florestas) (IPCC, 2018). Valores médios de



280 ppm (partes por milhão) relacionados aos eventos interglaciais (quando a terra estava mais quente) para os últimos 400.000 anos, passaram rapidamente para mais de 410 ppm de $CO^2$ (Figura 2) com as emissões antropogênicas. Estes resultados foram relacionados com o aumento médio da temperatura do planeta por volta de 1°C (provavelmente entre 0,8°C e 1,2°C; IPCC, 2014, 2018).[2]

A precisão das relações diretas entre aumento de dióxido de carbono e da temperatura foi também vinculada (95% de correlação) com a subida do nível do mar, diminuição das calotas polares e das camadas de gelo das montanhas e do hemisfério norte (Figura 2). Os vínculos entre o sistema planetário associados às emissões de dióxido de carbono e aumento da temperatura também provocaram reflexos no aumento do nível do mar por expansão térmica dos oceanos e, de acordo com Meehl, et al. (2007), deverá ser 0,2-0,6 m por grau de aquecimento global.

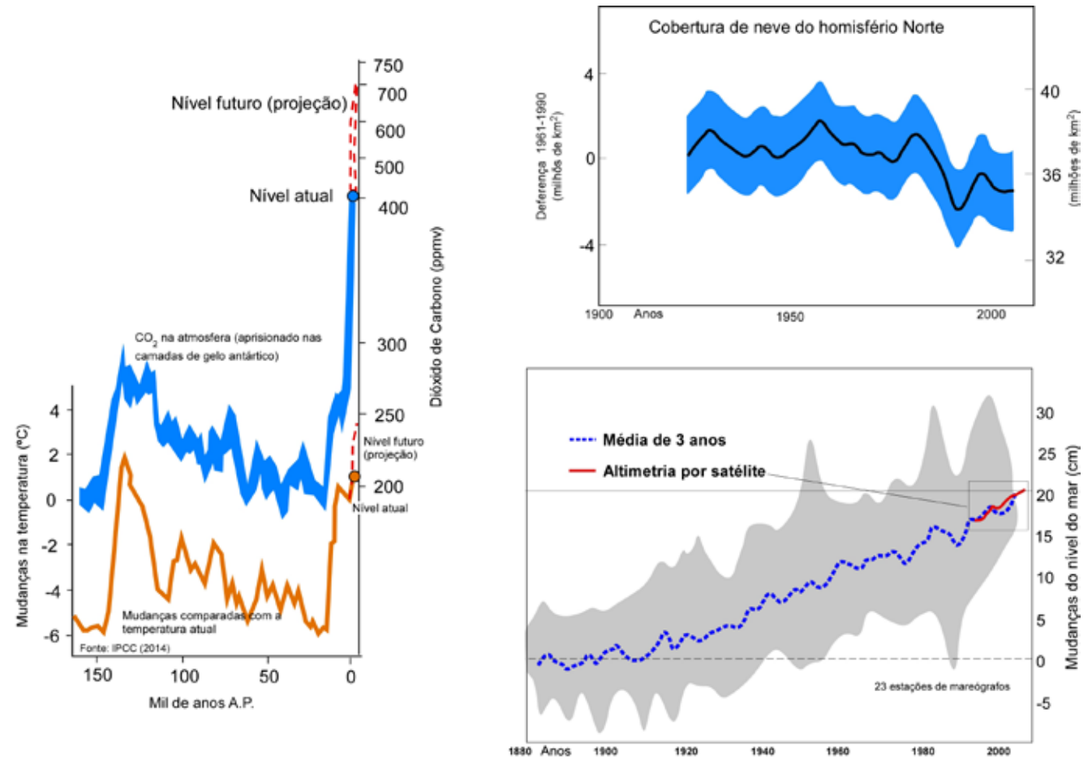



Figura 2 – Evolução das concentrações de $CO^2$ e da temperatura, das coberturas de gelo no hemisfério Norte e do aumento do nível do mar. Alterações nos sistemas atmosférico, oceânico e das reservas de água doce nas geleiras resultantes das atividades humanas (IPCC 2007, 2014, 2019)

[2] De acordo com o relatório "Special Report Global Warming of 1.5°C" acesso em nov. 2019 e disponível em https://www.ipcc.ch/sr15/, o aquecimento global é definido neste relatório como um aumento nas temperaturas combinadas do ar e da superfície do mar, em média em todo o mundo e em um período de 30 anos.

A erosão no litoral de Icapuí encontra-se em um estágio crônico: desde as praias de Retiro Grande até Barrinha de Manibu foi possível constatar erosão progressiva, acelerada localmente nos setores contíguos aos muros de rocha construídos nas praias da Barrinha, Barreiras, Vila Nova, Picos, Peroba e Redonda. A evolução da linha de costa entre os anos de 1991 e 2016 (Figura 3) demonstrou processos erosivos contínuos, agravados atualmente com a retomada da erosão no único setor que conservava um volume importante de areia na praia, proveniente das dunas de Ponta Grossa. As figuras 3, 4 e 5 o demonstram e análise espaciotemporal da linha de costa evidencia o seu recuo continente adentro.

A evolução da linha de costa definiu erosão continuada e progressiva, com prejuízos econômicos, problemas sociais e culturais relacionados com a destruição de moradias nas comunidades litorâneas e de equipamentos públicos (vias de acesso, áreas das barracas de apoio à pesca, pracinhas comunitárias, locais dos estaleiros, cacimbas, canteiros bio-sépticos, cisternas de ferro cimento, quintais produtivos e escola secundária), e o deslocamento de parte das moradias para setores mais distantes da praia. Entretanto, para afirmar que a erosão está relacionada com a subida do nível do mar, é necessário implantar um programa de monitoramento da linha de costa, envolvendo a participação das comunidades atingidas pelo avanço do mar. Mas, é importante planejar as intervenções do poder público e nas comunidades considerar essa importante variável de subida do nível global do mar. Por se tratar de uma planície costeira com altitudes muito próximas das cotas das marés, o setor dos terraços marinhos (onde estão os coqueirais) (Figura 6) será gravemente afetado pela erosão. Em conjunto ocorrerão a salinização do lençol freático (já em andamento em algumas áreas dos terraços mais próximas do mar), a perda de biodiversidade e elevados prejuízos econômicos com possibilidade de migração das comunidades para outras áreas.

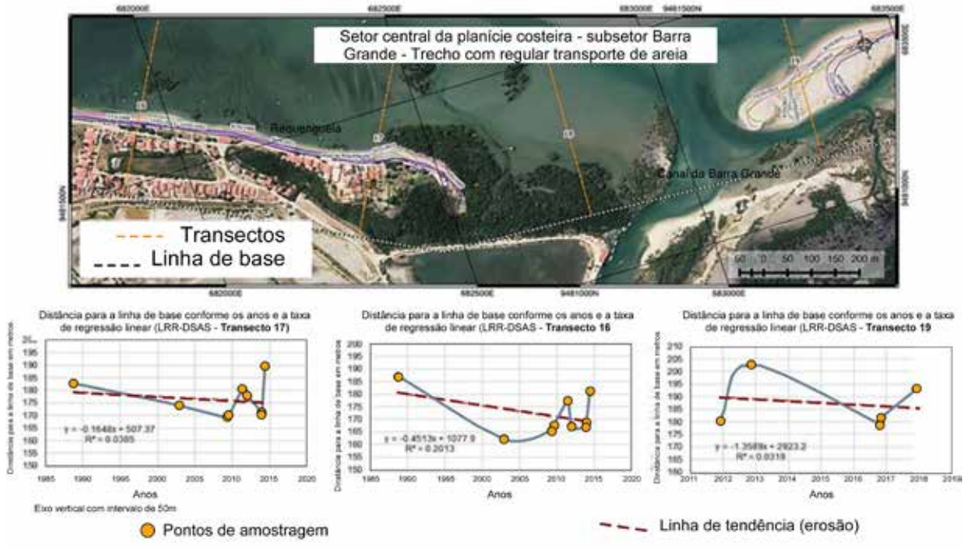



Figura 3 - Evolução da linha de costa do Setor Central - subsetor Barra Grande (sotamar). Fonte (SOUZA, 2016).

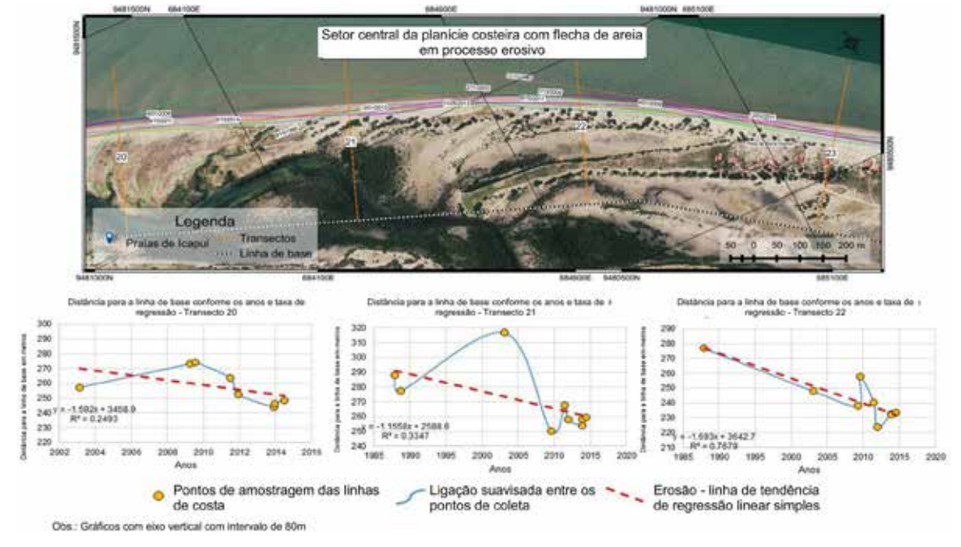



Figura 4 - Evolução da linha de costa demonstrando a dinâmica de setores de acrescidos de marinha - subsetor Barra Grande (barlamar) Fonte: SOUZA e MEIRELES (2016).

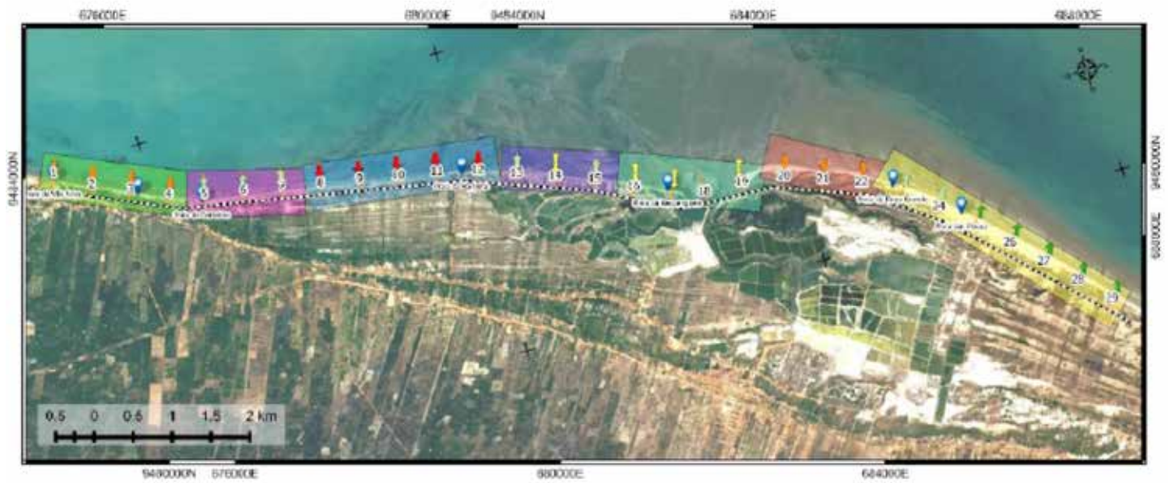
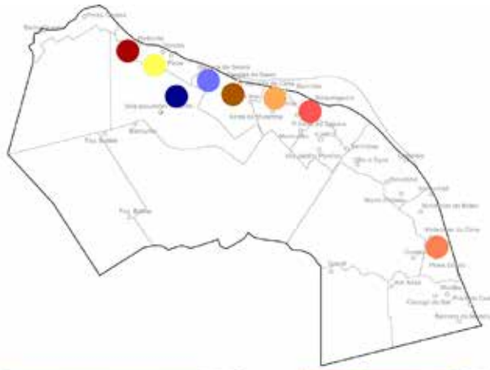


Figura 5 - Evolução dos processos erosivo e de acreção da linha de costa no setor central da planície costeira. Fonte: SOUZA, et al., 2016.

No relatório do IPCC, publicado em setembro de 2019, a subida do nível do mar "é incontrolável e está acelerando".[3] O aumento dos eventos extremos, a acidificação dos oceanos que estão absorvendo 25% de $CO^2$ a mais e alterando as propriedades físicas e bioquímicas da água do mar, dificultando, por exemplo, a formação das conchas dos moluscos[4], amplamente coletados no banco de algas, e a diminuição



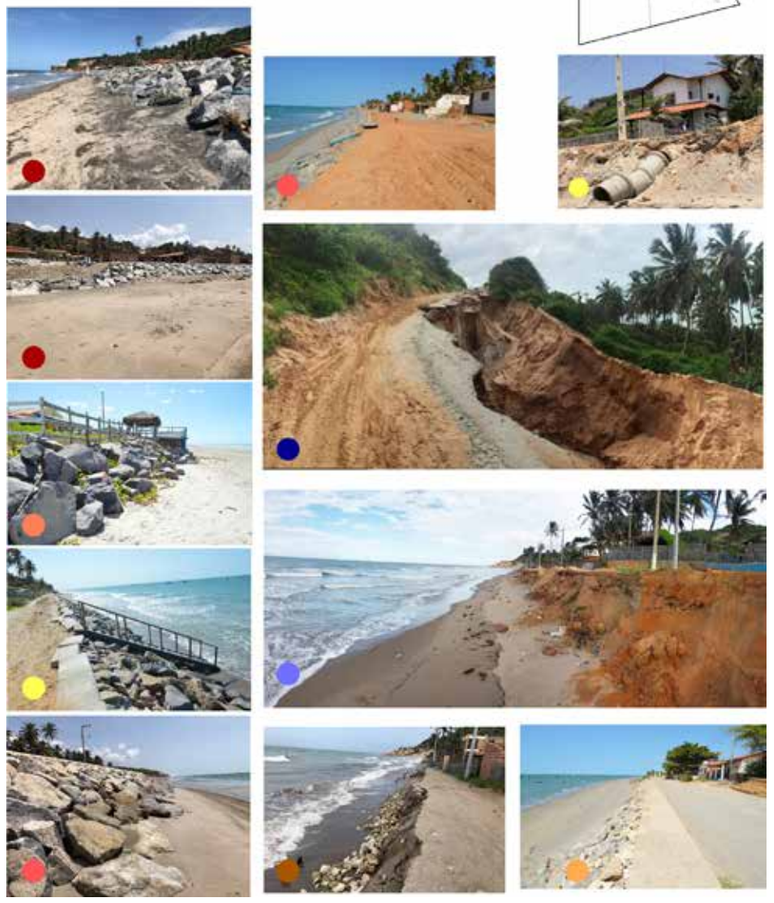


Figura 6 - Erosão crítica na linha de costa e em setores das falésias vivas.

do volume de água doce armazenada nas geleiras são algumas das graves consequências do aquecimento global. Os gases emitidos pela humanidade, que incrementaram o efeito estufa, promovem o degelo e o aumento do nível do mar. E as atuais previsões asseguram que nosso planeta continuará a perder água das geleiras e a aumentar o nível dos oceanos além deste século.

3 https://www.ipcc.ch/2019/09/25/srocc-press-release/

4 Interferindo nos ecossistemas dos moluscos (O filo Mollusca é o segundo filo com a maior diversidade de espécies, depois dos Artrópodes, (cerca de 93 000 espécies viventes confirmadas e até 200 000 espécies viventes estimadas, e 70 000 espécies fósseis) e inclui uma variedade de animais muito familiares, como as ostras, as lulas, os polvos e os caramujos. Disponível em https://pt.wikipedia.org/wiki/Moluscos e consulta realizada em nov. 2019.

# Sistemas ambientais relacionados aos serviços ecológicos



## Manguezal e banco de algas

Foram nos ecossistemas manguezal da Barra Grande e do Arrombado e no banco de algas dos Cajuais que as comunidades litorâneas pesqueiras elaboraram complexas e interdependentes relações entre as práticas extrativistas e a evolução da biodiversidade. A vivência com a natureza, que alimenta o modo de vida comunitário, a soberania alimentar, as relações ancestrais de pesca e mariscagem e as atividades produtivas comunitárias associadas foram fundamentadas nos serviços ecológicos.  O ecossistema manguezal e o banco de algas estão entre os maiores produtores de biodiversidade do planeta e, em Icapuí, estão ao alcance das 32 comunidades litorâneas e camponesas distribuídas ao longo do litoral e das bacias hidrográficas, vinculadas diretamente à disponibilidade de alimentos, água, terra e mar para as práticas ancestrais de uso e ocupação da terra e do mar.

O desmatamento do manguezal nas primeiras décadas do século XX para a produção de sal, a exploração extensiva das algas para exportação in natura desde a década de 1970,  a chegada e a expansão da carcinicultura no início do século XXI promoveram perdas de biodiversidade e, possivelmente, contribuiram para o avanço progressivo da erosão contínua que se instalou desde os anos de 2005 na linha de costa.

Por causa da elevada importância, fragilidade e dependência comunitária dos sistemas ambientais, com as áreas de preservação permanente e de domínio da União – pradarias de algas do banco dos Cajuais, manguezal, canais de maré, planícies hipersalinas (apicum), gamboas e lagoas costeiras – é que se faz necessária sua recuperação, proteção e preservação. Nesse sentido, prioritariamente, foram agrupados os ecossistemas manguezal e banco de algas para a retomada da biodiversidade e das funções ecológicas vínculadas à qualidade de vida de todas as espécies.

Ressalte-se que o Projeto ‘’De Olho na Água’’, com suas práticas participativas amplamente inclusivas para o planejamento comunitário, proporcionou as interconexões entre os serviços ecossistêmicos, as técnicas e instrumentos para melhorar a qualidade da água e iniciar o processo de recuperação do bosque de manguezal e da mata de tabuleiro, dos corredores ecológicos com as trilhas de biodiversidade

(turismo comunitário) e de inclusão social entre as unidades de conservação. Os procedimentos metodológicos foram reveladores dos fundamentos participativos, amplamente inclusivos, como básicos para o alcance e disseminação do saber comunitário transformador, do cuidado coletivo da diversidade de ecossistemas e da necessidade urgente da retomada dos serviços ecossistêmicos diante das previsões do Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas (IPCC).

As principais funções socioambientais do ecossistema manguezal da Barra Grande, relacionadas com a pesca de barcos e jangadas, a zona portuária de lagosteiros, a mariscagem, o turismo comunitário e a soberania alimentar, foram especiliazadas (Figura 7) para evidenciar a territorialidade das suas conexões com os demais ecossistemas. Tais conexões, regidas pelas mudanças globais, foram associadas com a necessidade de conservar os sistemas litorâneos – entre o tabuleiro que se aproxima da linha de costa na forma de falésias vivas e paleofalésias, à plataforma continental delimitada pelo território de pesca, entre os terraços marinhos (coqueiral), as lagoas costeiras e os aquíferos – para a retomada da dinâmica socioambiental em tempos de emergência climática.

# Como recuperar as funções socioambientais dos ecossistemas degradados

A planície costeira de Icapuí, suas bacias hidrográficas e as relações socioterritoriais são interdependentes. Os ciclos dos nutrientes que alimentam o solo, a água dos estuários, lagoas costeiras e do mar, estão diretamente relacionados com a qualidade de vida das populações litorâneas e camponesas. São fruto das conectividades entre a fauna e a flora com as águas superficiais e subterrâneas, o transporte de sedimentos pelos ventos e marés, as chuvas no primeiro semestre e a elevada insolação durante os meses de estiagem. Entretanto, com as mudanças climáticas, foi possível evidenciar que os sistemas ambientais produtores da cadeia alimentar estão em processo avançado de degradação. Nesse sentido, e para enfrentar os extremos climáticos que proporcionaram déficits hídricos acima da média do clima semiárido nos aquíferos litorâneos e nas lagoas de água

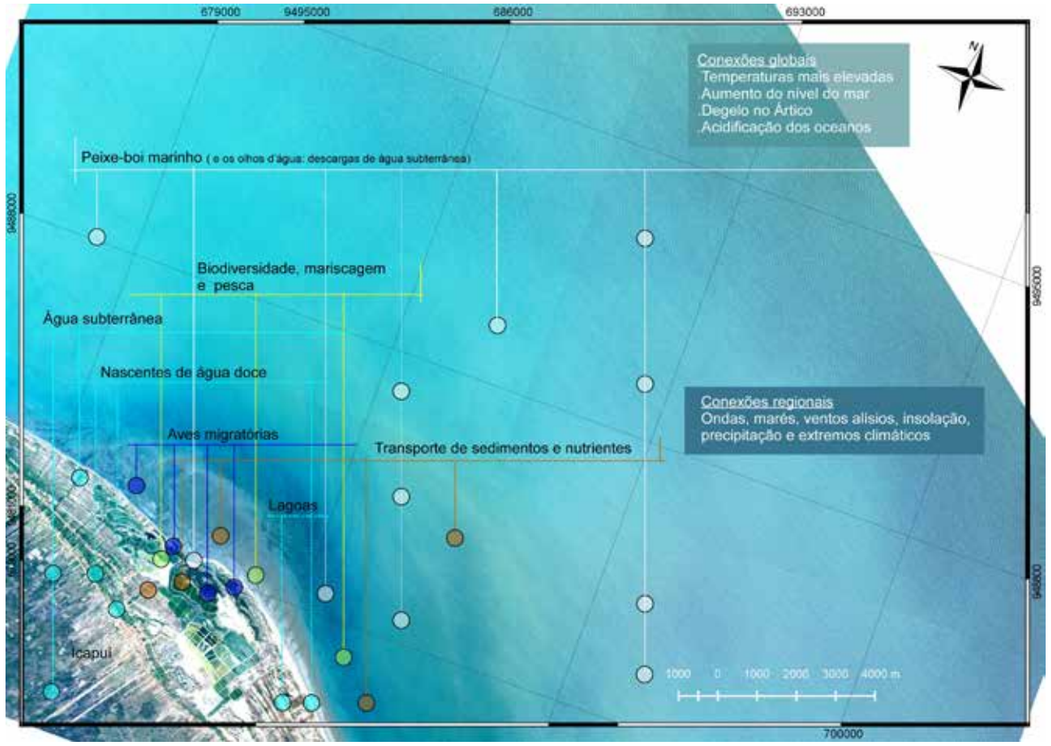



Figura 7. Dinâmica dos ecossistemas costeiros relacionada com o ecossistema manguezal e o banco de algas dos Cajuais. Foram evidenciados os principais serviços e assim demonstrada a importância regional e global da recuperação do manguezal da Barra Grande.

doce, a salinização do lençol freático na borda da planície costeira (maior concentração populacional e, portanto, maior demanda de água potável), as perdas de biodiversidade, o declínio da pesca e a erosão costeira progressiva (pelo menos nos últimos 35 anos), serão definidos os procedimentos básicos para a gestão ambiental municipal.

As etapas seguintes foram enumeradas de modo a fornecer elementos que possam estruturar um plano com metas específicas de recuperação dos serviços ambientais em ecossistemas específicos: o ecossistema manguezal com o reflorestamento, os canteiros bio-sépticos para a gestão da qualidade das águas superficiais e subterrâneas e o reflorestamento da mata de tabuleiro. A recuperação dos ecossistemas costeiros de Icapuí foi amplamente discutida nas oficinas para a elaboração do Plano Participativo de Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Icapuí (PPEMCI). Os sistemas ambientais mais impactados foram aqueles que promovem a biodiversidade e a disponibilidade de água do aquífero livre (o relacionado com as cacimbas, poços rasos e as áreas úmidas denominadas de baixios, utilizadas para o plantio de



subsistência). Os procedimentos gerais para a formação de equipes interdisciplinares, objetivando a recuperação dos ecossistemas, foram definidos pelos participantes do PMEMC como estrutura inicial para a retomada da biodiversidade com as ações de planejamento, gestão e monitoramento.

**1) Estruturação de equipe multidisciplinar:** em razão da diversidade de sistemas ambientais relacionados com os fluxos promovidos pelas ondas, marés, ventos, movimentos de massa nas encostas das falésias (deslizamentos, escorregamentos de areia e argila e queda de blocos) e a diversidade de ambientes derivados desses processos dinâmicos, a equipe deverá ser formada por especialistas nas áreas de geografia, geologia, ecologia, arquitetura, antropologia, ciências sociais e economia. Imprescindível, em todas as etapas dos estudos e na implantação das técnicas de recuperação dos ecossistemas, a presença de representações das comunidades relacionadas com os ecossistemas específicos (pescadores, marisqueiras, catadores de caranguejos). No tabuleiro litorâneo e nos coqueirais (terraços marinhos), ressalte-se a necessidade de camponeses na equipe interdisciplinar para relatar as práticas de cultivos e produção de alimentos com a agroecologia e a agricultura familiar.

**2) Etapa da coleta de dados e de cartografias temáticas:** bibliografias relevantes ao tema; mapas da planície costeira de Icapuí e artigos, dissertações, teses e o Atlas de Icapuí (SANTOS, A. M. F, 2008; MEIRELES, 1991, 2005 e 2014; MEIRELES e SANTOS, 2012 Atlas de Icapuí; MEIRELES, SOUZA e SILVA LIMA, 2016; Atlas Socioambiental de Icapuí; SOUZA, 2016; AQUASIS, 2004; FBC, 2010, ARIMATEA DA SILVA, 2012; LIMA et al., 2014), e relatórios técnicos do projeto "De Olho na Água". Imagens do projeto STRM, 2001 (Carta SB-24-X-A e Carta SB-24-X-B). Essa etapa está referenciada com o material disponível no banco de dados da Fundação Brasil Cidadão, com os relatórios técnicos, cartilhas, livros e documentários com informações contextualizadas e de elaboração coletiva.

**3) Etapas de campo:** delimitação dos impactos ambientais em escala cartográfica de detalhe; definição precisa das áreas desmatadas para a produção de sal e carcinicultura; delimitação das áreas com bosque de manguezal e dos setores para a coleta de mudas a serem utilizadas na recuperação das áreas degradadas; caracterização geoambiental e ecológica de modo a fundamentar modelo evolutivo dos sistemas costeiros; definição das áreas de ninhal, de pouso, alimentação e descanso das aves migratórias e do território do peixe-boi marinho; determinação, em escala de detalhe, da influência das marés;

elaboração dos planos de manejo das UCs e programa de monitoramento para acompanhamento da retomada da biodiversidade e do controle da erosão ao longo da linha de costa. Mapear também os poços profundos, cacimbas e os canais de drenagem e correlacioná-los ao saneamento dos efluentes domiciliares através dos canteiros bio-sépticos já implantados. Etapa de elaboração de mapas temáticos e de quantificação das funções ecológicas do ecossistema manguezal, durante a qual serão mapeadas as áreas prioritárias e de acordo com os resultados das oficinas para a elaboração do PMEMC. Com a participação de 188 representantes das comunidades icapuienses foi definido o ecossistema manguezal como prioritário para a recuperação ambiental.

**4) Sistematização dos dados e síntese dos processos geoambientais:** tabulação dos dados para a elaboração das cartografias temáticas, elaboração do projeto executivo de recuperação do ecossistema manguezal envolvendo diretamente os terrenos da União e os acrescidos de marinha.

**5) Monitoramento das ações para a recuperação dos ecossistemas costeiros:** etapa fundamental para a avaliação continuada da evolução das técnicas empregadas para a recuperação dos sistemas ambientais. O monitoramento deverá ser realizado através de planilhas elaboradas pelos técnicos da Prefeitura Municipal com a participação das representações comunitárias. Dessa forma, serão evidenciados processos distintos para obtenção dos melhores resultados, uma vez que ocorrerão de acordo com processos técnicos (regularização do terreno, fluxo das marés, evolução das mudas, replantio, acompanhamento da qualidade do solo, precipitação, técnicas de manejo da água e do solo, retomada da fauna e microrganismos, entre outros) e o automonitoramento, quando as comunidades poderão realizar relatórios com informações continuadas sobre a dinâmica dos processos ambientais que resultaram na retomada da qualidade dos ecossistemas recuperados.

Como estratégias para o desenvolvimento metodológico proposto para a recuperação do ecossistema manguezal, definidas nas oficinas, foram desenhados 3 cenários para a completa recuperação do manguezal da Barra Grande (Figuras 8, 9 e 10 e Tabela I). Os cenários propostos foram estruturados de modo a proporcionar o retorno gradativo dos fluxos de matéria e energia na planície de maré degradada pelas fazendas de camarão e salinas, e a retomada das funções socioambientais do ecossistema manguezal definida durante a elaboração do PPEMCI (ver Tabela II).

A abrangência das ações das ondas e das marés no estuário Barra Grande corresponde a uma área de aproximadamente 1.087 hectares (Figura 11). Portanto, essa é a área a ser submetida ao reflorestamento do ecossistema manguezal. É importante demonstrar que as publicações da Fundação Brasil Cidadão, as teses e dissertações realizadas pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia e em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará sistematizaram informações prioritárias para essas etapas de recuperação do manguezal, principalmente as relacionadas com diagnósticos socioambientais e evolução do bosque de manguezal em uma área de 9 hectares já recuperada pelo Projeto "De Olho na Água".

## Ecossistemas manguezal e domínio das marés

Figura 8 – Cenário prioritário para início das ações de recuperação e monitoramento do ecossistema manguezal. O setor a ser revegetado (com área aproximada de 214ha) abrange área degradada pelas salinas (em parte abandonadas).

Figura 9 – O segundo cenário (com área aproximada de 412ha) evidencia a continuidade da recuperação do ecossistema manguezal, abrangendo as áreas degradadas pelas fazendas de camarão (carcinicultura) e salinas abandonadas. A continuidade do reflorestamento para a retomada do bosque original vai permitir alcançar a qualidade socioambiental e econômica desde a retomada das funções ecológicas do manguezal e do banco de algas.

Ecossistemas manguezal e domínio das marés

Figura 10 – O terceiro cenário proposto é relacionado com a ação integral em toda a área degradada pelas salinas e carcinicultura (aproximadamente 678,0ha). Será relacionada, como nos cenários anteriores, à aplicação de técnicas de retomada dos fluxos de matéria e energia e reflorestamento do bosque de manguezal em todo o setor de domínio das marés.



Os principais Serviços Ecossistêmicos foram definidos levando-se em conta a relação do manguezal da Barra Grande com o banco de algas dos Cajuais. A recuperação do manguezal, iniciada pela Fundação Brasil Cidadão (FBC), consolidou a produção de mudas de mangue no viveiro de mudas da Estação Ambiental Mangue Pequeno (EAMP). Mais de 110 mil mudas foram produzidas e plantadas, sendo recuperados 9ha de manguezal. Foi posível constatar que os novos bosques foram diretamentes relacionados com a ampliação das áreas utilizadas pela fauna (as aves migratórias acessam cotidianamente os setores recuperados) e microrganismos associados com o aumento de matéria orgânica dos sedimentos argilosos (fundamentais para a produção de nutrientes e sais minerais para a base da cadeia alimentar).

A área de intervenção direta para a recuperação do ecossistema manguezal (Figuras 12, 13 e 14) foi definida levando em conta o setor desmatado para a produção salineira (Área Prioritária 1, Cenário 1) e o setor degradado pelas fazendas de criação de camarão em cativeiro (carcinicultura), denominada de área Prioritária 2 (Cenário 2). Uma ação conjunta para a recuperação integral (cenário ideal) foi proposta para toda a área degradada pelas atividades salineiras e pela carcinicultura (cenário 3).

Ecossistemas manguezal e domínio das marés

Figura 11 – Área de abrangência das marés no estuário Barra Grande

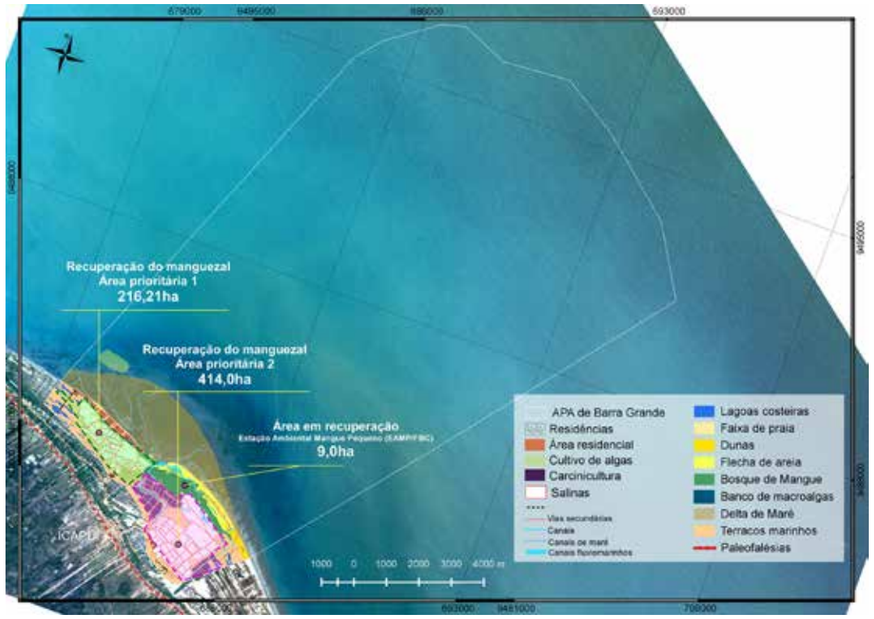



Figura 12 – Localização regional, desde a APA da Barra Grande, das áreas prioritárias destinadas para a recuperação do ecossistema manguezal.

Figura 13 – Áreas prioritárias para a recuperação da biodiversidade, da produtividade pesqueira, para o controle dos processos erosivos e para potencializar a qualidade de vida e a soberania alimentar das comunidades extrativistas (ver Tabela 2 com as funções ambientais a serem restabelecidas com a recuperação do bosque de manguezal).



A degradação do manguezal provavelmente incrementou a erosão costeira ao longo do litoral de Icapuí (mais efetivamente a oeste da Barra Grande). Entretanto, a degradação dos manguezais dos rios Mossoró e Açu, mais a leste, possivelmente incrementou também os impactos da erosão no litoral de Icapuí. A Tabela I mostra os procedimentos básicos para orientar a elaboração de projeto executivo para a recuperação do ecossistema manguezal. Deverá ser utilizada para detalhar os procedimentos técnicos e metodologias específicas das fases de intervenções relacionadas com a retomada dos fluxos de matéria e energia e o reflorestamento do ecossistema manguezal.

## Tabela I – Procedimentos gerais para a recuperação do ecossistema manguezal

| RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS | | | |
|---|---|---|---|
| | Danos ambientais em setores de domínio das marés e do ecossistema manguezal | Procedimentos básicos e monitoramento | |
| **Área prioritária 1** | Setor de domínio das marés degradado inicialmente com o desmatamento do manguezal. Bloqueio do fluxo das marés através dos diques das salinas; alterada a qualidade do solo; perda elevada de biodiversidade e das funções do ecossistema manguezal relacionadas com o suporte bioquímico e físico para a produção de nutrientes. | Restabelecimento do fluxo das marés com rompimento dos diques das salinas e reconfiguração topográfica do solo de acordo com a dinâmica sazonal das marés.<br>Plantio de mudas de mangue produzidas no viveiro de mudas da EAMP; subsetores definidos de acordo com a dinâmica das marés.<br>Banco de dados com registros das áreas recuperadas e evolução do bosque. As atividades de manejo e monitoramento deverão ser associadas a programas e projetos de educação ambiental; área prioritária para a construção de equipamentos sustentáveis e de domínio público relacionados com trilhas ecológicas, áreas de lazer e esportes náuticos, de acompanhamento das ações de recuperação do bosque de manguezal, mirantes e áreas de contemplação. Todos os procedimentos técnicos fundamentados em abordagem sistêmica e com envolvimento comunitário e das demais instituições governamentais e da sociedade civil. | 214,0ha |
| **Área prioritária 2** | Componentes ambientais associados à dinâmica das marés degradados pela indústria salineira e monocultivos de camarão (carcinicultura). Bloqueio da dinâmica natural das marés e fragmentação do bosque de manguezal. Interferências na qualidade e quantidade da produção de nutrientes. | Através dos setores de apicum, regularizar a dinâmica das marés fragmentada pelos viveiros de camarão e antigas salinas. Aumentar a área de mudas de manguezal introduzidas a partir da proximidade do bosque de manguezal existente na margem direita do canal principal e da área denominada de Mangue Grande. A integração entre as áreas prioritárias poderá ser realizada através de 1) retomada dos fluxos de matéria e energia e replantio do bosque de manguezal com as mudas produzidas na EAMP (Cenário 1) e 2) a retomada dos fluxos das marés, restabelecendo o intercâmbio entre os ecossistemas manguezal e banco de algas (Cenário 2). | 412,0ha |

Fonte: elaboração própria.

# Funções e serviços ecológicos

Para compreender como esses sistemas são interconectados, basta destacar o principal componente integrador: a água. É quando o lençol freático aflora devido à constituição geológica predominantemente arenosa (potencializa a infiltração) e a geometria do relevo influencia no transporte gravitacional e escoamento superficial é que se formam as lagoas costeiras; a água doce das chuvas é canalizada pelos riachos e canais de maré dando continuidade ao fluxo de materiais (areia, argila, matéria orgânica e nutrientes) e fornece a umidade do solo. Interferir nesses fluxos impermeabilizando o solo, contaminando a água, alterando a geometria do relevo, por exemplo, resultará em perda de biodiversidade, da qual dependem o peixe-boi marinho e as comunidades tradicionais litorâneas. No município de Icapuí, desde os tabuleiros com suas falésias, passando pelos campos de dunas, terraços marinhos (onde estão os coqueirais), estuários e praias, os processos ambientais proporcionaram conjuntos de paisagens com fauna e flora raríssimas e de elevada vulnerabilidade. A degradação ambiental, também relacionada com a perda dos serviços ecológicos em cadeia, pode ser constatada quando o desmatamento do ecossistema manguezal, agravado pelo esforço de pesca derivado da perda de biodiversidade e pesca predatória, também altera o habitat do peixe-boi marinho.

Portanto, os sistemas ambientais de Icapuí são interdependentes, conectados pelos fluxos de matéria e energia e raríssimos no litoral brasileiro. Além de raros, demonstram a complexa cadeia alimentar resultante dos serviços ecológicos, essência da vida comunitária, da evolução da população municipal e da economia basicamente extrativista.

Para ressaltar a importância dos serviços ecológicos como elemento central para o planejamento e gestão socioambiental do município, tomou-se como base a situação atual dos ecossistemas, os vínculos comunitários desde a biodiversidade, a diversidade de paisagens e os distintos usos dos recursos e as projeções do IPCC (2014). Além de analisadas as ações globais para enfrentar as mudanças climáticas e como adequá-las ao contexto do município, foi possível também definir as ações globais para o enfrentamento dos extremos climáticos globais em curso.

# Definição dos serviços ecossistêmicos

A definição dos serviços ecossistêmicos teve início com a necessidade de demonstrar quais as relações da sociedade com a provisão de água e alimento para a humanidade, como essa provisão pode ultrapassar a resiliência dos sistemas ambientais: capacidade dos ecossistemas degradados de recuperar o equilíbrio e retornar às condições naturais. Nesse sentido, foi priorizado o ecossistema mais degradado do litoral de Icapuí, ou seja, o manguezal da Barra Grande, do qual restam apenas 23% (AQUASIS, 2005), com as ações previstas nesse Plano, objetivando recompor sua área original. Os ecossistemas de Icapuí, em seu conjunto, são interdependentes e iniciar a recuperação do bosque de manque representará uma fundamental ação para a retomada da qualidade ambiental e, assim, o município estará melhor preparado para enfrentar as consequências das mudanças climáticas em andamento.

Os Serviços Ecossistêmicos (SE) adquiriram um impulso significativo em 2001, durante o desenvolvimento do programa científico internacional denominado "Avaliação dos Ecossistemas do Milênio" (MEA, 2005), e, atualmente, representam uma importante abordagem para aprofundar a compreensão das funções e serviços ambientais, principalmente daqueles relacionados com o suporte para a vida, provedores e reguladores da biodiversidade:a hidrosfera.

Os SE são definidos como "os benefícios que brindam os ecossistemas para fazer a vida da humanidade não só fisicamente possível, mas também digna de ser vivida" (COSTANZA, 2000; MEA, 2003, in MEIRELES et al., 2016). Nesta definição, mesmo sendo básico em relação à complexidade dos processos e estruturas necessárias para que um serviço seja produzido (e possa ser aproveitado pela sociedade), se faz explícito o vínculo entre sistemas biofísicos e sistemas humanos, ambos interagindo de forma dinâmica com os ecossistemas (BALVANERA e COTLER, 2009).

A conversão do manguezal de Icapuí em salinas e fazendas de camarão alterou os componentes ambientais – qualidade da água, do solo e perda de biodiversidade, entre outros – que fornecem nutrientes e condições ecológicas para a reprodução da fauna marinha e da avifauna e que são responsáveis por sustentar a soberania alimentar das comunidades litorâneas.
A degradação dos ecossistemas costeiros, quando inserida nos territórios de comunidades tradicionais e étnicas com monocultivos (camarão na Barra Grande, IBAMA, 2005), interfere no fluxo de SE prestados pelos ecossistemas costeiros e marinhos à sociedade, a exemplo da influência sobre a alteração da produtividade dos mares, das funções intrínsecas dos ecossistemas costeiros (biodiversidade, aquíferos, entre outras) (IPCC, 2007). No que se refere à vinculação e importância dos SE para a manutenção do modo de vida e relações cosmológicas de grupos ancestrais com a biodiversidade, são comumente desconsideradas ou invisibilizadas dentro do processo de gestão dos ecossistemas (SALZMAN et al., 2001; MICHAELIDOU et al., 2002; DEUTSCH et al., 2003, QUEIROZ el al., 2016).

A seguir serão descritos os principais componentes da paisagem diante dos preceitos básicos de inter-relação entre os sistemas biofísicos e humanos e evidenciados enquanto serviços ecossistêmicos, ou seja, "os benefícios que brindam os ecossistemas para fazer a vida da humanidade não só fisicamente possível, mas também digna de ser vivida" (COSTANZA, 2000; MEA, 2003).

As comunidades que se relacionam diretamente com a produtividade ecológica do ecossistema manguezal da Barra Grande e do banco de algas dos Cajuais definiram a diversidade socioambiental de seus territórios. Os demais componentes da paisagem de Icapuí também foram representados nas cartografias comunitárias (MEIRELES, et al, 2016). As cartografias sociais (Figuras 15, 16 e 17), realizadas por representações comunitárias,[5] delimitaram os ecossistemas de domínio tradicional e com influência direta das marés. Foi possível demonstrar, nas áreas relacionadas ao manguezal e ao banco de algas, as funções geoambientais e ecossistêmicas que controlam a sócio-bio-diversidade do litoral icapuiense.

[5] Atlas Socioambiental de Icapuí, elaborado e editado pela FBC, disponível em www.deolhonaagua.org.br

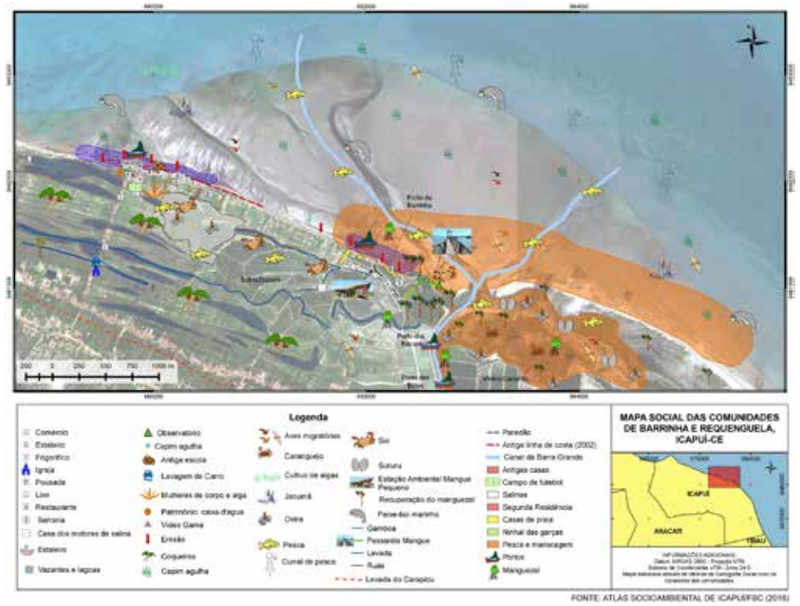



Figura 14 – Cartografia social das comunidades de Barrinha e Requenguela, demonstrando a diversidade de componentes ambientais e de recursos naturais que fundamentam as soberanias alimentar e territorial das comunidades tradicionais de pescadores, marisqueiras e de catadores de caranguejos.

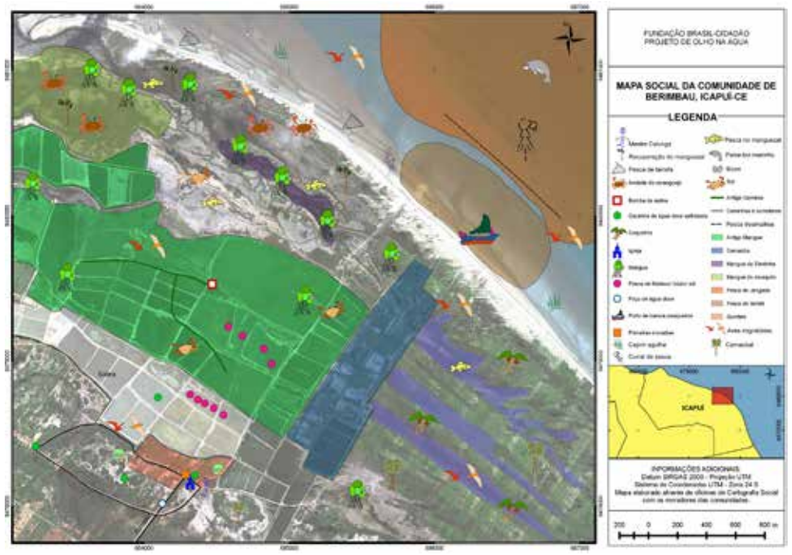



Figura 15 – Cartografia social da comunidade de Berimbau,  com a diversidade de componentes ambientais e de recursos naturais que fundamentam as soberanias alimentar e territorial das comunidades tradicionais de pescadores, marisqueiras e de catadores de caranguejos.



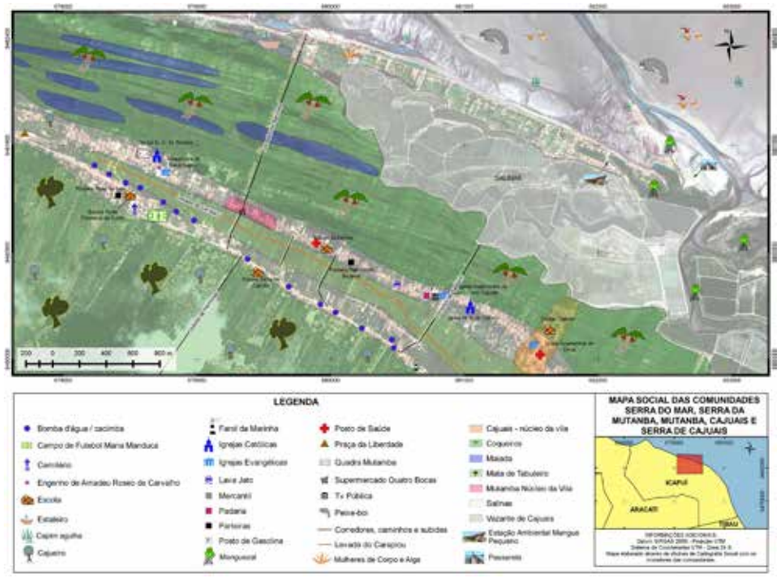



Figura 16 – Cartografia social das comunidades Serra do Mar, Serra da Mutamba, Mutamba, Cajuais e Serra de Cajuais demonstrando a diversidade de componentes ambientais e de recursos naturais que fundamentam as soberanias alimentar e territorial das comunidades tradicionais (setor mais ao oeste da área de conflito).

Os bosques de manguezais, principalmente os encontrados na Barra Grande, Berimbau e Requenguela, são formados por quatro espécies: mangue vermelho *(Rhizophora mangle)*, mangue branco *(Lagunculária racemosa)*, mangue preto *(Avicenia shcaueriana)* e mangue ratinho *(Conocarpus erectus)*. Estas espécies funcionam como barreira de proteção contra a erosão marinha, além de servirem como "residência" da fauna marinha. Há ainda uma vegetação associada, composta de plantas muito resistentes à salinidade (halófitas), sendo estas compostas por bredo, pirrixiu, patoral e o capim-agulha, uma fanerógama marinha que alimenta o mais ameaçado mamífero aquático, o peixe-boi marinho.

Os manguezais da Barra Grande foram mapeados (a planície de maré tem uma área de aproximadamente 1.087 ha), de modo a definir as áreas mais adequadas para o replantio das principais espécies. Essa atividade de replantio é desenvolvida na Estação Ambiental Mangue Pequeno (viveiro de mudas) com uma área de 9 hectares de bosque recuperada. Dessa forma, foram demonstradas a necessidade de recuperar as

áreas degradadas e de ampliar a biodiversidade, favorecendo a retomada da produtividade pesqueira e o controle dos processos erosivos na praia (ver Tabela 2).

As comunidades comprovaram em suas cartografias a importância do manguezal para a soberania alimentar. Os complexos estuarinos, através das planícies de maré e bosques de manguezal, as dunas com aporte de areia para a faixa de praia, os aquíferos com reservas de água doce, atuam como sistemas responsáveis pela manutenção das propriedades amortecedoras dos efeitos projetados pelo aumento da temperatura média e subida do nível do mar (erosão costeira e incremento dos extremos climáticos). As dunas fornecem sedimentos para as praias prevenindo contra a erosão (principalmente entre as praias de Ponta Grossa e Retiro Grande).

A produção primária bruta transformada em alimento (peixes, algas, moluscos) nos ecossistemas de Icapuí está relacionada com as atividades de pesca, mariscagem, cultivo de algas e agricultura de subsistência (coqueirais, vazantes das lagoas e roçados no tabuleiro). Um conjunto de ecossistemas , formados por bosques de mangue, apicuns/planícies hipersalinas, banco de algas, dunas e lagoas, está diretamente vinculado à produção dos componentes bioquímicos para a geração e distribuição de nutrientes para uma diversificada fauna e flora relacionadas aos ambientes continental, misto (estuários e lagunas) e marinho. As atividades humanas encontram-se inseridas na cadeia alimentar que envolve localmente os estuários, o cultivo de algas na Barrinha e a produção de mel de abelhas nativas sem ferrão em cinco comunidades. A cadeia alimentar, associada aos manguezais e dunas fixas, promove relações extrativistas e de produção e alimento. Com o cultivo e manejo sustentável de algas marinhas, a comunidade da Barrinha contribui significativamente para a sustentabilidade ecológica do banco de algas e socioeconômica das populações costeiras. Esse conjunto de ecossistemas é fundamental para a economia local, fornecendo implementos para o desenvolvimento da pesca e demais atividades extrativistas e industriais.

No território com amplo domínio de comunidades de pescadores e agricultores, as relações de trabalho e seu modo de vida comunitário, a soberania alimentar e cultural, os costumes e tradições e uma juventude mobilizada foram essenciais para demonstrar a importância dos serviços sociais dos ecossistemas para o enfrentamento das mudanças climáticas. Essas relações foram materializadas nas cartografias sociais e voltadas para a garantia dos territórios com qualidade socioambiental (ver Atlas Socioambiental de Icapuí).

Estes componentes da planície costeira e, especialmente da APA da Barra Grande, em associação com as formas de uso e ocupação que estruturaram parte da economia do município (captura de lagosta e pesca) e as atividades extrativistas, proporcionaram a espacialização dos principais serviços ambientais, etapa inicial da elaboração de abordagens interdisciplinares para a gestão adequada. A Tabela II evidencia as principais funções dos sistemas ambientais e que foram potencializadas, em grande parte, pelas ações voltadas para a recuperação do bosque de manguezal.

## Tabela II – Funções e serviços ambientais do ecossistema manguezal da Barra Grande

| SERVIÇOS* | FUNÇÕES** | MANGUEZAL, BANCO DE ALGAS, PRAIAS, DUNAS, TERRAÇOS MARINHOS (coqueiral) E TABULEIROS (serras). |
|---|---|---|
| Regulação do clima | Temperatura global, precipitação e processos biológicos mediadores de fenômenos climáticos locais e globais (regula o efeito estufa). | Ameniza as condições climáticas locais através das rajadas de vento direcionadas pelo canal estuarino e bosque de mangue, influência no microclima, evapotranspiração e fotossintese. Efeitos no microclima. A mata de tabuleiro (com as UCs) representa a maior área contínua de cobertura vegetal e fundamental para regular o clima do município e proporcionar a qualidade do ar. |
| Produção de alimento | Parte da produção primária bruta transformada em alimento (peixes, moluscos) com as atividades de pesca e agricultura de subsistência. | Conjunto de componentes ecológicos (bosque de mangue, apicum/planícies hipersalinas e lagoas) vinculado à produção de componentes bioquímicos para a produção e distribuição de nutrientes para uma diversificada fauna e flora. Atividades humanas inseridas na complexa cadeia alimentar que envolve localmente os estuários. Interação das atividades de produção de alimento realizada através da interconexão entre o ecossistema manguezal e o banco de algas (delta de maré). A mata de tabuleiro e a vegetação na planície costeira são fundamentais para a produção de alimento e a socioeconomia. |
| Segurança e soberania alimentar | Produção de alimento para as comunidades tradicionais litorâneas, principalmente os relacionados com a pesca, mariscagem, coleta de caranguejos e meliponários. Atividades materializadas nos territórios de moradia e convivência com os sistemas ambientais de usufruto e nas artes de pesca. | Plena inserção das comunidades no ecossistema manguezal com as atividades de pesca, coleta de caranguejos e mariscagem, potencializadas com o incremento do bosque de manguezal. Instrumentos e apetrechos ancestralmente construídos para o manejo e conservação da biodiversidade. Renda familiar e inserção na cadeia produtiva local através das associações comunitárias. Os ecossistemas relacionados com os coqueirais e o tabuleiro resguardam as variadas relações entre as atividades extrativistas e a biodiversidade associada. Reserva fundamental de solo, água e biodiversidade para a soberania alimentar. |

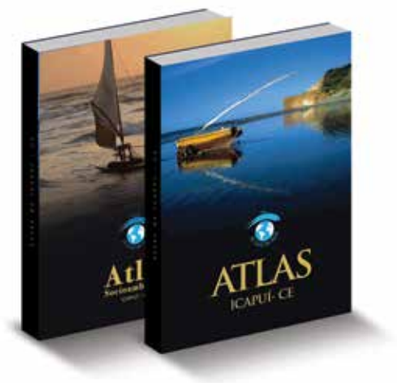
| | | |
|---|---|---|
| Polinização | Movimento de gametas para a reprodução de populações. | Os fluxos de matéria e energia são responsáveis pelas interconexões entre os ecossistemas, proporcionando elevado potencial de produção e distribuição de plântulas e pólens, predominantemente pelos fluxos eólico, fluvial, lacustres (lagoas costeiras e interdunares), fluviomarinho e a deriva litorânea nas praias e banco de algas. |
| Suplemento de água | Armazenamento e retenção da água (dinâmica dos aquíferos e reservatórios). Conjunto de aquíferos associados aos componentes morfológicos do sistema costeiro. | Interconexões com os aquíferos dunar e tabuleiro litorâneo; regula as propriedades físico-químicas através dos níveis de salinidade e densidade entre os aquíferos. Disponível para as comunidades tradicionais através de poços e quando o freático aflora originando lagoas interdunares e sobre o tabuleiro. Fluxo subterrâneo de água doce na direção dos vales estuarinos. A maior extensão contínua de água subterrânea está no tabuleiro litorâneo (e nos aquíferos da Bacia Sedimentar Potiguar), uma reserva estratégica de água doce, de excelente qualidade (aquíferos profundos) que fornece, pelas nascentes no sopé das falésias, água doce para os estuários, lagoas e riachos. |
| Proteção da costa contra extremos (climáticos, deslizamentos, enchentes) | Amortecimento e integridade das respostas ecossistêmicas associados às flutuações ambientais (proteção contra tormentas, enchentes, controle na produção de sedimentos finos e variabilidades ambientais das estruturas vegetacionais). Capacitância. | Conjunto de componentes integrados com a evolução dos bancos de areia, produção e distribuição de sedimentos areno-argilosos e dinâmica da cobertura vegetal. Fluxos de matéria e energia consumidos e dissipados através da relação com os demais componentes geoambientais e ecodinâmicos. Flechas de areia que induziram alterações morfológicas associadas à deposição de sedimentos no interior dos canais e na plataforma continental. |
| Regulação hidrológica | Atua nos fluxos hidrológicos integrados com a bacia hidrográfica (água para atividades agrícolas e industriais, transporte) e os aquíferos. | Eventos pluviométricos de elevada turbulência (primeiro semestre) amortecidos e distribuídos sobre o bosque de mangue e setores de apicum; sazonalidade climática integrada com as atividades de subsistência ao longo da bacia hidrográfica (plantio de vazantes, pesca e mariscagem); disponibilidade de água para as atividades de produção de camarão em cativeiro e sal; interliga as comunidades litorâneas através dos canais estuarinos e gamboas. As dunas e os terraços marinhos são os sistemas ambientais responsáveis pela recarga dos aquíferos da planície costeira. Por serem os mais utilizados pelas comunidades, são os mais susceptíveis à salinização (proximidades com a plataforma continental) e incremento da insegurança hídrica com a subida do nível do mar. |
| Controle da erosão e retenção de sedimentos | Conservação do solo dentro do ecossistema (prevenção de deslizamentos e outros processos de remoção de materiais). Fonte de sedimentos para a deriva litorânea e amortecimento de eventos extremos. | Produção de sedimentos através da dinâmica interna dos canais com a evolução dos bancos de areia. Desenvolvimento das flechas de areia dispostas nas desembocaduras dos complexos estuarinos. Aporte de areia sazonal vinculado aos sistemas fluviomarinhos e praial. Paisagem resguardada para atividades tradicionais de pesca, moradia e lazer. A mata de tabuleiro e as dunas edafisadas proporcionaram elevada concentração de solo, estratégicos para a produção de alimento, atividades socioeconômicas com o extrativismo e a soberania alimentar. A cobertura vegetal na borda dos morros (paleofalésias) associada às comunidades as resguarda dos riscos de erosão, dos movimentos gravitacionais (deslizamentos, desmoronamento das bordas, voçorocas). |



| | | |
|---|---|---|
| Formação de solo | Através do intemperismo físico e químico e dos microorganismos o solo foi derivado das rochas do embasamento cristalino, dos sedimentos da planície costeira e do tabuleiros litorâneo. Matéria orgânica e biodetritos que regulam as atividades extrativistas e a produção de alimento. | Evolução pedológica relacionada com a dinâmica de aporte e distribuição de sedimentos provenientes da bacia hidrográfica e dos demais fluxos de matéria e energia definidos na planície costeira. Contribuição diferenciada e relacionada com acesso das dunas aos complexos estuarinos e deriva litorânea. O tabuleiro, com sua floresta em estado elevado de conservação, é o maior e mais importante ecossistema produtor de solo, e consequentemente, reserva estratégica de biodiversidade para a produção de nutrientes que sustentam fauna e flora raras e fundamentais para os fluxos gênicos, umidade e atividades extrativistas. Conservar a mata de tabuleiro é fundamental para a qualidade socioambiental e econômica. |
| Ciclagem de nutrientes | Armazenamento, ciclagem interna, processamento e aquisição de nutrientes (fixação de N, P e outros elementos do ciclo de nutrientes). | Os complexos estuarinos e o banco de algas dos Cajuais integram-se para a produção de nutrientes e representam a base da biodiversidade regional deste setor do litoral nordestino. No tabuleiro litorâneo, nas dunas e nas matas das áreas úmidas (lagoas, baixios, nascentes de água doce e riachos), estão as maiores extensões de ciclagem de nutrientes (formação do solo com os microrganismos) fundamentais para as atividades extrativistas e camponesas. |
| Controle biológico | Regulação da dinâmica trófica (cadeia alimentar) de populações. | Complexa cadeia alimentar com suporte para o peixe-boi marinho e aves migratórias. Biodiversidade inserida nas atividades tradicionais de pescadores, marisqueiras e ribeirinhos. A biodiversidade associada às dunas, mata de tabuleiro e aos terraços marinhos sustentam regionalmente as maiores conexões ao ser integrada com os demais ecossistemas costeiro e marinho desse setor do litoral nordestino. |
| Refúgio de vida silvestre | Habitat para as populações residentes e migratórias (acolhida de aves migratórias nas praias e no banco de algas). A maior área contínua de mata de tabuleiro no Ceará próxima do litoral. | Complexos estuarinos associados a elevada diversidade de avifauna; suporte ecossistêmico para as aves migratórias. Utilizado pelo peixe-boi marinho para alimentação, reprodução e refúgio. Os demais ecossistemas, integrados pelas abelhas, insetos, répteis, aves, mamíferos e os microrganismos no solo são o universo da vida silvestre (alimento, reprodução, refúgio, reservas de alimentos para as espécies migratórias) e da soberania ecológica de todas as espécies. Como representa a maior área contínua de mata de tabuleiro acercada ao litoral, a conectividade com o litoral impulsiona e resguarda a diversidade biológica. |
| Produção primária | Parte da produção primária bruta transformada em matéria prima (solo, umidade, microrganismos continentais e marinhos, produtos extrativistas marinhos e continentais, alimento, plantas medicinais, madeira, forragem). | Reações geoambientais e ecodinâmicas associadas à formação, disseminação e consumo (produção de matéria orgânica), no bosque de mangue e demais componentes florísticos existentes no apicum, na mata de tabuleiro, no terraço marinho, nas dunas fixas, nas nascentes de água doce e nas lagoas costeiras e interdunares. Vínculos que regulam a produção pesqueira, ambientes das aves migratórias, do peixe-boi marinho e a diversidade de fauna e flora. As praias rochosas e os arrecifes, o banco de algas e os manguezais, a mata de tabuleiro e as bacias hidrográficas regulam a produtividade primária com as conexões entre as águas superficiais e subterrâneas. Base da permanência dos grupos sociais que encontraram na produtividade dos manguezais e das matas continentais a segurança alimentar das comunidades litorâneas pesqueiras e camponesas. |

| | | |
|---|---|---|
| Recursos genéticos | Produção de materiais e produtos biológicos para medicina, material para pesquisa científica, obtenção de genes resistentes a pragas e espécies ornamentais. As abelhas, insetos e microrganismos impulsionaram a diversidade de flora e fauna e regularam a produção do solo para a manutenção da complexa rede trófica (cadeia alimentar). | Usos tradicionais da fauna e flora. Atividades de pesquisa para a elaboração do plano de manejo das UCs e mosaico proposto para interconectar os processos ecológicos no tabuleiro, bacias hidrográficas e a planície costeira. Abordagem integrada para definir corredores ecológicos e mosaico com as unidades de conservação, estratégicos para a recuperação das áreas degradadas no manguezal, terraços marinhos e encostas das falésias. A presença dos corais nas praias e plataforma continental rochosa está relacionada com as pradarias de algas no banco dos Cajuais, a pesca e a produção lagosteira. |
| Recreação | Oportunidades para atividades recreacionais: ecoturismo, turismo de base comunitária, de aventuras e turismo científico. Pesca esportiva, trilhas ecológicas e outras atividades ao ar livre. | Atividades de lazer desenvolvidas pelos núcleos urbanos e as comunidades associadas com as áreas recuperadas de manguezal, vínculos tradicionais e camponeses com o extrativismo, produção de alimentos e as atividades culturais relacionadas com a diversidade de paisagens, ecossistemas marinhos, costeiros e continentais (tabuleiro, bacias hidrográficas, nascentes de água doce, lagoas interdunares) e as florestas de manguezal, dos tabuleiros e os sistemas ambientais produtores de alimento. Atividades turísticas e ecoturismo para visitar as ações que promoveram a recuperação do bosque de mangue e da mata de tabuleiro. Serviços culturais e econômicos promotores da renda familiar, proprietários de pousadas e guias turísticos. |
| Cultura | Proporciona oportunidades para atividades não comerciais, estéticas, artísticas, educacionais, espirituais e valor científico dos ecossistemas. | Valores simbólicos relacionados aos usos tradicionais da biodiversidade, da água e das paisagens continentais, litorâneas e marinhas. Envolvimento da comunidade na recuperação do ecossistema manguezal. |
| Amortecimento das consequências previstas pelo aquecimento global | Funções e serviços atribuídos pelo IPCC. ** Foram as funções definidas através dos processos geoambientais, ecológicos e socioeconômicos que balizaram as ações e medidas desse plano para enfrentar os impactos globais da subida do nível do mar, emissões de gases do efeito estufa, salinização dos aquíferos e a perda de biodiversidade. A sistematização das funções dos ecossistemas com os serviços ambientais, socioeconômicos e culturais foi incorporada como central para a melhoria da qualidade de vida de todas as espécies e, localmente, proporcionar práticas sustentáveis, informações socioambientais para a gestão dos diversificados usos e para contribuir com a formulação de políticas públicas fundamentais para planejar as questões ambientais a médio e longo prazos. Icapuí inteiramente conectado com as ações globais para enfrentar a emergência climática. | Os complexos estuarinos atuam como sistemas responsáveis pela manutenção das propriedades amortecedoras dos efeitos projetados pelo aumento da temperatura média e subida do nível do mar: erosão costeira, incremento dos extremos climáticos associados às precipitações pluviométricas, salinização do lençol freático e mudanças na dinâmica de produção e distribuição de nutrientes, entre outros. |

(*) Modificados de McLeod e Salm (2006); Barbier, et al. (1997); Constanza, et al. (1997); Rivera e Cortés (2007); ); Schaeffer-Novelli (1989); World Resources Institute. Millennium Ecosystem Assessment (MA, 2005); Meireles e Campos, 2010, Queiroz et al., 2012; Meireles, 2016, QUEIROZ ET AL., 2016. (**) Síntese dos relatórios do IPCC (2014).



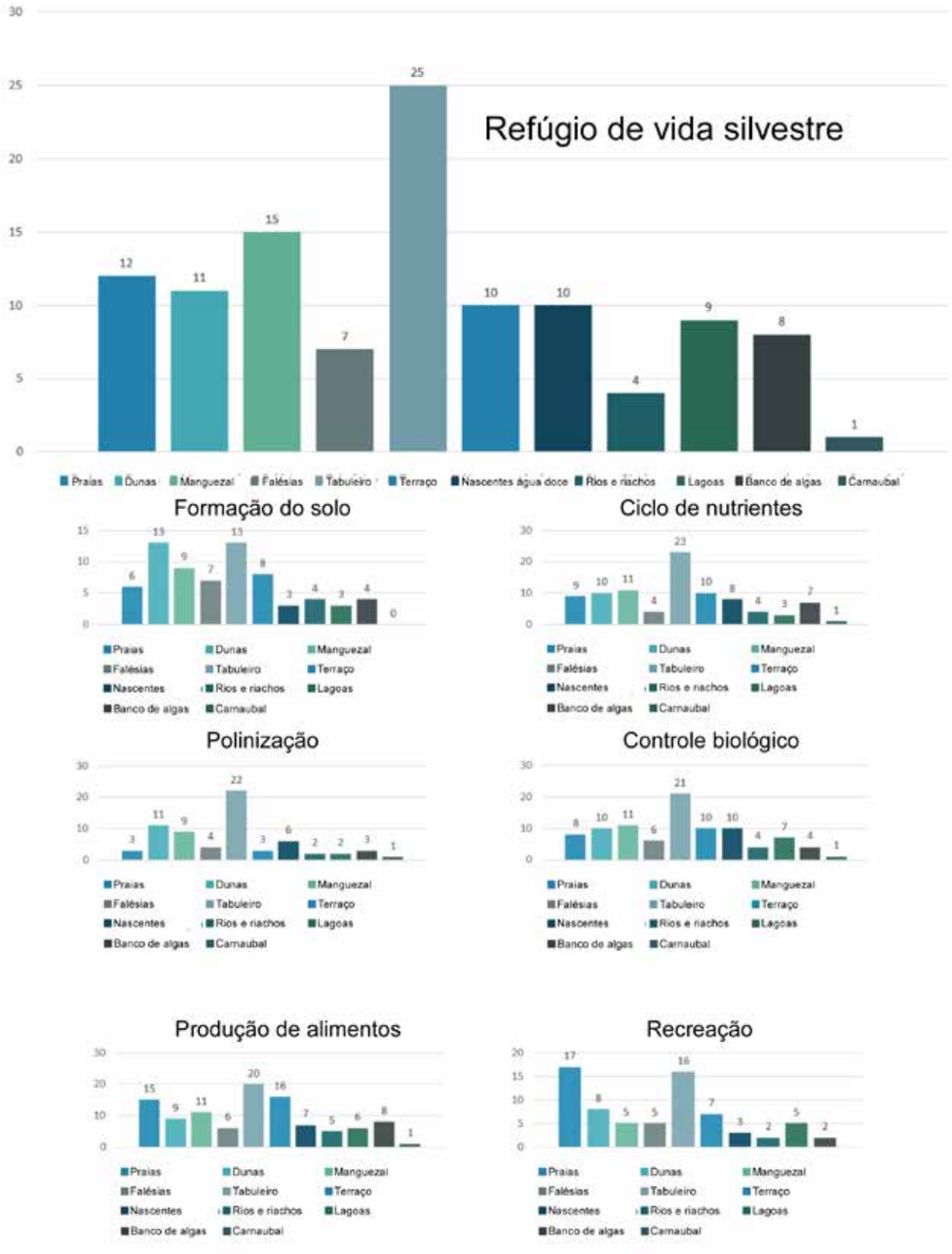


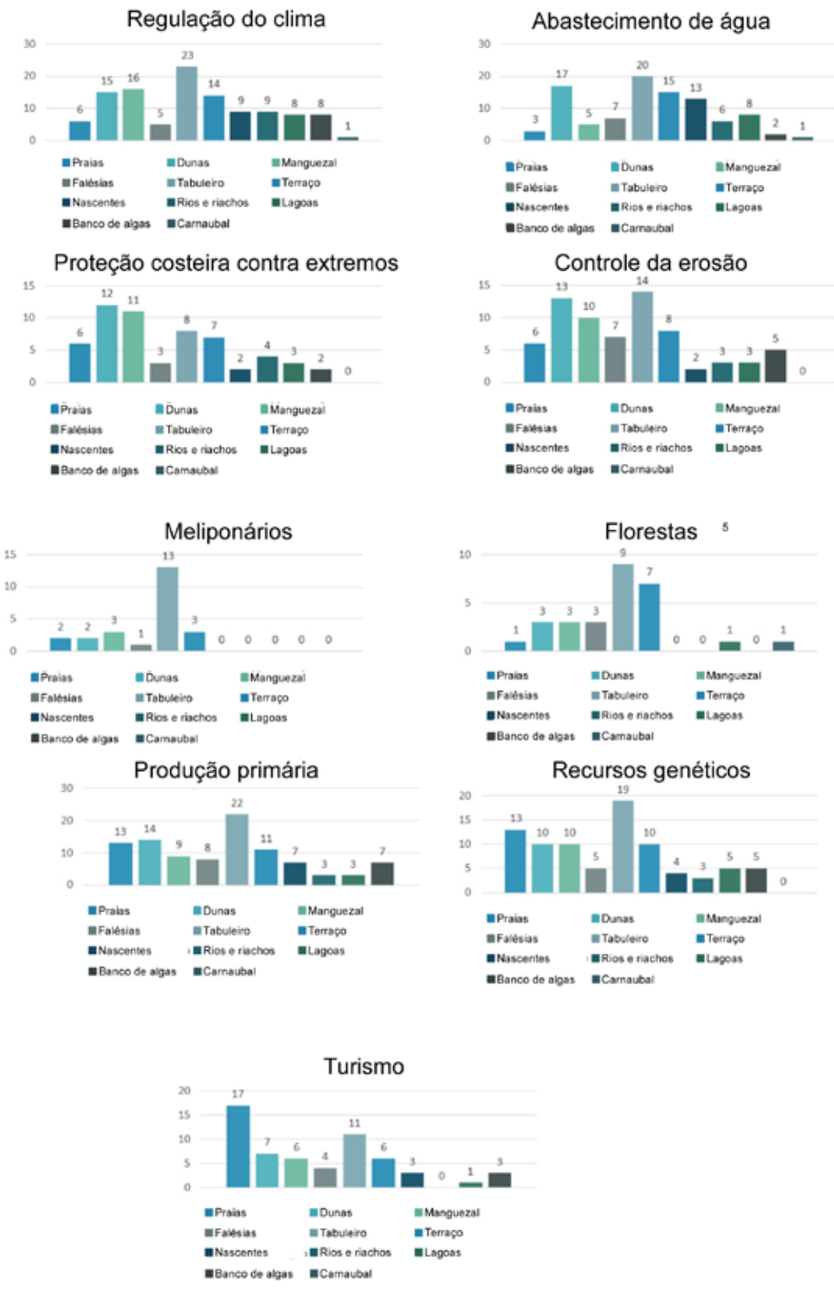

Pesquisas relacionadas com valorações econômicas dos ecossistemas demonstraram extrema complexidade para definição de índices adequados (RIVERA e CORTÉS, 2007). Para contabilizar o conjunto de serviços, como forma de compreender os requisitos para o desenvolvimento sustentável, Mäler et al. (2008) afirmaram ser impossível conceber um modelo padronizado para a construção de um sistema que contabilize as riquezas dos ecossistemas. Desta forma, os referidos autores sugeriram seleção de ecossistemas de modo a avaliar possibilidades de valoração e definiram como critérios básicos a descrição das instituições que controlam (planejamento e gestão) o ecossistema; desenvolvimento de valoração técnica para cada serviço e padronização dos métodos à medida do possível.

A valoração econômica serve para orientar a tomada de decisões, porém deverá ser utilizada com muita precaução. Entretanto, como tentativa de valoração global dos ecossistemas, Constanza et al. (1997), com levantamento de dados referente ao ano de 1994, para uma área total de manguezal de 165ha, alcançaram um valor médio para cada hectare/ano de 9.990 dólares. Estudos realizados por Hernandéz et al. (2002) estimaram uma média de 13.000 dólares hectare/ano gerados em bens e serviços pelo ecossistema manguezal (evidenciaram que cada hectare gera entre 1.100 e 11.800 kg de capturas pesqueiras). As pesquisas relacionadas com valoração dos manguezais revelaram que os resultados variam com o tempo e de acordo com a área de estudo, pelo que se torna impossível atribuir um valor específico (para ser considerado como referência regional) e, desta forma, utilizar como critério único para a tomada de decisão. Neste sentido, já foram estimados valores em torno de 35.000 dólares hectare/ano para os manguezais quando relacionados à proteção do litoral contra eventos erosivos (SATHIRATHAI e BARBIER, 2001; BARBIER, et al., 2008; MÄLER et al., op. cit.; ABURTO-OROPEZA, et al., 2008) e mais de 91.000 dólares hectare/ano por atuarem na captura de dióxido de carbono (MARTINEZ et al. 2007; COSTANZA, 1997).

Quando associado às relações com a produtividade marinha pode alcançar valores que superam os 16.750 dólares hectare/ano (RÖNNBÄCK, 1999). No golfo da Califórnia a taxa anual de produtividade variou de 25.000 a 50.000 dólares, com média de 37.000 dólares hectare/ano (ABURTO-OROPEZA, et al., op cit.).

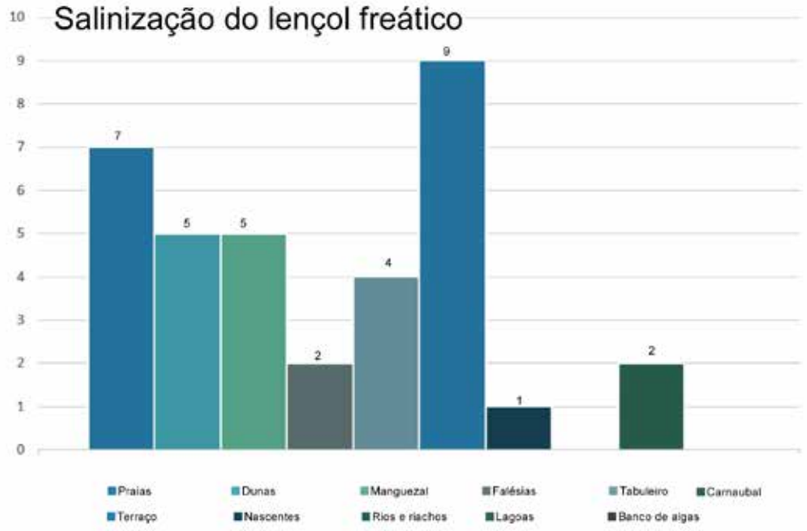
# Serviços ecológicos*

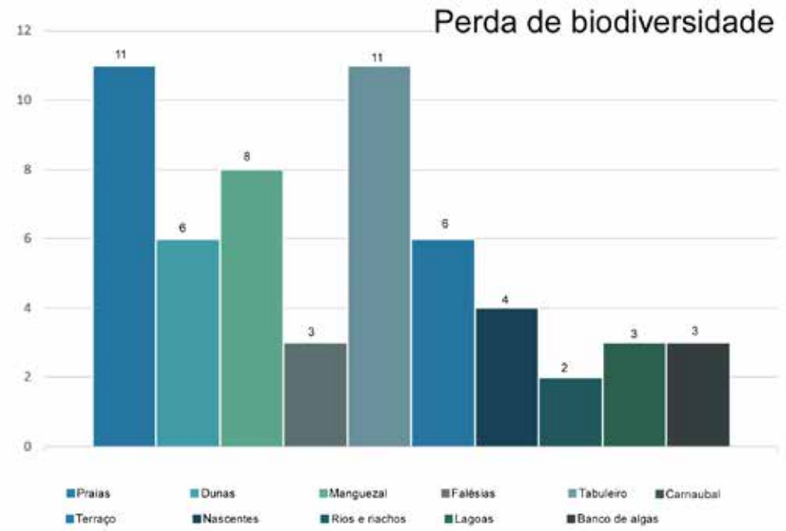


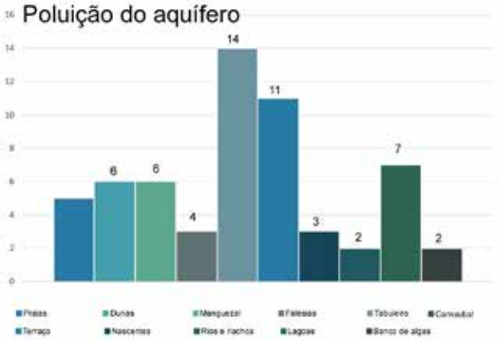



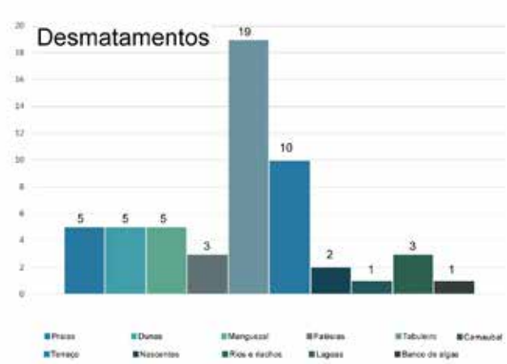

(*) As comunidades e os serviços ecológicos por ecossistemas

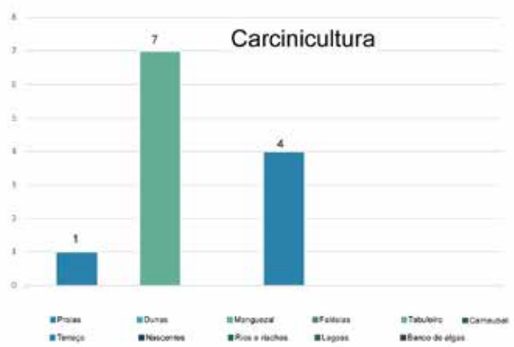
# Impactos Ambientais**

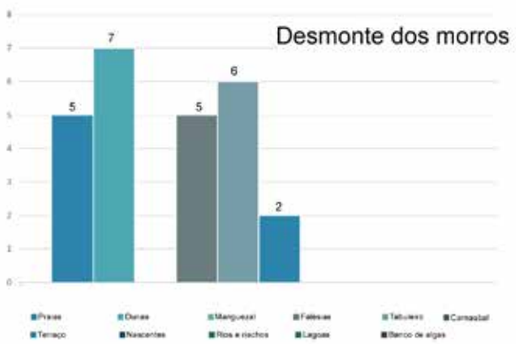





(**) As comunidades e os impactos ambientais por ecossistemas

Figura 17 - As comunidades, os serviços ecológicos e os impactos ambientais nos ecossistemas.

# Importância da recuperação do manguezal para as aves migratórias e o peixe-boi marinho

O sistema fluviomarinho do estuário da Barra Grande e suas adjacências, por estar associado a diversos sistemas ambientais, é considerado de suma complexidade na zona costeira do extremo leste do Estado do Ceará. O ecossistema manguezal vincula-se ao delta de maré por meio da dinâmica das marés e da produção e dispersão de nutrientes, contribuindo para manter, regular e diversificar a biodiversidade local. Este suporte à biota relaciona-se com as atividades de subsistência da comunidade de pescadores existente nas proximidades. Constata-se que se encontra fragmentado ilegalmente pelas salinas e fazendas de camarão, mas ainda atua como suporte ambiental para a pesca e a mariscagem. Assim, este ecossistema representa uma alta relevância biológica e econômica, resguardando um importante setor litorâneo responsável pela alimentação, recrutamento, refúgio e reprodução de uma biota diversificada.

O reconhecimento de sua importância e fragilidade ambiental é verificado pela Portaria do Ministério do Meio Ambiente 09/2007, na qual Icapuí é considerado de extrema importância dentro das Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira.

O banco de algas dos Cajuais, quando suas pradarias de capim agulha estão submersas, é área de alimentação do mamífero marinho mais ameaçado.de extinção, o peixe-boi. O banco é a extensão praial na maré baixo com cerca de quatro quilômetros mar adentro a partir da praia das Placas. Encontra-se em processo para a criação do ´´Sítio Banco dos Cajuais da Rede Hemisférica de Reservas de Aves Limícolas (RHRAL)``. A área é um importante local de invernada de aves migratórias advindas de regiões próximas ao círculo polar ártico e América do Norte e é onde encontram um ambiente equilibrado e com boas condições de alimentação.  O manguezal e suas áreas continentais apresentam interdependência em relação a este banco. Alí as aves buscam alimento, não importa a hora, basta que a maré recue e exponha zonas antes submersas.

O setor continental da APA do Manguezal da Barra Grande foi fortemente submetido a intervenções humanas com os empreendimentos salineiros .e piscinas para criação de camarão, que  alteraram a dinâmica natural das marés e a geometria dos canais em decorrência do desmatamento do bosque de manguezal. Além disso, provocaram a

impermeabilização e alteração dos constituintes do solo com terraplenagem para avançar com as salinas e a carcinicultura sobre o manguezal e os terraços marinhos. Tais impactos acarretaram ainda a salinização da água subterrânea nas bordas do manguezal (aquífero livre nos terraços), interferindo na sua recarga, fundamental para regular a produção de nutrientes e garantir o abastecimento para dessedentação do peixe-boi nos olhos d'água, surgências de água doce que ocorrem no mar, na plataforma continental. A conjunção dos serviços ecológicos entre os manguezais, o banco de algas, as praias, as dunas e os terraços foi fundamental para a biodiversidade, principalmente para a diversidade de fauna e flora relacionada com a qualidade dos ecossistemas costeiros e os serviços socioeconômicos locais e regionais. Entretanto, esse conjunto de componentes ambientais foi o mais afetado pelas atividades econômicas. A necessidade de recuperação do manguezal (reflorestamento) está diretamente relacionada com a recuperação da biodiversidade, possibilitando assim elevar a produção de nutrientes, ampliar as áreas internas do estuário para a reprodução da fauna marinha e avifauna, minimizar o esforço de pesca e os efeitos cumulativos da erosão nas praias.

É fundamental ainda, para que as aves migratórias tenham sucesso em sua rota, que este ecossistema para o qual retornam anualmente apresente uma situação na qual possam se alimentar e repousar sem estarem sujeitas a estresse ou fatores limitantes tais como veículos automotores, ruídos, animais domésticos, desmatamento, alteração do relevo, dentre outros decorrentes da presença humana e suas atividades. Estas aves desprendem um gasto considerável de energia em voos transcontinentais, portanto qualquer gasto extra com fugas recorrentes pode significar o desperdício de energia na busca de uma nova área, alteração da rota ou morte dos indivíduos suscetíveis.

Foram contabilizadas 21 espécies migratórias neárticas, segundo Girão & Albano, 2011;Albano et al. 2007: *Pandion haliaetus*: águia-pescadora, *Falco peregrinus*: falcão-peregrino, Pluviais *squatarola*: batuiruçu-de-axila-preta, *Charadrius semipalmatus*: batuíra-de-bando, *Limnodromus griseus*: maçarico-de-costas-brancas, *Numenius hudsonicus*: maçarico-galego, *Actitis macularius*: maçarico-pintado, *Tringa melanoleuca*: maçarico-grande-de-perna-amarela, *Tringa semipalmata*: maçarico-de-asa-branca, *Tringa flavipes*: maçarico-de-perna-amarela, *Arenaria interpres*: vira-pedras, *Calidris canutus*: maçarico-de-papo-vermelho, *Calidris alba*: maçarico-branco, *Calidris pusilla*: maçarico-rasteirinho, *Calidris minutilla*: maçariquinho, *Calidris himantopus*: maçarico-pernilongo, *Leucophoeus atricilla*: gaivota-alegre, *Sternula antillarum*: trinta-réis-miúdo, *Sterna hirundo*: trinta-réis-boreal, *Sterna dougallii*: trinta-reis- róseo, *Hirundo rustica*: andorinha-de-bando (FBC, 2017, PARECER GOLDOZ).

A Lei Municipal 634/2014 dispõe sobre a criação e delimitação da Área de Proteção Ambiental do Mangue da Barra Grande, uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, categoria que deveria compatibilizar o uso direto dos recursos naturais e a conservação da natureza, mas que na realidade é composta de propriedades particulares e terras da União. A APA apresenta seu zoneamento (ARIMATEA DA SILVA, 2012), e no Anexo I da supracitada Lei, que trata a área de suposta posse da Salina Nazaré como Z4, a mesma está designada como zona de recuperação. As três áreas são prioritárias para a conservação das aves ameaçadas na região continental da Área de Proteção Ambiental (Figura 18).

## Aves migratórias: áreas de reprodução de repouso

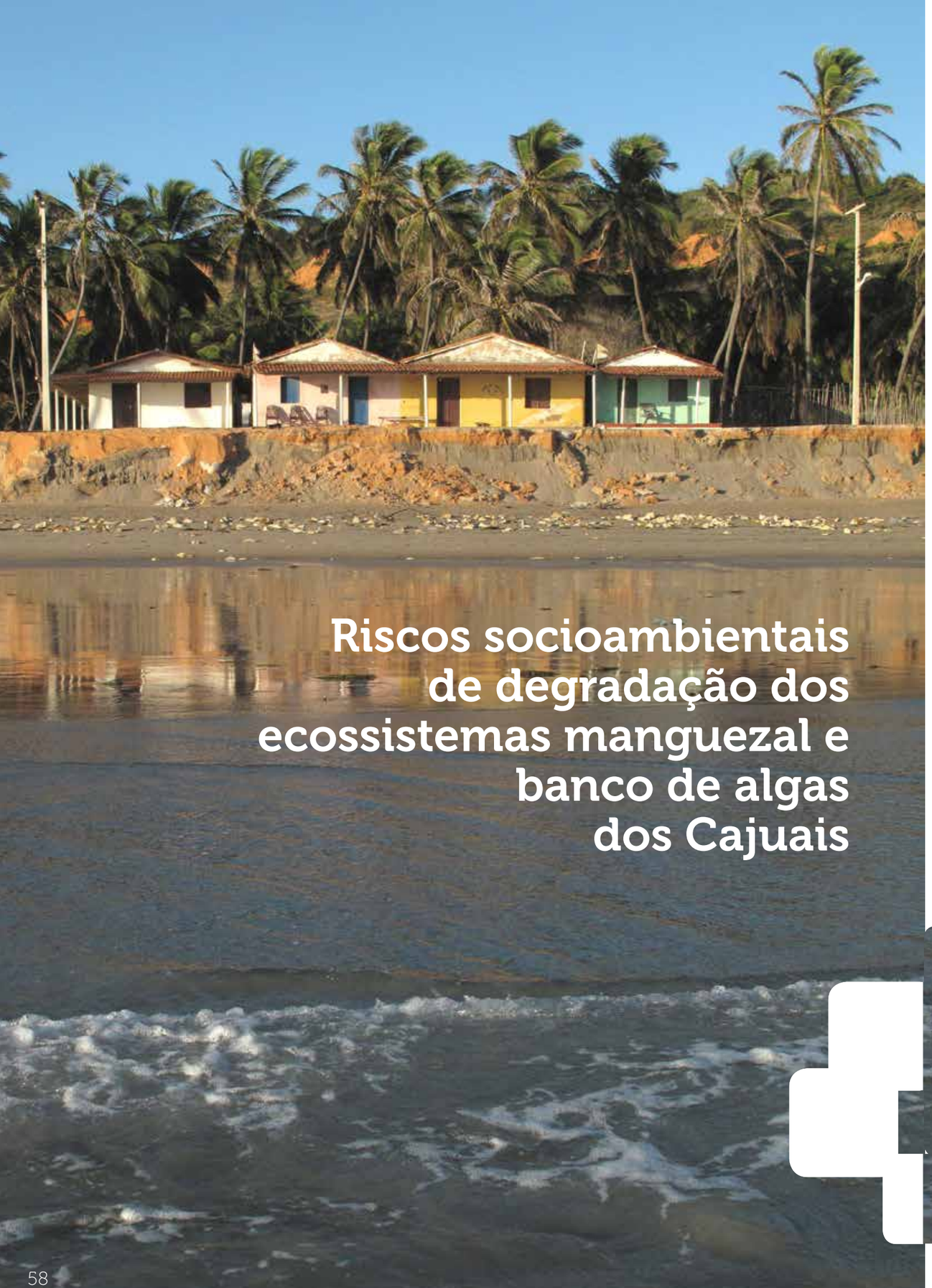
Figura 18 - Áreas relevantes para a conservação de aves ameaçadas de extinção (FBC, 2017).

A Área de Repouso 1 apresenta a maior abundância e diversidade, muito embora a Área de Repouso 2 tenha apresentado uma abundância notável nas estações migratórias dos últimos anos. Ao longo do tempo, as áreas potenciais de descanso, ou seja, que apresentam as condições e requisitos para abrigar as aves em período de maré alta, podem ter variações de acordo com mudanças na salinidade, mudanças climáticas ou mudanças no padrão hidrológico, que resultam num aumento do uso de áreas antes ignoradas. Para os propósitos urgentes da conservação, merece destaque a Área de Repouso 1, localizada na Salina Nazaré que, recorrentemente, abriga um número maior de indivíduos e espécies, principalmente aquelas ameaçadas de extinção. É necessário salientar ainda que toda a área da Salina Nazaré e suas adjacências são áreas de influência direta e indireta deste empreendimento, contendo uma importância ecológica extremamente relevante.

Considerando que a recuperação ambiental deva ocorrer de forma menos invasiva possível nessas áreas relevantes, bastaria retornar o fluxo hídrico ao seu curso natural, garantindo assim

os espaços necessários para que as aves migratórias não sofram perturbações em seu repouso e alimentação. Dessa forma, o ciclo migratório na região estaria perpetuado.

A existência e operação de empreendimentos salineiros e de carcinicultura, incompatíveis aos propósitos de conservação , aumentam o risco de extinção da fauna ameaçada, além de indutores da erosão costeira e salinização dos aquíferos. No presente Plano foram apresentadas ações e medidas para a recuperação ambiental e a retomada dos serviços ecológicos (ver item Ações do PMEMC).



# Riscos socioambientais de degradação dos ecossistemas manguezal e banco de algas dos Cajuais

Os riscos de degradação permanente do manguezal da Barra Grande podem afetar gravemente a biodiversidade caso não seja feita a recuperação do manguezal, das áreas de recarga do lençol freático e das áreas de domínio das práticas tradicionais de pesca e mariscagem. Os impactos cumulativos com o incremento da temperatura dos oceanos e dos extremos climáticos em andamento promoverão profundos danos socioambientais ao município (MEIRELES, et al., 2005). E estarão relacionados com:

1. Consolidação da fragmentação do ecossistema manguezal com a supressão de áreas antes ocupadas pelo domínio das marés. As áreas ocupadas pelas salinas, em parte abandonadas, potencializarão a economia pesqueira e os SE relacionados com a proteção da linha de costa contra extremos climáticos.

2. Extinção dos setores do ecossistema manguezal propícios à revegetação (antes ocupados pelo manguezal e substituídos pelas salinas e fazendas de camarão) e perda de biodiversidade. Trata-se dos setores que deverão ser priorizados para a recuperação do bosque de manguezal que, assim, elevarão os SE de provisão e regulação de nutrientes com resultados na qualidade socioeconômica das comunidades extrativistas.

3. Impactos ambientais negativos de elevada magnitude com a edificação das vias de acesso (para o tráfego de caminhões, escavadeiras e gruas de grande porte), introdução de materiais para terraplenagem com impedimento permanente do fluxo das marés e interferências na dinâmica de produção e dispersão de nutrientes. Ações que porventura ocupem os canais de maré, os terraços marinhos e as dunas bordejantes à linha de costa, inibirão a retomada da biodiversidade e agravarão a capacidade dos ecossistemas de disponibilizarem os SE para a qualidade de vida das espécies marinhas, a soberania alimentar e a economia extrativista.

4. Alterações dos componentes geoambientais (água, solo, morfologia, topografia e paisagem) com a introdução de estruturas artificiais que impeçam os fluxos de matéria e energia que também agravarão o atual estado de erosão da linha de costa, a salinização do lençol freático nos terraços marinhos e as atividades relacionadas com a produção de alimentos, extrativismo e abastecimento hídrico das comunidades.

5. Interferências locais nos ecossistemas de elevada fragilidade ambiental, relacionados com a dinâmica dos fluxos de energia e matéria controlada pelas conexões globais, afetarão a produtividade primária suporte para os ecossistemas continentais, estuarinos e marinhos. Impactos ambientais em um dos ecossistemas acarretarão colapsos e interferirão na produtividade dos sistemas ambientais por serem conectados pelas energias das marés e das ondas, dos ventos, da dinâmica do escoamento superficial (riachos, canais de maré, lagoas costeiras) e subterrâneo (aquíferos no tabuleiro, dunas e terraços marinhos) e da ação da gravidade na movimentação dos materiais sedimentares nas encostas das falésias. Romper a conectividade entre os ecossistemas vinculados à economia do município com a construção de estradas dentro do manguezal, continuidade da pesca predatória no banco de algas e na plataforma continental, incremento populacional sem o tratamento dos efluentes domiciliares e industriais, edificações sobre as dunas, exploração de areia nas encostas das falésias acarretarão perdas progressivas e interconectadas dos Serviços Ecossistêmicos.

6. O tráfego de veículos de grande porte, escavadeiras, gruas e tratores para construção e manutenção de vias, estruturas para o turismo industrial nas áreas de manguezais, dunas e terraços marinhos, já evidentes em áreas de preservação permanente (APP), potencializarão a impermeabilização do solo e, consequentemente, afetarão a disponibilidade dos recursos ambientais (água e nutrientes) para os olhos d'água, onde o peixe-boi se dessedenta. E, quando relacionados com as projeções de subida do nível do mar, agravarão a salinização do aquífero. As alterações que afetarão as lagoas de água doce nos terraços marinhos e a qualidade do solo para as atividades de subsistência também salinizarão a água doce fornecida pelos olhos d'água na plataforma continental para o peixe-boi.

7. Os danos ambientais relacionados com a supressão de áreas de alimentação e refúgio do peixe-boi marinho e das aves migratórias poderão colapsar a biodiversidade e afetar toda a cadeia alimentar. A recuperação dos ecossistemas degradados pelas salinas, fazendas de camarão, mineração de areia e argila nas falésias e a não utilização de agrotóxicos principalmente no tabuleiro, proporcionarão a retomada dos SE diretamente relacionados com as atividades econômicas do município e com as atividades extrativistas.

8. Risco de incremento da erosão costeira com a ocupação de áreas amortecedoras da energia das marés (planície fluviomarinha). A continuidade do desmatamento do ecossistema manguezal, a progressiva ocupação da faixa de praia no domínio das ondas e das marés e a degradação das dunas agravarão o déficit de sedimentos e, consequentemente, o avanço da erosão costeira. O colapso no fornecimento de areia já está avançado e foi constatada erosão contínua em todo o litoral do município e, com as projeção do IPCC relacionadas com a subida do nível do mar (em média 3,5 milímetros por ano), os SE relacionados com a provisão e regulação serão fundamentais para evitar colapsos econômicos decorrentes do turismo comunitário, de aventura, de esportes náuticos e científico. Além de agravar a qualidade da água subterrânea que abastece as comunidades pesqueiras.

9. Perda da eficiência dos ecossistemas classificados pelo IPCC como fundamentais para amenizar as consequências previstas pelo aquecimento global.

Essa sequência de danos ambientais e os prognósticos descritos acima foram definidos de forma qualitativa e orientada pelas pesquisas realizadas durante as oficinas e as informações sistematizadas nos 8 anos de atividades do Projeto ''De Olho na Água''. Nas ações previstas para a gestão integrada socioambiental do município, foram agrupadas de modo a proporcionarem os procedimentos técnicos e científicos e o envolvimento comunitário em todas as etapas, necessários para quantificar os procedimentos relacionados com a evolução da erosão costeira, contaminação dos aquíferos e melhoria da qualidade dos ecossistemas para a produção de alimento, moradia com qualidade e sustentabilidade das atividades extrativistas.

# Ações realizadas para a recuperação dos ecossistemas costeiros

As ações voltadas para a recuperação da qualidade da água e da biodiversidade e as atividades de educação ambiental foram planejadas e implantadas de acordo com os resultados das pesquisas científicas realizadas com a participação das representações comunitárias. Foram orientadas para fundamentar políticas públicas ambiental e socialmente sustentáveis.

As atividades efetivadas pelo Projeto "De Olho na Água" foram espacializadas de modo a conectar as representações comunitárias com a equipe técnica na produção do conhecimento. Esse Plano culmina com a síntese dessas atividades que, desde os primeiros passos, foram orientadas para as ações coletivas voltadas à qualidade ambiental e ao aprimoramento das práticas fundamentadas em justiça ambiental e social.

O Projeto demonstrou ser possível implantar instrumentos que proporcionaram saneamento básico, gestão das águas superficiais e subterrâneas com as cisternas de ferro cimento, diagnósticos e propostas de gestão das Unidades de Conservação, além de realizar oficinas para aprimorar processos pedagógicos emancipatórios, publicar livros, artigos científicos e cartilhas e possibilitou também o reflorestamento na mata de tabuleiro e nas áreas utilizadas pelas aves migratórias. Realizou seminários com educadores, estudantes e representações da administração municipal, elaborou perícias ambientais para orientar as discussões ambientais no Conselho Municipal do Meio Ambiente, em Instituições Estaduais e Federais do meio ambiente e na procuradoria do Ministério Público de Icapuí, promovendo a disseminação dessas ações pelas redes sociais. Além da fundamental importância da água como fio condutor de todos esses processos e instrumentos de melhoria da qualidade de vida, os meliponários distribuídos em 5 comunidades, estrategicamente definidas  para conectar os fluxos de biodiversidade, integraram os ecossistemas mata do tabuleiro e manguezais, levando pólen e contribuindo para a saúde das comunidades.

A grande contribuição do Projeto "De Olho na Água" foi desenvolver uma sequência de procedimentos planejados desde as  primeiras ações para minimizar os impactos ambientais  locais, auxiliar a resiliência dos ecossistemas e promover soberania alimentar e cultural orientada, em conjunto, ao enfrentamento das mudanças globais impostas pelas mudanças climáticas.

Foi demonstrada, técnica e cientificamente, a viabilidade da recuperação das áreas pertencentes à União, a efetividade ambiental e os ganhos socioeconômicos para o município com a retomada do bosque de manguezal. Foi possível ainda evidenciar a existência de materiais e equipamentos apropriados e de técnicos experientes para a elaboração do projeto executivo para o incremento da biodiversidade, da produtividade pesqueira, do controle da erosão e para o aumento do sequestro de dióxido de carbono na planície de maré do estuário da Barra Grande.

As funções ecológicas do manguezal serão potencializadas com a retomada dos fluxos de matéria e energia - fluxo das marés e correntes marinhas nos canais estuarinos, no delta de maré (banco de algas dos Cajuais) e a faixa de praia - restabelecendo a qualidade socioambiental em áreas de domínio das marés degradadas pela atividades salineira e a carcinicultura. Todas essas ações estão completamente associadas às recomendações e às metas definidas por diversos instrumentos de gestão integrada dos Biomas Mata Atlântica e Marinho-costeira, tanto em escala local quanto àquelas relacionadas aos acordos internacionais (das quais o Brasil é signatário) para enfrentar as consequências, projetadas e em andamento, decorrentes do aquecimento global.

As metas para o desenvolvimento operacional e o monitoramento para a recuperação do ecossistema manguezal (projeto executivo) também deverão evidenciar ações prioritárias nas áreas de reprodução e repouso das aves migratórias. Ressalte-se que esse conjunto de atividades, que resultará em melhoria da qualidade ambiental e de vida comunitária, também estará vinculado a processos geoambientais e ecológicos regionais e globais com o restabelecimento das conexões dos fluxos de matéria e energia relacionados com a base da produtividade dos ecossistemas costeiros.

O interesse da administração municipal em recuperar as áreas degradadas pelas salinas e carcinicultura e pelas atividades industrial e de monocultivos instaladas na planície de maré da Barra Grande – de preservação permanente e de domínio da União – é legítimo e relacionado com a retomada da biodiversidade, da produtividade pesqueira, do controle dos processos erosivos, da recarga dos aquíferos e do incremento do sequestro de dióxido de carbono. Um conjunto de funções ecológicas restabelecidas e potencializadas com o aumento do bosque de manguezal e vinculadas com a melhoria da qualidade de vida das populações.

# Gestão socioambiental e serviços ecossistêmicos

As unidades ambientais, interligadas pela dinâmica das águas, dos nutrientes e dos ecossistemas, proporcionam benefícios sociais, econômicos e culturais. O desmatamento do ecossistema manguezal, das dunas fixas e das encostas das falésias e a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, além do bloqueio, fragmentação e colapso no transporte de nutrientes e sedimentos, acarretam danos socioambientais que comprometem o frágil equilíbrio de todo o ecossistema. Os reflexos podem ser constatados através da perda de biodiversidade, da erosão do solo e das praias e da salinização dos aquíferos.

Nesse sentido e com a possibilidade concreta da retomada das funções e serviços ecológicos relacionados com a provisão, regulação e com os valores culturais, foram agrupadas ações e medidas integradas com a diversidade dos sistemas ambientais (ver figura 20). Especialmente elaboradas para auxiliar na recuperação dos bosques de manguezal e da mata de tabuleiro, no saneamento básico, na gestão das águas, na formulação de alternativas econômicas e no monitoramento, tais medidas e ações não só estabelecem objetivos e metas adequados ao enfrentamento às mudanças climáticas como também demonstram a sua urgência diante das consequências cada vez mais frequentes do aquecimento global.

As unidades ambientais de uso direto foram agrupadas de modo a identificar nesse Plano as técnicas, métodos e indicadores socioambientais para a formulação de políticas públicas, além de propostas de ações coletivas para educação ambiental e cultural inclusivas, participativas e libertadoras. E, diante da diversidade dos ecossistemas e da diversidade social, preparar a população local para intervir, com a urgência necessária, nas propostas de enfrentamento às mudanças climáticas (contínuas e aceleradas), tendo como referência as conexões estabelecidas a partir dos conhecimentos científico, popular, tradicional e étnico.

# Recuperação dos serviços ecológicos dos ecossistemas marinho e litorâneo

As contribuições dos participantes das oficinas foram agrupadas de modo a elevar a qualidade dos serviços ecológicos, principalmente aqueles que atuam como provedores e reguladores do cotidiano das populações extrativistas. Os efeitos das mudanças climáticas e as relações com os sistemas ambientais locais foram amplamente discutidos. Proporcionaram a sistematização dos eixos de planejamento e ação coletiva, agrupadas de modo a integrar as conexões ecológicas e socioeconômicas locais com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS - Agenda 2030) e as recomendações do Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas (IPCC) (Figuras 19 e 20) .

Os diálogos foram reveladores da necessidade de ações conjugadas com o poder público para a recuperação dos ecossistemas manguezal e do banco de algas. Foram agrupadas de modo a orientar o reflorestamento do ecossistema manguezal e o cultivo comunitário de algas. Nesse sentido, foi evidente a retomada dos serviços ecológicos relacionados com aumento da biodiversidade, proteção da costa contra extremos climáticos e a conservação dos aquíferos de água doce diante da salinização do lençol freático com a subida do nível do mar. O banco de algas, fundamental para a ecologia marinha regional, foi relacionado com a soberania alimentar, com arranjos produtivos locais e como ecossistema provedor da diversidade marinha.

A recuperação dos bosques de manguezal da Barra Grande e do Arrombado com o reflorestamento das áreas desmatadas (salinas e fazendas de camarão) demanda ações que resultarão no incremento da biodiversidade, na melhoria da produtividade pesqueira, no controle da erosão nas praias e da salinização dos aquíferos. Na Estação Ambiental Mangue Pequeno (EAMP) , onde foram produzidas mais de 110 mil mudas, foi possível aprimorar as técnicas de replantio com a recuperação de uma área com 9 hectares, local atualmente utilizado pelas aves migratórias, pela pesca e mariscagem.



## Ações para recuperação dos ecossistemas

1) Para efetivar a recuperação do manguezal não deverão ser permitidas quaisquer instalações que possam bloquear o fluxo das marés, fundamental para a ciclagem de sedimentos e nutrientes e a retomada da biodiversidade, da produtividade pesqueira e das atividades tradicionais de mariscagem e coleta de caranguejos.

2) Ampliar as práticas sustentáveis de cultivo de algas marinhas como estratégia de conservação da qualidade ambiental e do recrutamento de espécies marinhas, de área de repouso de aves migratórias e de alimentação do peixe-boi.

3) A produtividade dos cultivos de algas, a definição das áreas para o manejo integrado e as técnicas a serem empregadas para a produção familiar deverão ser associadas às práticas realizadas pelo Projeto "Mulheres de Corpo e Alga", sem a introdução de espécies exóticas.

4) Com a constatação da efetividade da produção de algas como parte da segurança alimentar e a geração de renda para as famílias de algicultoras, cabe evidenciar que as mudanças climáticas em andamento poderão alterar a dinâmica ecológica e a necessidade de definir novas áreas para o cultivo.

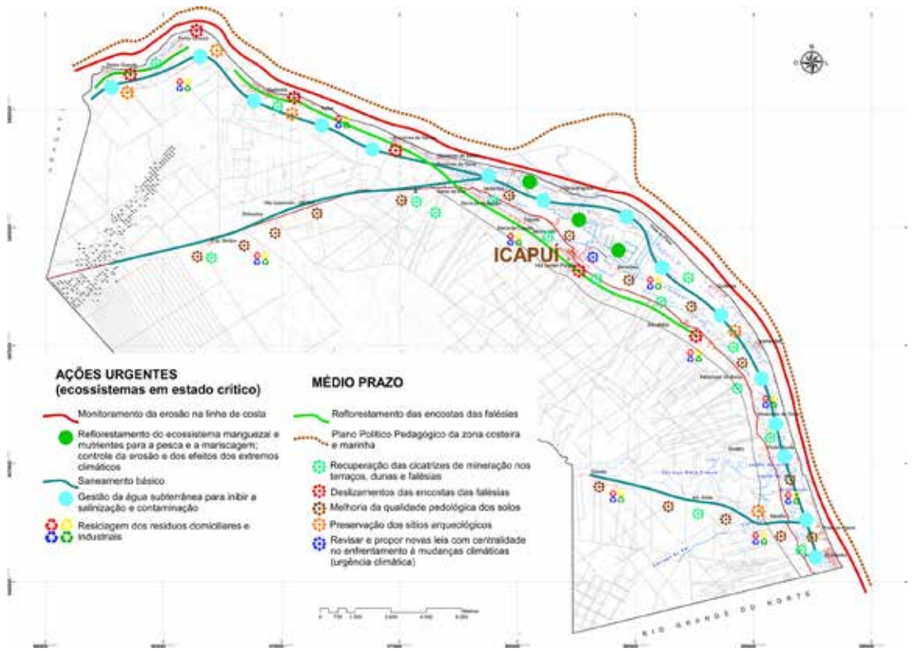



Figura 19 - As principais ações a curto e médio prazo para enfrentar as consequências locais (em andamento), desencadeadas pelo aquecimento global.

5) As alterações do clima poderão interferir nas propriedades da água e afetar a cadeia alimentar, o que requer um plano específico de monitoramento para acompanhar a dinâmica espacial e sazonal e a quantidade de algas disponíveis para as coletas de mudas e o cultivo em cordas.

6) O manejo do cultivo de algas deverá adequar as áreas produtoras àquelas utilizadas pelos pescadores e marisqueiras, pelo peixe-boi marinho e as aves migratórias, uma vez que atuam como sistemas produtivos e base das atividades tradicionais de pesca, mariscagem, lazer e ecoturismo.

7) Realizar o licenciamento para a produção familiar de algas com a participação direta de pescadores, marisqueiras e algicultores e, assim, formar uma rede comunitária de cultivo e monitoramento.
As ações de educação ambiental deverão estar voltadas para a formação de jovens produtores de algas, conscientes da importância do banco de algas para a socioeconomia.

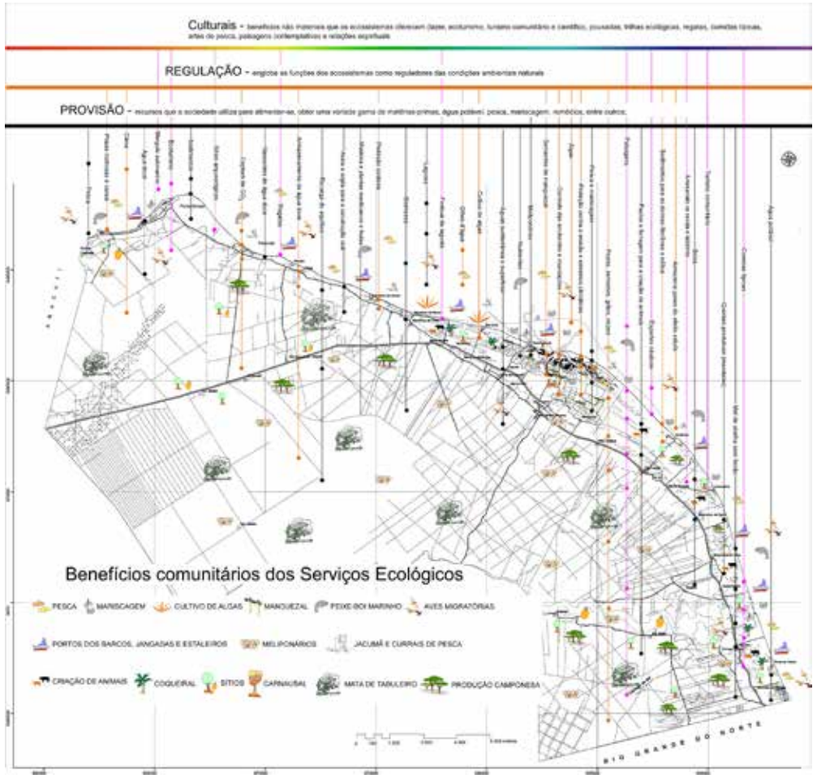



Figura 20 - Os principais serviços ecológicos de provisão, regulação e culturais nas zonas costeira e marinha e no tabuleiro litorâneo.



# Proteção dos aquíferos, lagoas costeiras e nascentes

A proteção dos aquíferos para assegurar a qualidade da água subterrânea é estratégica para os ecossistemas, o modo de vida comunitário e a economia municipal. As comunidades não só demonstraram a necessidade de ter garantido o direito ao acesso universal e equitativo à agua, como também definiram as ações para a redução da contaminação por meio do saneamento básico, da reutilização e ampliação das cisternas de ferrocimento e dos canteiros bio-sépticos.A gestão integrada e contextualizada com o ciclo hidrológico local e o fortalecimento da participação das comunidades litorâneas e camponesas em todos os níveis foram consideradas fundamentais para proteger, recuperar e monitorar os ecossistemas. Portanto, saúde coletiva relacionada com a qualidade dos serviços ecológicos.

## Ações para gestão e monitoramento

1) Evitar usos que possam incrementar a salinização dos aquíferos livres, aqueles que alimentam as cacimbas, poços artesianos, baixios, levadas de água doce e que sustentam a produção de alimentos e a socioeconomia. Ficou demonstrado que a impermeabilização do solo representa forte indicador de salinização de setores do aquífero, principalmente nas proximidades das áreas de moradia, na sede do município e nas áreas tomadas pelas eólicas. A erosão em todo litoral de Icapuí deverá também ser analisada como indicadora da salinização da água doce (Figura 21).

2) Os poços e cacimbas nas comunidades mais próximas da linha de costa, incluindo a sede municipal, variaram os seus níveis hidrostáticos de acordo com as oscilações diárias das marés. Durante a maré altas, a água salgada desloca a doce dos aquíferos costeiros, que literalmente sobem de nível (poços em Icapuí trasbordaram nos períodos de marés alta). Com a impermeabilização do solo e os extremos climáticos em andamento (diminuição da recarga e da disponibilidade de água subterrânea) e o aumento da demanda (crescimento populacional), a médio prazo a salinização da água doce pode alcançar toda a planície costeira, atingindo a água disponível nos terraços marinhos para o consumo humano e a provisão desse recurso para os ecossistemas. No segundo semestre, praticamente sem chuvas, a salinização deverá ser mais severa (as marés entrarão mais para o interior devido à baixa pressão do aquífero). A proteção

dos aquíferos e dos ecossistemas responsáveis pela recarga deverão ser protegidos de modo a não licenciar equipamentos que possam incrementar a impermeabilização do solo.

3) A cobertura vegetal representa um importante indicador de qualidade da água subterrânea. O reflorestamento do manguezal e da mata de tabuleiro, além de prover a biodiversidade para a produção de nutrientes e água para a teia alimentar, controla a entrada da cunha salina continente adentro, fortificando a barreira hidráulica no contato entre as águas doce e salgada, dificultando a penetração da água salgada para o interior da planície costeira.

4) Os resultados das análises de metais pesados das 20 amostras de organismos da fauna marinha coletados no banco de algas foram satisfatórios para arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio . Os resultados para uma amostra de lagosta, de siri, de carapicu, carapeba e silquiria apresentaram valores mais elevados que o permitido para o arsênio. Esses resultados, com potencial risco para a saúde humana, deverão ser analisados com mais detalhes, inclusive na sua relação com os hábitos alimentares, posição na cadeia alimentar e condições físico-químicas da água do mar, do estuário e do solo. De acordo com Virga, et al. (2007) e Silva et al., (2016), é importante realizar estudos sobre a especiação do arsênio em peixes para a avaliação de risco de consumo (a maioria do arsênio total encontra-se na forma orgânica que é menos tóxica que a inorgânica).

5) Os serviços ecológicos, que provêm água para as atividades produtivas, foram fortemente regulados pela sazonalidade climática: no segundo semestre o nível hidrostático do lençol freático fica mais profundo. Com a retomada das precipitações no primeiro semestre, as lagoas costeiras reaparecem. Nas nascentes no sopé dos morros os aquíferos afloram e lançam água doce para os baixios de canavial, coqueiros, produção de frutas e hortaliças, dessedentarização dos animais e para formação do solo.

6) As ações de gestão e monitoramento dos aquíferos deverão ser amplamente debatidas em cada comunidade, com os diversos segmentos sociais e as representações de instituições públicas e privadas. Os regimentos e leis da administração municipal deverão ser territorializados, revisados e atualizados diante da necessidade de ações concretas para a melhoria da qualidade da água, e retomada da biodiversidade e da economia comunitária.

7) A descarga de água subterrânea na plataforma continental (os olhos d'água que dessedentam com água doce o peixe-boi marinho) deverá



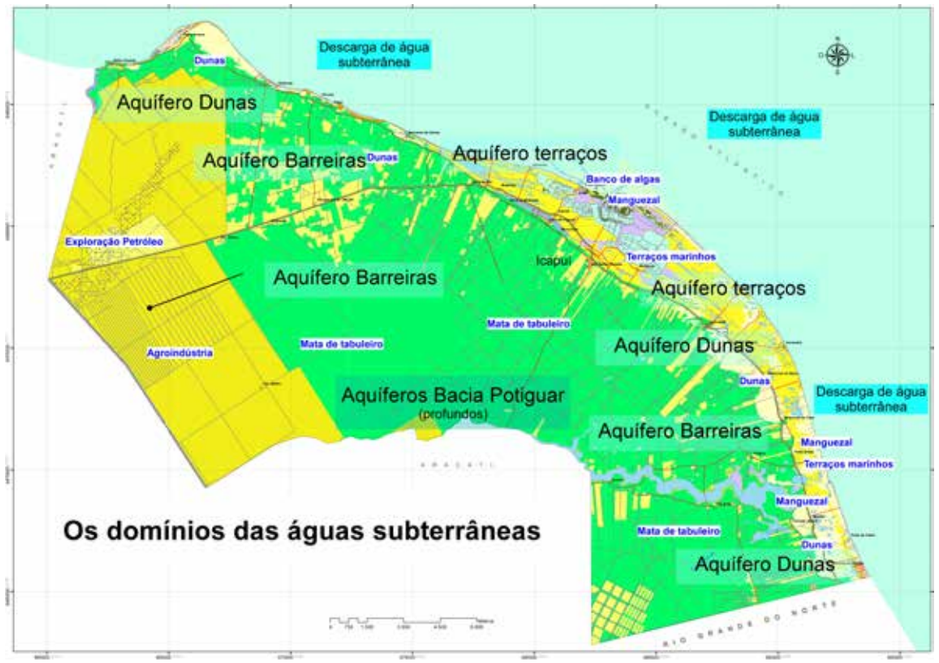


Figura 21 - Principais aquíferos do município de Icapuí.

ser monitorada. O conhecimento do território marinho por parte dos pescadores e marisqueiras orientará a definição das áreas prioritárias para o monitoramento, onde a qualidade da água doce, por causa dos níveis de contaminação por efluentes domiciliares e salinidade, fica extremamente comprometida no habitat dos mamíferos marinhos. A salinização dos aquíferos litorâneos, como previsto pelo IPCC e constatada em Icapuí, poderá alterar profundamente a ecologia da plataforma continental onde habita o peixe-boi: a salinização das águas continentais subterrâneas levará a água doce, cada dia mais salina, para os olhos d'água onde ocorrem as descargas de água subterrânea no mar.

## Saneamento básico e coleta dos resíduos

O saneamento universal deverá ser a meta prioritária para a qualidade de vida de todas as espécies. As ações foram relacionadas com a saúde coletiva e para garantir acesso a serviços básicos com água

potável, equidade e ecossistemas livres de resíduos contaminantes. É evidente a necessidade de ampliar as ações do Projeto "De Olho na Água" relacionadas com o saneamento dos efluentes domiciliares e a recuperação dos bosques de manguezal e mata de tabuleiro. São necessários também ajustes no orçamento municipal para o monitoramento continuado da qualidade da água e evolução das ações para a não salinização do lençol freático em andamento.

## Metas para o saneamento universal

1) Os canteiros bio-sépticos e as cisternas de ferrocimento, implantados em 8 comunidades, atuaram como forte indicador de saúde coletiva e para a retomada da qualidade dos ecossistemas. Os primeiros equipamentos de tratamento dos efluentes por biorremediação e manejo das precipitações (cisternas de ferrocimento), implantados há mais de 8 anos e que em seu conjunto somam mais de 600 unidades de cada, proporcionaram o bloqueio dos contaminantes das águas subterrâneas e a segurança hídrica.

2) Os elevados níveis de contaminação da água pelos efluentes domiciliares ainda persistem, principalmente nas áreas próximas das vilas e da sede municipal. As práticas de saneamento realizadas pelo projeto "De Olho na Água" deverão ser incorporadas às políticas públicas.

3) A coleta seletiva e a disposição adequada dos resíduos deverão ser centrais nas propostas de políticas públicas socioambientais, de saúde, de educação e econômicas. As ações deverão transpor as práticas prescritivas. Investimentos públicos para operacionalizar a coleta seletiva, saneamento básico universal e educação ambiental inclusiva reverterão os recursos financeiros públicos em serviços ecológicos conectados com os demais ecossistemas que provêm saúde coletiva e biodiversidade.

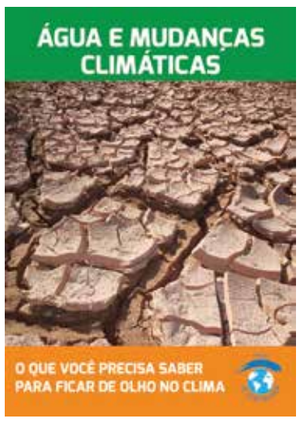
4) Devido à elevada disponibilidade de águas subterrânea e superficial e sua fundamental importância para os ecossistemas e a socioeconomia municipal, os procedimentos para implantação do aterro sanitário, controlado, e incinerador são necessários e urgentes.

5) Uma prioridade que se impõe é a reavaliação dos procedimentos administrativos e regimentais para a redução, reutilização e reciclagem dos resíduos municipais. O atual lixão deverá ser transferido para local mais adequado, uma vez que se encontra na zona de recarga do aquífero nas proximidades da sede municipal e na direção que o fluxo subterrâneo toma para alimentar as nascentes no sopé dos morros, das áreas úmidas (baixios), riachos, lagoas e o manguezal da Barra Grande.

6) A crescente contaminação das águas superficiais, dos ecossistemas continentais e marinhos com microplásticos deverá ser fortemente estruturada. Faz-se necessário reorganizar os procedimentos municipais de coleta e reciclagem. Uma excelente meta é a eliminação do uso de plásticos no comércio (sacolas, principalmente) para alcançar, a médio prazo, o "plástico zero".[5]

# Produção de energia limpa, ambientalmente adequada e socialmente justa

As alternativas energéticas foram relacionadas com o potencial eólico e fotovoltaico de Icapuí e associadas com a produção de energia ambiental e socialmente justa. Foi constatado que a velocidade dos ventos e a insolação poderão sustentar a demanda de energia elétrica com acesso universal e com preços acessíveis. A produção de energia limpa deverá ser implantada através de política pública que possa fornecer energia elétrica com eficiência, menor custo final e investimentos locais para aerogeradores e placas fotovoltaicas comunitários. Além da definição das ações comunitárias e do poder público para minimizar os impactos socioambientais das eólicas licenciadas para empresas nacionais e transnacionais (dissociadas da demanda local), foi também registrada a urgência de uma política pública para incentivar a produção comunitária de energia eólica e fotovoltaica para atender as demandas locais.




## Ações para a implantação de energias renováveis

1) O potencial para a produção de energia eólica da planície costeira e do tabuleiro deverá ser analisado como fundamental alternativa para minimizar o consumo de energia proveniente da queima de combustíveis fósseis, das termoelétricas a carvão mineral e das hidrelétricas.

[5] "Da fossa das Marianas, no Oceano Pacífico, aos Alpes, das praias de Fernando de Noronha às grandes metrópoles, os microplásticos estão em toda parte, em geral sem serem vistos. Análises cada vez mais detalhadas apontam para o caráter onipresente desses fragmentos, esferas, pedacinhos de filmes ou de fibras de plástico com até 5 milímetros de diâmetro ou extensão e frequentemente micrométricos. Eles já foram encontrados não apenas no ar que se respira, em ambientes terrestres, marinhos e reservas de água doce, mas também na água de torneira e engarrafada, no sal marinho, no mel, na cerveja, nos frutos do mar e em peixes consumidos pelo homem e, por consequência, nas fezes humanas." Fonte: Pesquisa FAPESP https://revistapesquisa.fapesp.br/2019/07/08/a-ameaca-dos-microplasticos/

2) Os impactos ambientais provocados pelas eólicas - ruídos, exclusão das áreas ocupadas pelos aerogeradores para as atividades de produção familiar, vibração das torres, interferências nos aquíferos e nos ecossistemas das aves migratórias, e as relacionadas com os territórios de domínio das práticas tradicionais de pesca e mariscagem - deverão definir setores de exclusão das torres de captação da energia dos ventos com a preservação dos bosques no tabuleiro e manguezal.

3) O manguezal, o banco de algas dos Cajuais, a praia, as flechas de areia, as dunas bordejantes à linha de costa, a borda das falésias, as margens dos estuários e as lagoas costeiras deverão ser preservados (ecossistemas livres de aerogeradores), devido ao seu elevado potencial de biodiversidade e de qualidade dos serviços ecológicos.

4) Produzir energia eólica e solar de modo a não interferir na acessibilidade dos ecossistemas responsáveis pela produção de alimentos, na dinâmica das ondas na linha de costa e no fluxo das marés nos estuários, na fonte de sedimentos para as derivas litorânea (nas praias) e eólica (dunas fixas e móveis) e nos fluxos gênicos entre as lagoas, riachos, nascentes, manguezais e banco de algas.

5) O potencial eólico de Icapuí, com ventos com velocidades que podem ultrapassar os 11m.s-1, deverá ser utilizado para a geração de energia para as comunidades litorâneas e camponesas. Os locais para a instalação dos aerogeradores deverão ser relacionados com as alternativas locacionais, os impactos cumulativos e as tecnologias de baixo impacto ambiental.

6) A proposição dos administradores municipais para a formulação de políticas públicas para energias limpas deverá levar em conta as cartografias sociais (Atlas Socioambiental de Icapuí) e os territórios de uso coletivo, principalmente o banco de algas, o manguezal, as lagoas costeiras, as dunas e falésias.

7) As comunidades camponesas localizadas no tabuleiro litorâneo foram aquelas com maior potencial socioambiental para a produção de energias eólica e solar. Estão geograficamente mais afastadas das áreas de preservação permanente (APP) e do fluxo das aves migratórias (as mais próximas da borda do tabuleiro estão no caminho das aves migratórias).

8) A produção das energias eólica e solar deverá ser planejada de modo a atender as demandas por energia das atividades comunitárias relacionadas com a pesca e a produção camponesa, pousadas, comércio, pequenas indústrias e frigoríficos e os órgãos da administração municipal. Para atender a demanda de cada uma das comunidades e da sede municipal, o potencial eólico e solar, tanto no litoral como no tabuleiro, é suficiente.

Figura 22 - Deslizamento na escarpa da falésia durante as chuvas de abril de 2018.

# Erosão costeira, movimentos de massa nos morros (deslizamentos) e perda de solo

Os indicadores locais de erosão generalizada na linha de costa e a salinização do lençol freático foram critérios para as ações de enfrentamento às mudanças climáticas. A erosão do sopé das falésias (Figura 22), conjugada com as construções irregulares e desmatamentos e provocada pelas ondas nas marés altas, possivelmente foi indutora de deslizamentos, criando novas áreas de risco. Os mecanismos administrativos e a mobilização social devem incluir o clima na centralidade das políticas públicas. A recuperação dos serviços ecológicos para o controle da erosão e dos deslizamentos deverá ocorrer com a retomada do bosque de manguezal original e o reflorestamento das encostas dos morros. Recuperar esses sistemas ambientais é promover e reforçar a resiliência dos ecossistemas marinho e continental. A evolução da linha de costa de Icapuí para os últimos 35 anos deverá servir de fundamento para a continuidade do monitoramento e elaboração de prognósticos diante da subida do nível do mar provocada pelo aquecimento global.

## Critérios para as ações de enfrentamento às mudanças climáticas

1) A definição da erosão nas praias constatou comportamento progressivo em vários setores. Entre as praias de Barrinha e Redonda encontra-se o trecho mais grave. As consequências sociais, ambientais e econômicas foram relacionadas com a remoção de famílias, a destruição de moradias e escola, perda de balneabilidade e com perigos de acidentes nos vários paredões (muros de enrocamento) na faixa de praia. Com a subida do nível do mar em andamento, esse cenário tenderá a se agravar.

2) O "Relatório Especial do IPCC", publicado em 2019, constatou que a subida do nível do mar está em marcha anual de 3,55 mm. Levando-se em conta esse ritmo e a relação da linha de costa com os serviços ecossistêmicos colapsados, principalmente o desmatamento do manguezal pela carcinicultura e salinas, no final do século XXI a subida poderá alcançar 28,4 centímetros.

3) Para avançar na gestão costeira integrada, essa é a meta que deverá ser inevitavelmente estabelecida: recuperar o ecossistema manguezal, proteger as dunas e especialmente as que estão sobre as falésias e o tabuleiro e não edificar e impermeabilizar a zona de berma (reserva estratégica de areia para as ondas).

4) A areia proveniente das dunas para a faixa de praia (pontais) e a permeabilidade do solo para a contínua recarga dos aquíferos (que afloram em lagoas costeiras) amortecem a erosão das praias e demarcam o limite da salinização do lençol freático (impede a intrusão da água salgada continente adentro) (Figuras 23, 24 e 25).

5) Enfrentar a erosão costeira com a proteção e recuperação dos serviços ecológicos alcançará, a médio prazo, níveis elevados de nutrientes para melhorar a produtividade pesqueira, a renda familiar e a proteção dos aquíferos.

6) Em 13 de abril de 2018 choveu 255mm em Icapuí num curto período de 24 horas.. Foram registradas inundações em várias comunidades e na sede municipal. As vias de acesso entre as comunidades (corredores) foram bloqueadas pela água e turbulência dos riachos. Ocorreram vários deslizamentos, obras e equipamentos públicos foram danificados.

Figura 23 - Trechos do litoral com erosão e os níveis de prioridade. A erosão da linha de costa pode alterar a qualidade da água subterrânea.

7) As ações de reflorestamento incrementam a produção de nutrientes, provedores de biodiversidade nos solos, da qualidade pedológica e da água doce, que resultará também na maior produção de alimentos e da renda familiar.

8) Definir e implantar um conjunto de políticas destinadas à produção agroecológica. As técnicas para a produção de comida de verdade, advindas do conhecimento ancestral dos camponeses com as práticas de gestão dos solos e das águas, deverão ser integradas com a agroecologia, os quintais produtivos e a agricultura familiar, aliadas aos conhecimentos científico e da permacultura.

Figura 24 - Erosão na praia de Ponta Grossa. De acordo com a evolução da faixa de praia, esse trecho foi o que mais recebeu sedimentos provenientes das dunas até 2017. O aporte de areia das dunas de Ponta Grossa cessou e a resposta foi erosiva, nas flechas de areia diante da comunidade.

Figura 25 - A duna cobria a falésia viva até meados de 2018, quando ocorreu colapso de areia e reflexo erosivo em Ponta Grossa.

# Turismo comunitário e científico

A planície costeira de Icapuí está repleta de indicadores geoambientais e ecológicos que revelam a origem e evolução dos sistemas ambientais marinhos e continentais: processos dinâmicos regidos pela ação dos ventos, das marés, das correntes marinhas, dos fluxos estuarinos e lacustres e das variações do nível hidrostático nos aquíferos. A dinâmica pluvial e a erosão das ondas formaram as falésias, enquanto que as gerações de dunas proporcionaram informações sobre a fonte dos sedimentos e as oscilações do nível do mar. As marés entrando nos canais originaram as condições ambientais para o desenvolvimento dos manguezais da Barra Grande e Arrombado e do banco de algas dos Cajuais. As comunidades, ao fazer parte e intervir nessa dinâmica local, foram beneficiadas pelos serviços ecológicos e tiveram garantidos o modo de vida, cultura e economia. As complexas conexões locais entre os ecossistemas realizadas pela água estruturaram os preceitos teóricos e empíricos das atividades de educação ambiental contextualizada praticadas pelo Projeto "De Olho na Água" e foram fundamentais para incrementar a participação comunitária de forma sustentável nos arranjos produtivos locais. Nesse sentido, os serviços ecológicos culturais foram definidos com a finalidade de potencializar o turismo comunitário e científico. Foram analisados enquanto fluxo de pessoas, de equipamentos e arranjos produtivos, atraídos pela diversidade de paisagens e ecossistemas, para o desenvolvimento de práticas socialmente justas e ambientalmente adequadas.

## Ações para o planejamento

1) Diagnóstico ambiental e socioeconômico integrado, com foco nos principais atrativos e geossítios, objeto das modalidades de turismo comunitário e científico. Evidenciar o potencial dos biomas Mata Atlântica e Costeiro-marinho, dos componentes geológicos, hidrológicos, geomorfológicos, ecológicos e culturais.

2) Elaborar um panorama das modalidades de turismo com representação em mapas temáticos com os componentes geológicos, ecológicos, arqueológicos, geomorfológicos, hidrológicos, da fauna e flora e, assim, definir estratégias para os planos locais.

3) Cursos temáticos para gestores, empresários, técnicos, professores e estudantes, visando a implantação e desenvolvimento de atividades turísticas, tendo na educação ambiental contextualizada a base para a formação de professores e estudantes das escolas públicas a partir de metodologia relacionada com as práticas e os atrativos turísticos.

4) Elaborar e implantar redes e conexões locais, nacional e internacional, pautadas nos fluxos de turistas e no potencial de suporte dos atrativos e meios de hospedagem.

5) Disponibilidade, delimitação, monitoramento e gestão das trilhas ecológicas integradas com os mapas temáticos, zoneamento ambiental e de serviços turísticos (produto que deverá resultar das oficinas de planejamento e gestão turística e ações de educação ambiental) (Figura 26).

6) Publicação de livros, cartilhas, cartazes e documentários para divulgação do potencial turístico, fruto de política pública específica para as atividades, formação técnica e de educação ambiental nas escolas.[6]

Figura 26 – Roteiros de turismo comunitário e científico.

[6] Nas cartilhas publicadas pela FBC constam roteiros ecológicos definidos pelas comunidades. Foram realizadas formações de guias turísticos para as atividades de guiamento e os procedimentos relacionados com a conservação das trilhas.

7) A dinâmica ambiental e socioeconômica deverá ser monitorada tendo em vista os impactos detectados nos ecossistemas e a evolução dos indicadores de mudanças climáticas descritos nesse plano (ver as Figuras 2, 17 e 19).

8) Os transectos lineares propostos abrangeram os setores com indicativos de alterações ambientais, culturais e econômicas que poderão ser agravadas com a subida do nível do mar e, consequentemente, a salinização severa dos aquíferos e a perda de biodiversidade (Figura 27).

9) O banco de dados do Projeto "De Olho na Água" contém os mapas temáticos, imagens de satélite, áreas reflorestadas, qualidade da água e a evolução da linha de costa relacionada com a erosão na faixa de praia. Portanto, um conjunto de dados para avaliação continuada da evolução ambiental dos ecossistemas e elaboração de cartografias temáticas para espacializar as ações relacionadas com a implantação e gestão do plano.

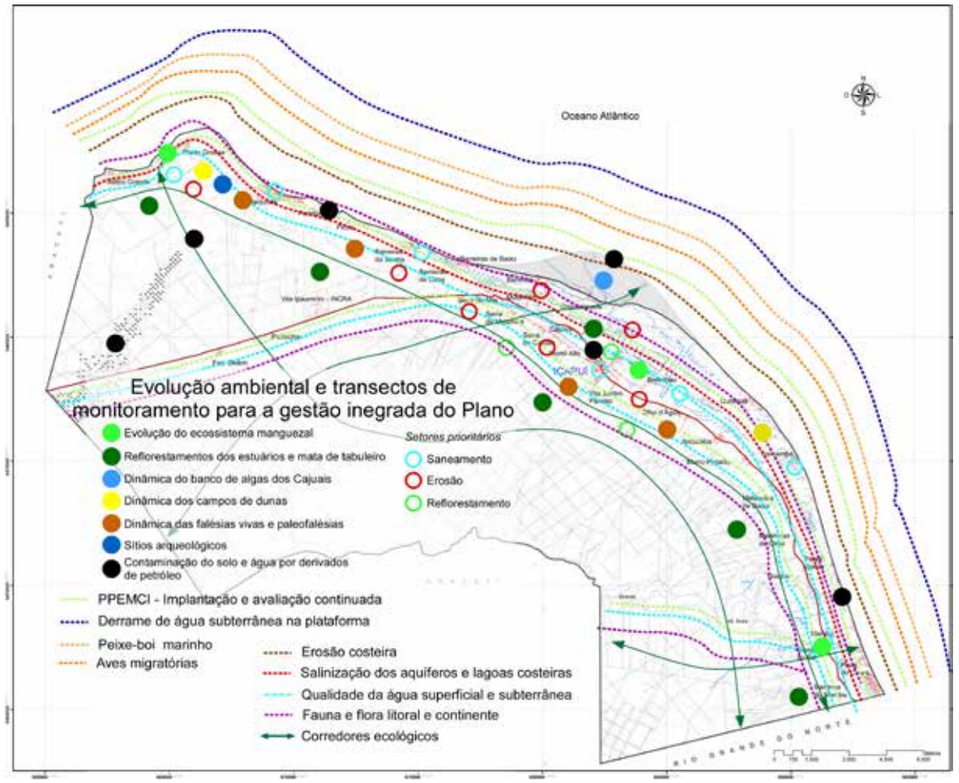



Figura 27 - Monitoramento dos indicadores locais de variação do nível do mar, qualidade da água dos aquíferos, erosão costeira e da retomada da biodiversidade.

# CONCLUSÃO

As ações definidas coletivamente nesse documento foram contextualizadas para estruturar o primeiro plano de enfrentamento às mudanças climáticas de um município do litoral brasileiro. Trata-se de um instrumento de integração do poder público municipal, das comunidades tradicionais pesqueiras, marisqueiras e camponesas, de representantes dos setores produtivos e da sociecdade civil, visando a redução das emissões de contaminantes da atmosfera, do solo, da água e dos ecossistemas. As elevadas emissões globais foram provenientes do desmatamento das florestas, das emissões de $CO^2$, da queima de petróleo e das mudanças no uso da terra com extensos monocultivos. Localmente, foram analisadas com a definição dos componentes geoambientais, ecológicos e as relações sociais com a natureza.

A metodologia foi definida por abordagem interdisciplinar e participativa, conduzida pelas conexões entre os conhecimentos tradicional e científico. Foi nas oficinas que as representações dos variados segmentos da sociedade icapuiense definiram os serviços ecológicos, analisados como provedores e reguladores do modo de vida comunitário. São procedimentos fundamentais para a compreensão da dinâmica cultural dos povos do mar e dos camponeses.

Os relatórios elaborados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) constataram mudanças profundas nas conexões entre os continentes, os oceanos e os fluxos globais na hidrosfera, atmosfera, biosfera e nas relações sociais. A centralidade climática deverá ser global para a temperatura do planeta não ultrapassar 1,5° acima da temperatura média global no final do século XXI. Essa escala da mudança é sem precedentes, limitar o aquecimento a 1,5°C em vez de 2°C. É preciso ter zero emissões líquidas de carbono por volta do meio do século. Nesse sentido, os cenários para controle do aquecimento dependem da remoção do carbono e todo o mundo – países, cidades, empresas, indivíduos – precisa se envolver, sem demora.

Para auxiliar na discussão introduzida nesse Plano e aprimorar o diagnóstico socioambiental e as ações para a gestão dos ecossistemas marinhos, costeiros e continentais, faz-se necessário ampliar o debate. Os processos abordados, introdutórios, foram agrupados para territorializar a discussão sobre o clima e apontar para novas e urgentes formas de gestão integrada com a recuperação, proteção e conservação dos ecossistemas. A água foi tratada como a grande provedora dos serviços ecológicos municipais e deverá ser o ponto de partida para enfrentar as mudanças globais. Chegou a hora de avançar coletivamente com as ações locais, iniciadas pela importante contribuição da juventude ambientalista de Icapuí e animada pelos professores das escolas públicas municipais.

# Participantes das oficinas para a elaboração do Plano por comunidade

Facilitadores: Prof. Jeovah Meireles, André Luiz Braga, Ana Paula da Silva Lima e José de Arimatea da Silva.

Período: julho 2018
Comunidades: Ponta Grossa, Retiro Grande e Redonda

1. Luana Rebouças Pinto-Técnica SEDEMA
2. Carla Paz Bezerra
3. Mari Cecília Silvestre
4. Eliabe Crispim
5. André Luís Silva
6. Jeovah Meireles
7. Eliabe Crispim da Silva
8. Miqueias Ferreira da Silva
9. Nemias Crispim da Silva
10. Gean Pereira da Silva
11. Maria Vanessa Crispim

Período: julho de 2018
Comunidades: Córrego do Sal, Barrinha de Manibu, Arisa, Assentamento Vila Nova, Melancias de Cima, Vila União

01. Ana Marize Alves da Silva
02. Maria Luzia Germano
03. Janice Jerônimo de Souza
04. Marina Lúcia Souza German
05. Ana Paula da Silva
06. Emiliana Marques Rebouças
07. Lúcia de Fátima Silva
08. Francisca de Souza
09. Maria Jucileide Souza
10. Maria Naiara de Souza
11. Pedro de Souza Rêgo
12. José Leandro de Souza Silva
13. Alice Luana Freire Campos
14. Maria Ediglene da Silva
15. Maria das Graças da Silva
16. Antônia Janaína Lima
17. Antônia da Silva-
18. Maria Aurineide Lima
19. Maria dos Anjos Souza
20.Lúcia Regina Leite dos Santos
21. Maria Nasirene Lopes do Nascimento
22. Milton José do Nascimento
23. Maria de Lourdes Paulino Rebouças
24. Maria de Lourdes Silva
25. Maria Unice Souza
26. Francisca Batista Andrade (Francineide)

Período: outubro 2918
Comunidades: Ibicuitaba, Quitérias, Tremembé, Melancias de Baixo e Morro Pintado

01. Maria de Fátima Oliveira
02. Nicácia de Souza Rebouças
03. Herlene Fernandes Rebouças
04. Samuel Rebouças
05. Carlos Daniel
06. José Wilson da Silva
07. Luana Lúcia de Oliveira
08. Cláudio Lucas Alves Rebouças
09. Caroline de Lima Paz
10. Fábio Victor da Silva Cruz
11. Elinayara Nogueira Rodrigues
12. Viviane da Silva Souza
13. Caroline de Lima Paz
14. Henrique Gabriel de Sousa Maia

Período: dezembro 2018
Comunidades: Barreiras de Cima/Barreiras de Baixo/Vila Nova

1. Cleison Barbosa
2. Francisco Bruno Rufino
3. Jarbas Platini Barreto
4. Sabrina Kelly Barreto
5. Marcilio Barbosa
6. Edivânio Costa de Jesus
7. Neide Rodrigues
8. Nailson Souza
9. Maria Dolores Rodrigues
10. Maria José Rufino da Silva
11. Taís Torquato da Silva
12. Carol Barbosa da Silva
13. Aurene Barbosa de Souza
14. Joana Darc Souza
15. Artur Barreto
16. Valda Rufino
17. Rejane Braga
18. Maria Dênia da Silva

Período: janeiro 2019
Comunidade: Picos

01. Elizabeth Catarina Braga
02. Sílvia Helena Coelho da Silva
03. Maria Neusa dos Santos
04. Olga da Silva
05. Adriano Reis Braga
06. Aldênia dos Santos
07. Ricardo Araújo Diogo Siqueira
08. Reginaldo Rui Braga
09. Antônio André dos Santos

Período: março 2019
Comunidade: Peroba

01. Cesanildo José da Silva
02. João Batista da Silva
03. Simões José da Silva
04. Arthur Viana dos Santos
05. Francisco Pereira da Cruz
06. Cosmo Viana Braga
07. Francisco Daniel da silva
08. Carliane Viana

Período: abril de 2019
Comunidade: Nova Belém/CVTP

01. Leila Liliana Pereira de Lima
02. Geraldo Rodrigues da Silva
03. Davi Felix da Silva
04. Maria Leilane Santos
05. Josiane Félix de Oliveira
06. Arlini Reinaldo da Silva
07. Edilma Germana da Silva
08. Gabriel dos Santos Arruda
09. Pedro Henrique da Silva
10. Caroline Lima da Silva
11. Rammon André Silva
12. Gustavo Gomes
13. Micael Lima Gomes
14. Lucilene Barreto da Silva
15. Carliane Santos de Sousa
16. Suiane Rodrigues da Silva
17. Karine Marques Freitas
18. Alberto Soares da Silva
19. Alvanete Amâncio Souza
20. Bruna Rodrigues Silva
21. Raissa Germano Batistas
22. Cleilson da Silva Alves
23. Ana Rana Silva
24. Ana Beatriz Paz
25. Rayanara Viana da Silva
26. Edilberto Araújo
27. José Sousa Alves

Período: maio 2019
Comunidade: Assentamento São Francisco

01. José Rodrigues Maia
02. Maria Helena da Silva
03. Lúcia Maria Severo

04. Mirian Silva
05. Cristilene de Oliveira Crispim
06. Zacarias Crispim da Silva
07. Jerônimo Nunes da Silva
08. Lucileide Nunes de Oliveira
09. Maria José da Silva Lima
10. Ariel Oliveira da Silva
11. Rosileide Nunes de Oliveira
12. Luis Ricardo Silva de Oliveira
13. Flávia de Goes Silva

Período: junho de 2019
Comunidade: Incra

01. Maria das Dores da Silva
02. Sandra Maria Bezerra Braga
03. Maria Josenaide da Silva
04. Maria Ivonete Rodrigues da Silva
05. Median Francisca da Silva
06. Lúcia Maria Braga
07. Raimunda Cruz

Período: maio de 2019
Comunidade: Serra de Mutamba

01. Camila Jakeanne Chaves Leitão
02. Elineude da Costa
03. Márcia Maria Sores
04. Renata Braga Floriano
05. Audilene Amâncio da Silva
06. Rejane Silva Rodrigues
07. João Pedro Rodrigues
08. Evenilda Maria Ribeiro Fernandes
09. Cláudia Robéria da Silva
10. Deusilene da Silva Barbosa
11. Maria Tânia da Silva
12. Josinete Ferreira da Silva
13. Ana Amélia da Silva
14. Maria Lúcia da Silva
15. Carol Rebouças da Silva
16. Maria José de Soares Lourenço
17. Washinton da Silva
18. Mariane da Silva Soares
19. Zélia Maria Marques de Sousa
20. Cláudio Alberto Barbosa Bezerra

Período: agosto 2019
Comunidade: Serra de Cajuais

01. Maria Conceição Uchôa
02. Maria Isabel Uchôa
03. Maria do Carmo Uchôa
04. Paulo José Holanda
05. Manuel Bezerra da Costa
06. Francisco João de Oliveira
07. Lizandra Uchoa da Cruz

Período: setembro 2019
Comunidades: Requenguela/Barrinha de Mutamba/Cajuais/Berimbau/Centro/Morro Alto

01. José de Arimatea da Silva
02. Damiana Alves de Além
03. Maria Clara Alves de Além
04. Maurício Sabino da Costa
05. Maria Salete da Silva Barbosa
06. Aldeneide Maria da Silva
07. Maria Marli da Costa
08. Lizandra Emanuelle da Costa
09. Aline Ferreira da Oliveira
10. Maria de Fátima Pereira
11. Dominique Barbosa Pereir
12. Alan Oliveira Giotti
13. Alex Silva Oliveira
14. Ronilson Silva de Deus
15. Adriano Pedro da Costa
16. Wladson da Costa
17. Zenilde Pereira
18. Ana Paula da Silva Lima
19. Elismar Freitas
20. Elineide Freitas

Período: setembro 2019
Comunidade: Gravier

01. Maria Clara de Oliveira Souza
02. Maria das Graças de Oliveira
03. Maria Oliveira
04. Danila de Oliveira Monteiro
05. João José de Oliveira
06. Daniele Monteiro de Oliveira
07. Daiane de Oliveira Monteiro
08. Francisco Assis Costa

# BIBLIOGRAFIA


ABURTO-OROPEZA, O.; EZCURRA, E.; DANEMANN, G.; VALDEZ, V.; MURRAY, J. e SALA, E. Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America (PNAS) 30, (2008), 10456-10459p.

ACSELRAD, Henri (org.) Cartografia social, terra e território. Rio de Janeiro, IPPUR/UFRJ, 2013.

ALMEIDA, Alfredo Wagner Berno de. Mapas com vida própria. Dos índios artesãos de Manaus aos quilombolas do Maranhão, populações tradicionais retratam sua situação geográfica e social com auxílio de GPS. Revista de História, 06 maios 2009. Disponível em: <http://www.revistadehistoria.com.br/secao/capa/mapas-com-vida-propria>

ALONGI, D.M., Present state and future of the world's mangrove forests. Environmental Conservation 29, 2002, 331-349p.

ANGULO, R.J. and LESSA, G.C. The Brasilian sea-level curves: a critical review with emphasis on tre curves fron Paranaguá and Cananeia regions. Marine Geology, Florida, v. 140, n. 1, p.141-166, 1997.

AQUASIS - Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos. A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para a Gestão Integrada. Coordenadores Alberto Alves Campos... [et al.]. Fortaleza: AQUASIS, 2003. 248p. + 45 lâminas.

AQUASIS. Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos. A Zona Costeira do Ceará: diagnóstico para a gestão integrada. Coordenadores: Alberto Alves Campos [et al.]. Fortaleza: AQUASIS, 2003, 248p.

ARIMATEA DA SILVA, J. Manguezal do estuário Barra Grande em Icapuí-CE: da degradação ao processo de recuperação e mudança de atitude. Universidade Federal do Ceará, Dissertação de Mestrados, programa Pós-graduação em Geografia/UFC; Fortaleza/CE, 2012, 120p.

BARBIER, E. B.; ACREMAN, M.C.; KNOWLER, D. Economic valuation of wetlands: a guide for policy makers and planners. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland, 155p, 1997..

BARBIER, E.B. e STRAND, I. Valuing mangrove fishery linkages: a case study of Campeche, Mexico. Environmental and Resource Economics, v.12, 1998, 151-166p.

BARDACH, J.E. Sostenible de la Acuicultura. John Wiley & Sons. Nueva Jersey, 251p., 1997.

BARNHARDT, A. W. and SHERROD, L.B. Evolution of a Holocene delta driven by episodic sediment delivery and coseismic deformation, Puget Sound, Washington, USA. Sedimentology, Virginia, USA, v. 53, n.6, p.1211–1228, 2006.

BHATTACHARYA, J. and GIOSAN, L. Wave-influenced deltas: geomorphological implications for facies reconstruction. Sedimentology, Virginia, v. 50, n.1, p.187–210, 2003.

BIGARELLA, J.J. The Barreiras Group in northeastern Brasil. An. Acad. Bras. Ciên. Rio de Janeiro, v.47 (supl.), p.365-393, 1975.

BUTLER, C.D. e OLUOCH-KOSURA, W.. Linking Future Ecosystem Services and Future Human Well-Being. Ecologyy And Society, v. 11, n.1, 30p., 2006. Disponível em http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art30/ (acessado em 10 de março de 2013).

CABOGIM, J.B.P.; CARBOGIM, M.L.V. e MEIRELES, A.J.A. Estratégia para a sustentabilidade. Ed. Fundação Brasil Cidadão para a Ciência Tecnologia, Meio Ambiente e Educação (FBC); 1ª Ed. 2009, 82p.

CALVET-MIR, L.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E. e REYES-GARCÍA, V. Beyond food production: Home gardens' ecosystem services. A case study in Vall Fosca, Catalan Pyrenees. Ecological Economics, n.4, 2012,153-160p.

CARRANZA, M. B. L'ALTRA CARA DEL PROGRÉS: Estudi multidimensional sobre les conseqüències de les activitats d'explotació intensiva sobre les activitats derivades de les economies tradicionals a la comunitat de Cumbe, Brasil. Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) - Master Work. 147 pp. (em catalão). 2012.

CHEE, Y.E. An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. Biological Conservation, n.120, 2004, 549–565p.

CHEN, J.S.; LI, L. YANGWANG, J.; BARRY, D.A.; SHENG, X.F.; GU, W.Z.; ZHAO, X. e CHEN, L. A remote water source helps giant sand dunes to stand their ground in a windy desert. Nature, n. 432, (2004) 459-460 p.

CONSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.S.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G. e SUTTON, P. Van den BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, v.387, 1997, 253–260p.

COSTANZA, R., FISHER, B. Quality of life: An approach integrating opportunities, human needs, and subjective well-being. Ecological Economics, v.61, 2007, 267-276p.

COSTA-PIERCE, B.A. The Blue revolution e aquaculture must go green. World Aquaculture, v.66, 2002, 4-5p.

CUNHA, L.H. de O. Reserva extrativista para regiões de mangue: uma proposta preliminar para o estuário de Mamanguape, Paraíba. São Paulo, Programa de Pesquisa e Conservação de Áreas Úmidas no Brasil. Pró-Reitoria/USP, 1992.

DAILY, G.C. e MATSON, P.A. Ecosystem services: From theory to implementation. Procee¬dings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v.105, 2008, 9455-9456p.

DAILY, G.C. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press, Washington, DC, 1997.

DALRYMPLE, W.M., ZAITLIN, B.A. and BOYD, R. A conceptual model of estuarine sedimentation. Journal of Sedimentary Petrology, Oklahoma, v.62, p.1130-1146, 1992.

DE GROOT, R.S.; WILSON, M.A. e BOUMANS, R.M.J., A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics v.41, 2002, 393–408.

DEUTSCH, L., FOLKE, C., SKANBERG, K. The critical natural capital of ecosystem performance as insurance for human well-being. Ecological Economics 44, 2003, (2-3), 205-217p.

EGOH, B.; ROUGET, M.; REYERS, B.; KNIGHT, A.T.; COWLING, M.R.; Van JAARSVELD, A.S. e WELZ, A. Integrating ecosystem services into conservation assessments: a review. Ecological Economics v.63, 2007, 714–721p.

ELLISON, A.M. Managing mangroves with benthic biodiversity in mind: moving beyond roving banditry. J Sea Res v.59, 2008, 2–15p.

EME (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España).. Los Ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedale s y Agua. Informe de Síntesis World Resources Institute, Washington, DC, 2005.

EME (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España).. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados. Fundación

Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Madrid. 2011. URL: http://www.ecomilenio.es
EMERY, K. O. and UCHUPI, E. The geology of the atlantic ocean. Springer-verlag, New York, 1984, 925p.
FAIRBRIDGE, R.W. The estuary: its definition and geodynamic cicle. In: OLAUSSON, E. and . CATO, I. (Eds.): Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries, Wiley, New York, 1980, 1-35p.
FAO. 2010. The State of World Fisheries and Aquaculture 2010 Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. Rome, Italy. Disponível em http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e.pdf (acessado 14 de abril de 2013).
FARLEY, J.; BATKER, D.; de la TORRE, I. e HUDSPETH, T. Conserving mangrove ecosystems in the Philippines: transcending disciplinary and institutional borders. Environmental Management v.45, 2010, 239-51p.
FIELD, C.B.; OSBORN, J.G.; HOFFMAN, L.L.; POLSENBERG, J.F.; ACKERLY, D.D.; BERRY, J.A.; BJÖRKMAN, O.; HELD, A.; MATSON, P.A. e MOONEY, H.A. Mangrove biodiversity and ecosystem function. Global Ecology and Biogeography Letters v.7, 1998, 3-14p.
GORAYEB, A. e MEIRELES, A.J.A. Cartografia social vem se consolidando com instrumento de defesa de direitos. Rede Mobilizadores, 10 fev. 2014 Disponível em: <http://www.mobilizadores.org.br/coep/Publico/consultarConteudoGrupo.aspx?TP=V&CO DIGO=C20142610482831>.
GOUDIE. A. Environmental change - contemporany problems in geography. England: Oxford University Press, 2ª ed., 1983. 258p.
IPCC, Climate Change 2014. Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Disponível em https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_full.pdf Consulta realizada em janeiro de 2017
KRONEN, M. Fishing for fortunes? A socio-economic assessment of Tonga' s artisanal fisheries. Fish. Res. V.70, 2004, 121-134p.
KUMAR, P. (Ed.). The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. : An output of TEEB: The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Earthscan, England, 410p., 2010.
LASCHEFSKI, K. Licenciamento e Equidade Ambiental: As racionalidades distintas de apropriação do ambiente por grupos subalternos. In: ZHOURI, Andréa. (Org.). As Tensões do Lugar: hidrelétricas, sujeitos e licenciamento ambiental. Belo Horizonte: Editora UFMG (Humanitas), p. 21-60, 2011.
LEFF, H. Ecologia, capital e cultura: a territorialização da racionalidade ambienta. Petrópolis, RJ, Editora Vozes, Celeção Educação Ambiental, 439p., 2009.
LIMA, A. P. S. ; CARNEIRO, R. N. ; MEIRELES, A. J. A. . Ecossistema banco de algas e identidade territorial no município de Icapuí/CE: comunidade tradicional pesqueira e meio técnico-científico-informacional. Rede : Revista Eletrônica do Prodema, v. 8, p. 35, 2014.
MARTINEZ, M.L.; GALLEGO-FERNANDEZ, J.B., GARCIA-FRANCO, J.G., MOCTEZUMA, C. e JIMENEZ, C.D. Assessment of coastal dune vulnerability to natural and anthropogenic disturbances along the Gulf of Mexico. Environmental Conservation, v. 33 n. 2, 2006, 109–117p.
MCGRANAHAN,G.; BALK, D. e ANDERSON, B. The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. Environment & Urbanization International Institute for Environment and evelopment (IIED); 17, v.19 (1), 2007 17–37p.
MCLEOD, E. e SALM, R.V. Managing Mangroves for Resilience to Climate Change. IUCN, Gland, Switzerland, 64 pp., 2006.
MEA. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. World Resources Institute, Washington, DC, 2003.
MEIRELES, A. J. A. e QUEIROZ, L.S. A monocultura do camarão: danos socioambientais à base da vida comunitária tradicional no litoral do Nordeste brasileiro. In: Andréa ZlnourI; Klemens Laschefski. (Org.). Desenvolvimento e Conflitos Ambientais. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 224-249p, 2010.
MEIRELES, A. J. A. y RUBIO, R. P. Geomorfologia litoral: una propuesta metodológica sistémica en la llanura costera de Ceará, nordeste de Brasil. Revista de Geografía, Universidad de Barcelona, España, v.33, p.165-182, 1999.
MEIRELES, A. J. A.; SANTOS, A. M. F. dos . Atlas de Icapuí: paisagens e ecossistemas. 1. ed. Fortaleza Ceará: Fundação brasil Cidadão, 2012. v. 1. 158p .
MEIRELES, A. J. A.; SOUZA, W. F. ; LIMA, A. P. S. . Atlas socioambiental de Icapuí. 1. ed. Fortaleza/CE: Fundação Brasil Cidadão, 2016. v. 1. 145p .
MEIRELES, A.J. A, GORAYEB, A, SILVA, D.R.F, LIMA, G.S. Socio-environmental impacts of wind farms on the traditional communities of the western coast of Ceará, in the Brazilian Northeast. Journal of Coastal Research, Special Issue, n.65, 2013, 81-86p.
MEIRELES, A.J.A. e CAMPOS, A.A. Componentes Geomorfológicos, Funções e Serviços Ambientais de Complexos Estuarinos no Nordeste do Brasil. Revista da ANPEGE n.4, 2010, 89-107p.
MEIRELES, A.J.A. Geomorfologia costeira: funções ambientais e sociais. Universidade Federal do Ceará (UFC), Edições UFC, 465p. 2012.
MEIRELES, A.J.A.; CASSOLA, R.S.; TUPINAMBÁ, S.V. e QUEIROZ, L. Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, nordeste do Brasil. Revista Mercator n.12, 2007, 83-106p.
MEIRELES, A.J.A.; SANTOS, A.F. Evolução geomorfológica da planície costeira de Icapuí, extremo leste do Ceará, nordeste do Brasil. Revista da Associação de Geografia Teorética - Rio Claro-SP; v. 36, n. 3, set./dez. 2011, 519-534.
MICHAELIDOU, M., DECKER, D.J., LASSOIE, J.P. The Interdependence of Ecosystem and Community Viability: A Theoretical Framework to Guide Research and Application. Society and Natural Resources n.15, 2002, 599-616p.
NAYLOR, R.L.; GOLDBURG, R.J.; PRIMAVERA, J.H.; KAUTSKY, N.; BEVERIDGE, M.C.M.; Clay, J.; FOLKE, C.; LUBCHENCO, J.; MOONEY, H. e TROELL, M. Efect of aquaculture of world fish. Nature n.405, 2000, 1017-1024p.
NICHOLLS, R.J.; WONG, P.P.; BURKETT, V.R., CODIGNOTTO, J.O.; HAY, J.E.; McLean, R.F.; RAGOONADEN S. and WOODROFFE, C.D. Coastal systems and low-lying areas. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007, p. 315-356.
NORBERG, J. Linking Nature's services to ecosystems: some general ecological concepts. Ecological Economics 25, 1999, 183–202p.

O'BRIEN, K. e LEICHENKO, R. Winners and losers in the context of global change. Annals of the Association of American Geographers, v. 93, Issue 1, 2003, 99–113p.
PÁEZ-OZUNA, F. The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects, and mitigating alternatives. Environmental Management n.28, 2001,131-140p.
PERILLO, G.M.E. Definitions and geomorphologic classifications of estuaries. In: PERILLO, G. M. E: Geomorphology and Sedimentation of Estuaries. Developments in Sedimentology nº 53. Amsterdam: Elseviers Science, 1995. 2, p.17-43.
PIRAZZOLI, P.A. Present and near future global sea-level changes. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, Holanda, v.75, p.241–258, 1989.
QUEIROZ L., ROSSI S., CALVET-MIR L., BETORZ S. G., BACHELOR J. P., RUIZ-MALLÉN I., and MEIRELES A. J. A., (2015). Neglecting cultural ecosystem services: challenges for integrating non-material benefits of mangroves in decision-making processes. Status: submitted to Human Ecology: An Interdisciplinary Journal.
QUEIROZ, L. S., MEIRELES, A.J.A., HERAS, ROSSI, S. Serviços ecossistêmicos costeiros e comunidades tradicionais. Revista da ANPEGE, v. 8, p. 145-159, 2012.
QUEIROZ, L., ROSSI,S., MEIRELES, J., COELHO,C. Shrimp aquaculture in the federal state of Ceará, 1970-2012: Trends after mangrove forest privatization in Brazil, Ocean and Coastal Management, v. 73, p. 54-62, 2012.
QUEIROZ, L.; ROSSI, S.; MEIRELES, A.A.J. e COELHO, C. Shrimp aquaculture in the state of Ceará, 1970-2012: Trends in mangrove forest privatization in Brazil. Ocean & Coastal Management, n.73, 2013, 54-62p.
REIS-NETO, A.S., CUNHA-LIGNON, M.; ARRUDA-REIS, M.C.C.; MEIRELES, A.J.A., The Ceara River Mangrove's landscape (northeast Brazil): comparative analyses of 1968 and 2009. Journal of Coastal Research, v. 2, p. 1802-1805, 2011.
RONNBACK, P. The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. Ecological Economics, n.29, 1999, 235-252p.
RUITENBEEK, H.J. Modelling economy-ecology linkages in mangroves: economic evidence for promoting conservation in Bintuni Bay, Indonesia. Ecological Economics, n.10, 1994, 233-247p.
SALZMAN, J.; THOMPSON, B.H. Jr. e DAILY, G.C. Protecting ecosystem services: Science, economics, and law. Stanford Environmental Law Journal, n.20, 2001, 309–332p.
SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com especial ênfase sobre o sistema manguezal. Instituto Oceanográfico, São Paulo, 7, 1989, 1–16p
SENARATH, U. e VISVANATHAN, C. Environmental issues in brackish water shrimp aquaculture in Sri Lanka. Environmental Management, n. 27, 2001, 335-348p.
SOUZA FILHO, J.; COSTA, S.W. da; TUTIDA, L.M.; FRIGO, T.B. e HERZOG, D. Custo de produção do camarão marinho. Ed. rev. Florianópolis: Instituto Cepa/SC/Epagri, 24 pp, 2003.
SOUZA, W. F. ; LEITE, N. S. ; MEIRELES, A. J. A. ; SILVA, E. V. . O uso de SIG na análise da evolução de linha de costa controlada por promontório: trecho entre as praias de Ponta Grossa e Retiro Grande, Icapuí-Ceará. Revista da Casa da Geografia de Sobral, v. Especial, p. 20-35, 2016.



SOUZA, W.F. Evolução da planície costeira de Icapui/CE. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2016, 168p.
SPALDING, M.D., KAINUMA, M., L. COLLINS. World Atlas of Mangroves. London: Earthscan, with International Society for Mangrove Ecosystems, Food and Agriculture Organization of the United Nations, UNEP World Conservation Monitoring Centre, Tehran: Roshd. (Original work published 1971). World Atlas of Mangroves. Earthscan, London, UK, 319 pp, 2010.
TEEB (2010). The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB.
TURNER, R. K.; Van Den BERGH, J.C.J.M.; SODERQVIST, T.; BARENDREGT, A.; Van Der STRAATEN, J.; MALTBY, E. e Van IERLAND, E.C. Ecological-economic analysis of wetlands: scientific integration for management and policy. Ecological Economics, n. 35, 2000, 7-23p.
Van BERKEL, D.B., VERBURG, P.H. Spatial quantification and valuation of cultural ecosystem services in an agricultural landscape. Ecological Indicators, in press, 2012.
VITOUSEK, P.M., MOONEY, H.A., LUBCHENCO, J., MELILLO, J.M. Human domination of Earth´s ecosystems. Science, n. 277, 1997, 494-499p.
WHSRN Western Hemisphere Shorebird Reserve Network. Disponível em: <http://www.whsrn.org/sites/list-sites> Acesso em: 20 de nov/2014.

***

As cartilhas "Ecossistemas Funções e serviços ambientais: o que você precisa saber para viver em harmonia com a natureza", Água e mudanças climáticas: o que você precisa saber para ficar de olho no clima" e "Unidades de Conservação" podem ser acessadas em www.deolhonaagua.org.br e nas bibliotecas das escolas de Icapuí.

MEIRELES, A. J. A. [Cartilha] Ecossistemas, funções e serviços ambientais. 1. ed. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, 2015. v. 1. 45p.
MEIRELES, A. J. A. [Cartilha] Unidades de Conservação: ações comunitárias e institucionais para a sustentabilidade. 1. ed. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadao., 2015. v. 1. 49p.
MEIRELES, A. J. A. [Cartilha] Água e mudanças climáticas: o que você precisa saber para ficar de olho no clima. 1. ed. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadao FBC, 2015. v. 1. 40p.

Projeto

DE OLHO NA ÁGUA

Realização:

FUNDAÇÃO BRASIL CIDADÃO

PARA EDUCAÇÃO, CULTURA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE

Patrocínio:

PETROBRAS

PÁTRIA AMADA BRASIL GOVERNO FEDERAL

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-98564-23-4

9 788598 564234