



CÂMARA MUNICIPAL DE FORTALEZA
Gabinete do Vereador Gabriel Aguiar

0275/2021

PROJETO DE LEI N°

Dispõe sobre a criação da Unidade de Conservação denominada Refúgio da Vida Silvestre das Dunas da Mata do Miriú e dá outras providências

Art. 1º. Fica criado, por esta Lei, com fundamento no artigo 225 da Constituição Federal, no artigo 259 da Constituição Estadual, nos arts. 13, 22 e as demais disposições da Lei Federal nº 9.985/00, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), a Lei Estadual nº 14.950/2011, que instituiu o Sistema Estadual de Unidades de Conservação e o art. 13 e 14, inciso I da Lei Complementar 062/2009 que Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza, o REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE DAS DUNAS DA MATA DO MIRIÚ, situado no bairro da Sabiaguaba, na região Leste de Fortaleza, com o OBJETIVO GERAL de preservação dos ecossistemas e geossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica ali ocorrentes e com os seguintes OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

I – Proteger o habitat para populações de animais silvestres, em especial de mamíferos ameaçados de extinção, como o gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*), de diversas espécies de aves migratórias e de espécies que ainda estão sendo descritas pela ciência como o rato-do-mato do gênero *Makalata*, dando suporte ecológico para uma diversificada fauna com a elevada diversidade de flora ali existente;

II - Proteger áreas de Restingas, ecossistemas associados ao Bioma Mata Atlântica, na cidade de Fortaleza, garantindo também proteção ao ambiente de ocorrência da espécie endêmica de áreas de Restinga do Ceará a erva *Bacopa cochlearia*, espécie da Flora que se encontra ameaçada na categoria Em Perigo;

III - Conservar o sistema natural existente no bairro da Sabiaguaba, caracterizado pela ocorrência de dunas fixas, dunas semi-fixas, vegetação fixadora de areia e áreas alagadas associadas (lagoa interdunar e olhos d'água), visando à manutenção do equilíbrio hidrológico e climático de nossa cidade, especialmente do segmento leste da cidade de Fortaleza;

IV - Preservar, em especial, as dunas do tipo parabólicas hairpin –remanescentes do expressivo campo dunar outrora existente em Fortaleza –, que têm características



CÂMARA MUNICIPAL DE FORTALEZA
Gabinete do Vereador Gabriel Aguiar

naturais extraordinárias, por apresentarem processo evolutivo milenar que jamais voltará a ocorrer na cidade, representando, portanto, um sítio geomorfológico de interesse especial;

V - Garantir a existência do campo de dunas que se encontra à margem direita, mais especificamente, na área conhecida como Mata do Miriú (hoje localizada na Área de Proteção Ambiental de Sabiaguaba), como elementos de preservação e manutenção da riqueza do sistema fluvial adjacente, na área que confina com o Parque Estadual do Cocó, do qual representa área de transição e tamponamento em relação aos impactos impostos pela completa urbanização do seu entorno;

VI - Mitigar o processo de desmonte de dunas e de sua ocupação irregular bem ainda do desmatamento descontrolado da cobertura vegetal da cidade de Fortaleza, com impactos tanto sobre o clima urbano, com a formação de ilhas de calor e aumento das temperaturas médias diurnas, quanto sobre a qualidade de vida da população e de toda a fauna e flora ali existentes;

VII - Amortecer o efeito do escoamento superficial e processos erosivos derivados das precipitações, controlar o aporte de água doce no aquífero e das enchentes e promover volume de água para os fluxos hidrológicos integrados com a bacia hidrográfica e os demais ecossistemas estuarinos;

VIII - Contribuir para a preservação e a restauração da diversidade dos ecossistemas e geossistemas naturais ali ocorrentes;

IX - Proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, arqueológica, paleontológica e cultural, visto a existência de um conjunto paisagístico de alta relevância e de notável beleza cênica ambiental composta por áreas de manguezais, restingas e campos de paleodunas vegetadas e semi-vegetadas;

X - Proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos com as funções ambientais de potencializar o bem-estar social fundamental na avaliação de equidade ambiental bem como a melhoria na qualidade de vida;

XI - Prover a população de Fortaleza de um espaço de área verde para o lazer, para a contemplação, para a pesquisa científica, para as atividades de educação e interpretação ambiental e para o contato com a natureza.

XII - Proteger contra a degradação o território preservado de grande relevância para as comunidades tradicionais da Casa de Farinha e da Boca da Barra da Sabiaguaba, que encontram nesta paisagem preservada seu patrimônio imaterial.



CÂMARA MUNICIPAL DE FORTALEZA
Gabinete do Vereador Gabriel Aguiar

Art. 2º. O REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE DAS DUNAS DA MATA DO MIRIÚ tem a seguinte área e delimitação: Inicia-se a descrição deste perímetro no vértice V-01, de coordenadas N 9581466,54 e E 560185,01, deste, segue com distância (m) 250,87 e azimute $83^{\circ}27'34,61''$; e chega no vértice V-02, de coordenadas N 9581495,11 e E 560434,25, deste, segue com distância (m) 96,29 e azimute $29^{\circ}24'8,68''$; e chega no vértice V-03, de coordenadas N 9581579,01 e E 560481,53, deste, segue com distância (m) 78,23 e azimute $123^{\circ}58'36,29''$; e chega no vértice V-04, de coordenadas N 9581535,28 e E 560546,40, deste, segue com distância (m) 60,32 e $159^{\circ}7'19,59''$; e chega no vértice V-05, de coordenadas N 9581478,92 e E 560567,90, deste, segue com distância (m) 92,80 e azimute $134^{\circ}52'45,50''$; e chega no vértice V-06, de coordenadas N 9581413,44 e E 560633,66, deste, segue com distância (m) 39,65 e azimute $193^{\circ}43'8,16''$; e chega no vértice V-07, de coordenadas N 9581374,91 e E 560624,26, deste, segue com distância (m) 79,59 e azimute $114^{\circ}6'27,40''$; e chega no vértice V-08, de coordenadas N 9581342,40 e E 560696,91, deste, segue com distância (m) 65,84 e azimute $90^{\circ}4'18,89''$; e chega no vértice V-09, de coordenadas N 9581342,32 e E 560762,75, deste, segue com distância (m) 92,69 e azimute $42^{\circ}52'38,30''$; e chega no vértice V-10, de coordenadas N 9581410,25 e E 560825,82, deste, segue com distância (m) 168,22 e azimute $39^{\circ}35'5,20''$; e chega no vértice V-11, de coordenadas N 9581539,90 e E 560933,02, deste, segue com distância (m) 47,01 e azimute $347^{\circ}35'48,78''$; e chega no vértice V-12, de coordenadas N 9581585,82 e E 560922,92, deste, segue com distância (m) 104,44 e azimute $31^{\circ}22'32,00''$; e chega no vértice V-13, de coordenadas N 9581653,47 e E 560843,36, deste, segue com distância (m) 40,72 e azimute $287^{\circ}13'53,98''$; e chega no vértice V-14, de coordenadas N 9581665,54 e E 560804,46, deste, segue com distância (m) 77,31 e azimute $40^{\circ}0'42,68''$; e chega no vértice V-15, de coordenadas N 9581724,76 e E 560854,17, deste, segue com distância (m) 106,56 e azimute $58^{\circ}39'33,30''$; e chega no vértice V-16, de coordenadas N 9581780,18 e E 560945,19, deste, segue com distância (m) 422,55 e azimute $90^{\circ}17'14,18''$; e chega no vértice V-17, de coordenadas N 9581778,07 e E 561367,73, deste, segue com distância (m) 263,53 e azimute $108^{\circ}16'2,82''$; e chega no vértice V-18, de coordenadas N 9581695,46 e E 561617,99, deste, segue com distância (m) 76,30 e azimute $108^{\circ}36'26,77''$; e chega no vértice V-19, de coordenadas N 9581671,11 e E 561690,30, deste, segue com distância (m) 172,96 e azimute $126^{\circ}43'40,72''$; e chega no vértice V-20, de coordenadas N 9581567,68 e E 561828,93, deste, segue com distância (m) 8,36 e azimute $27^{\circ}54'45,79''$; e chega no vértice V-21, de coordenadas N 9581575,07 e E 561832,84, deste, segue com distância (m) 51,50 e azimute $27^{\circ}54'45,79''$; e chega no vértice V-22, de coordenadas N 9581620,58 e E 561856,95, deste, segue com distância (m) 70,67 e azimute $124^{\circ}12'56,22''$; e chega no vértice V-23, de coordenadas N 9581580,84 e E 561915,39, deste, segue com distância (m) 550,9 e azimute $216^{\circ}12'34,04''$; e chega no vértice V-24, de coordenadas N 9581136,34 e E 561589,95, deste, segue com distância (m) 105,01 e azimute $309^{\circ}38'1,56''$; e chega no



CÂMARA MUNICIPAL DE FORTALEZA
Gabinete do Vereador Gabriel Aguiar

vértice V-25, de coordenadas N 9581203,33 e E 561509,08, deste, segue com distância (m) 67,79 e azimuth $221^{\circ}4'5,77''$; e chega no vértice V-26, de coordenadas N 9581152,21 e E 561464,54, deste, segue com distância (m) 98,77 e azimuth $311^{\circ}28'50,83''$; e chega no vértice V-27, de coordenadas N 9581217,64 e E 561390,54, deste, segue com distância (m) 168,98 e azimuth $218^{\circ}34'51,93''$; e chega no vértice V-28, de coordenadas N 9581085,54 e E 561285,15, deste, segue com distância (m) 115,84 e azimuth $325^{\circ}18'27,30''$; e chega no vértice V-29, de coordenadas N 9581180,79 e E 561219,21, deste, segue com distância (m) 268,54 e azimuth $297^{\circ}29'27,28''$; e chega no vértice V-30, de coordenadas N 9581304,75 e E 560981,00, deste, segue com distância (m) 152,16 e azimuth $254^{\circ}15'3,55''$; e chega no vértice V-31, de coordenadas N 9581263,45 e E 560834,54, deste, segue com distância (m) 116,09 e azimuth $286^{\circ}52'9,16''$; e chega no vértice V-32, de coordenadas N 9581297,14 e E 560723,44, deste, segue com distância (m) 256,05 e azimuth $220^{\circ}41'38,54''$; e chega no vértice V-33, de coordenadas N 9581103,00 e E 560556,49, deste, segue com distância (m) 173,80 e azimuth $244^{\circ}26'6,69''$; e chega no vértice V-34, de coordenadas N 9581028,00 e E 560399,70, deste, segue com distância (m) 166,66 e azimuth $332^{\circ}38'48,63''$; e chega no vértice V-35, de coordenadas N 9581176,03 e E 560323,12, deste, segue com distância (m) 86,60 e azimuth $233^{\circ}30'30,09''$; e chega no vértice V-36, de coordenadas N 9581124,52 e E 560253,50, deste, segue com distância (m) 52,44 e azimuth $342^{\circ}7'13,54''$; e chega no vértice V-37, de coordenadas N 9581174,44 e E 560237,40, deste, segue com distância (m) 57,23 e azimuth $266^{\circ}49'12,61''$; e chega no vértice V-38, de coordenadas N 9581171,26 e E 560180,25, deste, segue com distância (m) 164,00 e azimuth $355^{\circ}33'31,53''$; e chega no vértice V-39, de coordenadas N 9581334,78 e E 560167,55, deste, segue com distância (m) 25,05 e azimuth $80^{\circ}32'2,64''$; e chega no vértice V-40, de coordenadas N 9581338,90 e E 560192,26, deste, segue com distância (m) 127,84 e azimuth $356^{\circ}44'56,05''$; e chega no vértice V-01, ponto inicial da descrição deste perímetro. Todas as coordenadas aqui descritas estão georreferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro, a partir da estação ativa da RIBAC de Fortaleza, representadas no Sistema UTM, referenciadas ao Meridiano Central no 39 WGr, tendo como datum geocêntrico o SIRGAS-2000. Todos os azimutes, distâncias, área e perímetro foram calculados no plano de projeção UTM.

Art. 3º. No REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE DAS DUNAS DA MATA DO MIRIÚ, ficam proibidos usos, ocupações e atividades que impliquem na destruição de suas características naturais, tais como construções de vias, edifícios, equipamentos urbanos (com exceção dos que sejam absolutamente necessários à sua gestão e ao cumprimento dos objetivos da presente UC), além de outras estruturas inadequadas que possam colocar em risco a conservação do ecossistema e do geossistema, a



CÂMARA MUNICIPAL DE FORTALEZA
Gabinete do Vereador Gabriel Aguiar

proteção especial das dunas, dos corpos hídricos e da biota, localmente rara, e a harmonia da paisagem natural.

Art. 4º. Quando da implantação e gestão do REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE DAS DUNAS DA MATA DO MIRIÚ serão adotadas, entre outras, as seguintes medidas:

I - Elaboração do zoneamento que deverá integrar o plano de manejo da UC, definindo as atividades a serem permitidas em cada zona (e como se dará essa permissão) e as que deverão ser restringidas e proibidas;

II - Utilização dos instrumentos legais e dos incentivos financeiros governamentais para assegurar a proteção da biota, a recuperação dos corpos hídricos e outras medidas referentes à salvaguarda dos recursos ambientais do REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE DAS DUNAS DA MATA DO MIRIÚ;

III - Aplicação de medidas legais – administrativas e judiciais – destinadas a impedir ou evitar o exercício de atividades causadoras de degradação da qualidade ambiental;

IV - Divulgação das medidas previstas nesta Lei, objetivando o esclarecimento da comunidade do entorno e de toda a cidade sobre o REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE DAS DUNAS DA MATA DO MIRIÚ e suas finalidades;

V - Promoção de programas específicos de educação ambiental.

Art. 5º. O REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE DAS DUNAS DA MATA DO MIRIÚ disporá de um conselho gestor de composição paritária com representação dos entes federados, das universidades, dos moradores do entorno, em especial das comunidades tradicionais, e da sociedade civil organizada, dos movimentos sociais e ambientais, para debater, deliberar e apoiar a implementação das atividades de administração e a elaboração do zoneamento ecológico-econômico e do plano de manejo e de seu cumprimento.

Art. 6º. Até a completa implementação do REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE DAS DUNAS DA MATA DO MIRIÚ com a elaboração e aprovação de seu plano de manejo, o Poder Público Municipal decretará limitações administrativas provisórias ao exercício de ocupações, atividades e empreendimentos efetiva ou potencialmente causadores de degradação ambiental em toda a sua área, em conformidade com o disposto no art. 3º desta Lei.

Art. 7º. O REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE DAS DUNAS DA MATA DO MIRIÚ poderá vir a integrar, juntamente com o Parque Estadual do Cocó, com o Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba, com a Área de Proteção Ambiental de



CÂMARA MUNICIPAL DE FORTALEZA
Gabinete do Vereador Gabriel Aguiar

Sabiaguaba, com a Área de Relevante Interesse Ecológico das Dunas do Cocó e outras UCs, um mosaico de Unidades de Conservação que venham a possibilitar uma melhor gestão das áreas protegidas ocorrentes na área Leste de Fortaleza.

Art. 8º. A presente lei entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

DEPARTAMENTO LEGISLATIVO DA CÂMARA MUNICIPAL DE FORTALEZA em
05 de 05 de 2021.

GABRIEL LIMA DE AGUIAR
GABRIEL AGUIAR - PSOL
Vereador de Fortaleza

Adriana Jerônimo.

05 MAI 2021
[Handwritten signature]



CÂMARA MUNICIPAL DE FORTALEZA
Gabinete do Vereador Gabriel Aguiar

JUSTIFICATIVA

No Brasil, a lei que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000), inseriu os municípios, legal e definitivamente, como parte integrante do sistema junto com os estados e a União (MMA, 2004). A Mata Atlântica é um dos hotspots mundiais de biodiversidade e está presente no município de Fortaleza através dos ecossistemas associados como restingas e manguezais. É importante destacar que as UCs municipais, mesmo sendo individualmente pequenas em termos de área, têm enorme valor para a sociedade. O Refúgio da Vida Silvestre das Dunas da Mata do Miriú irá integrar o mosaico da Unidade de Conservação a leste de Fortaleza, fortalecendo a rede estadual de UCs, ampliando a conectividade da paisagem, proporcionando serviços ambientais extremamente importantes, como o fluxo e a qualidade da água doce, além de servirem como corredores para a fauna e flora e conterem, nos seus limites, grupos de indivíduos ou populações de espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção (SOSMA, 2017).

Segundo o Plano Fortaleza 2040, do ponto de vista natural e florestal, o município de Fortaleza apresenta raríssimos remanescentes de vegetação, sendo a cobertura vegetal completamente alterada pela ação antrópica. Em termos percentuais, em apenas dez anos, de 2004 a 2014, as áreas naturais de Fortaleza reduziram de 35,6% do território para apenas 21%.

Dentre as Diretrizes Gerais do Plano Fortaleza 2040 está a criação de novas Unidades de Conservação e cumprimento do plano de manejo das mesmas, amparado pelo Estatuto da Cidade (LEI Nº 10.257/2001), que institui como instrumentos da lei, a instituição de Unidades de Conservação. O Projeto Fortaleza 2040 apresenta como Meta M.A.2.34 a prospecção de novas Unidades de Conservação.

É importante destacar que 'áreas verdes urbanas', como os canteiros centrais, as praças e alguns tipos de parques, apesar da sua importância na infraestrutura verde das cidades, desempenham funções mais recreativas e estéticas do que de proteção da biodiversidade.

Desta forma, apresentamos em anexo o Parecer Técnico e Científico, escrito por grandes autoridades nacionais, que serviu de base para justificar a criação do Refúgio da Vida Silvestre das Dunas da Mata do Miriú no município de Fortaleza.

PARECER TÉCNICO-CIENTÍFICO ACERCA DAS DUNAS DA MATA DO MIRIÚ NO LITORAL LESTE DA CIDADE DE FORTALEZA, ESTADO DO CEARÁ

1. CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL

As dunas costeiras são formas de relevo criadas pela disponibilidade de sedimentos e a ação energética do vento, que mobiliza areias disponíveis nas praias e as acumulam na forma de cômodos de alturas variadas, na borda litorânea e no interior da zona costeira. Elas podem ser móveis (com migração contínua das areias), fixas (associadas à presença de cobertura vegetal costeira e à cimentação dos sedimentos por carbonato de cálcio no caso dos eolianitos, que imobiliza os sedimentos) e semi-fixas (com encostas ou dorsos parcialmente móveis e parcialmente fixos pela presença de vegetação). Dentre esses tipos de dunas, situam-se as dunas parabólicas.

As dunas parabólicas têm forma de meia lua, ou *croissant*, com braços dispostos longitudinalmente à direção do vento principal, antecedendo o corpo principal da duna (Figura 1). Tais tipos de dunas potencializam a formação de geoambientes e ecossistemas marcantes¹, pois no seu interior comumente ocorrem lagoas, formadas pela deflação, que evoluem com o vento removendo areias até atingir o nível do lençol freático, o qual então aflora.

¹ Ver item sobre funções e serviços ambientais dos campos de dunas do Ceará.

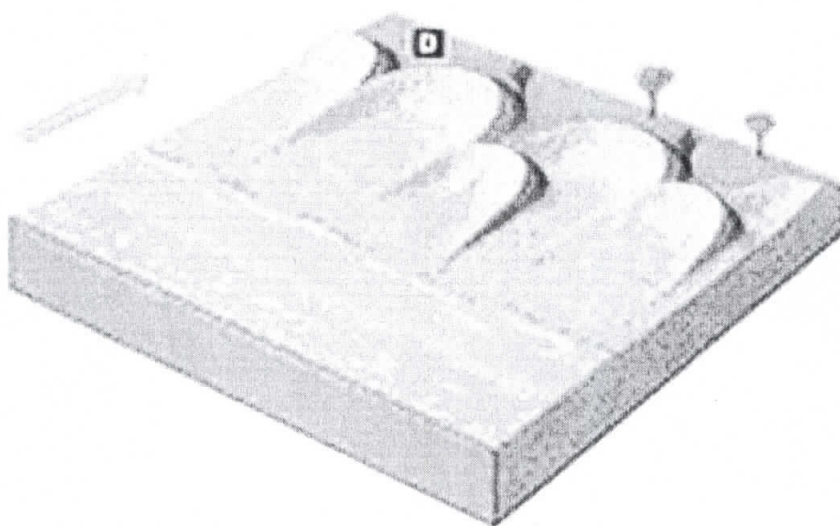


Figura 1: Geometria genérica de uma duna parabólica. A seta à esquerda indica a direção do vento principal. Entre os braços, na área de maior deflação, ocorrem as lagoas interdunares (Fonte: Davis, 2006).

As dunas parabólicas no Nordeste e no Estado do Ceará apresentaram um processo evolutivo bastante singular e complexo. Elas derivaram em geral de mudanças morfológicas, engendradas por mudanças climáticas, principalmente no final do Holoceno, pelas quais passam as dunas barcanas, que representaram formas dunares mais frequentes na zona costeira cearense.

Em função de mudanças climáticas naturais, que foram comuns ao longo da história geológica recente, a cobertura vegetal se estabeleceu, colonizando a duna. A vegetação tende a se desenvolver mais em épocas úmidas e, assim, fixa as dunas, enquanto, em épocas mais secas, permite mais amplamente a mobilidade dos sedimentos e assim potencializar a migração das dunas, sendo o elemento processual principal dessas mudanças morfológicas (Duran e Herrmann, 2006). Tal processo pode ser apreciado com a análise da Figura 2.

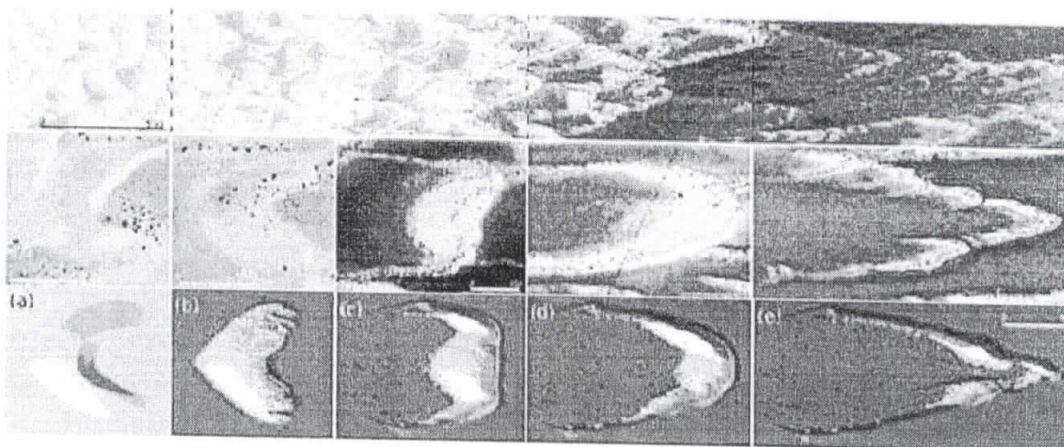


Figura 2: Mudança de forma de dunas costeiras no Nordeste do Brasil. No topo, em terrenos naturais, um campo de barcanoides evolui para parabólicas *hairpin* em um segmento do litoral do Maranhão. No centro e abaixo, exercício de modelização mostrando as etapas evolutivas de transformação de dunas barcanas em parabólicas, em função de mudanças na cobertura vegetal, resultantes de mudanças climáticas ocorridas na história geológica recente, e tal como ocorre na região costeira do Ceará. Fonte: Duran e Herrmann, 2006.

A mudança na forma, de barcanoide e barcana para parabólica, resultou, em outras palavras, de processo de fixação de dunas móveis, o qual, ao longo das mudanças climáticas, implicou na geração de um novo ecossistema – de uma nova fauna e flora – nas áreas de ocorrências dos campos de dunas costeiras (ou desérticas) (Tsoar et al, 2009). Como elementos constituintes de campos de dunas parabólicas, ocorrem lagoas interdunares perenes e intermitentes, olhos d'água, nascentes de água doce e áreas alagadas e alagáveis. Essa conjunção de processos geoambientais e ecodinâmicos transformou as dunas em importantes ecossistemas, caracterizados como ambientes refúgio para espécies animais da zona costeira semiárida, adquirindo assim uma importância ambiental sem paralelo, evidente em Fortaleza.

A atual capital do Ceará, quando da chegada dos portugueses nos anos 1.500, era um só campo de dunas parabólicas e barcanas de grande expressão. Mas, a cidade cresceu, do ponto de vista urbano, às custas da destruição do seu patrimônio ecológicos e das paisagens naturais. Riachos, córregos, cobertura vegetal nativa, campos de dunas e praias, foram simplesmente desaparecendo ao longo do processo evolutivo histórico da sua malha urbana. Nesse percurso histórico, o campo de dunas foi reduzido paulatinamente.

A partir da década de 1970, a destruição ampliou-se através de desmatamento e terraplanagem, visando a construção de vias de circulação, edifícios residenciais e uso das areias na construção civil e na abertura de ruas e avenidas. Apesar da diminuição (supressão) dramática da paisagem dunar, que colocou as dunas em Fortaleza em situação de remanescentes residuais, a destruição dos terrenos de dunas continuou ocorrendo (Meireles, 2012; Pinheiro, 2009). Na atualidade, restam os setores da ARIE das Dunas do Cocó, das Dunas da Cidade 2000, das Dunas da Praia do Futuro e das Dunas da APA da Sabiaguaba, no litoral leste da cidade, como últimos remanescentes de sistemas dunares não completamente degradados, o que representa algo em torno de 17% da cobertura original (IBAMA, 2018; SEMACE, 2015). A área objeto deste parecer, as Dunas da Mata do Miriú, que se situam no segmento leste da cidade, acha-se indicadas pela Figura 3.

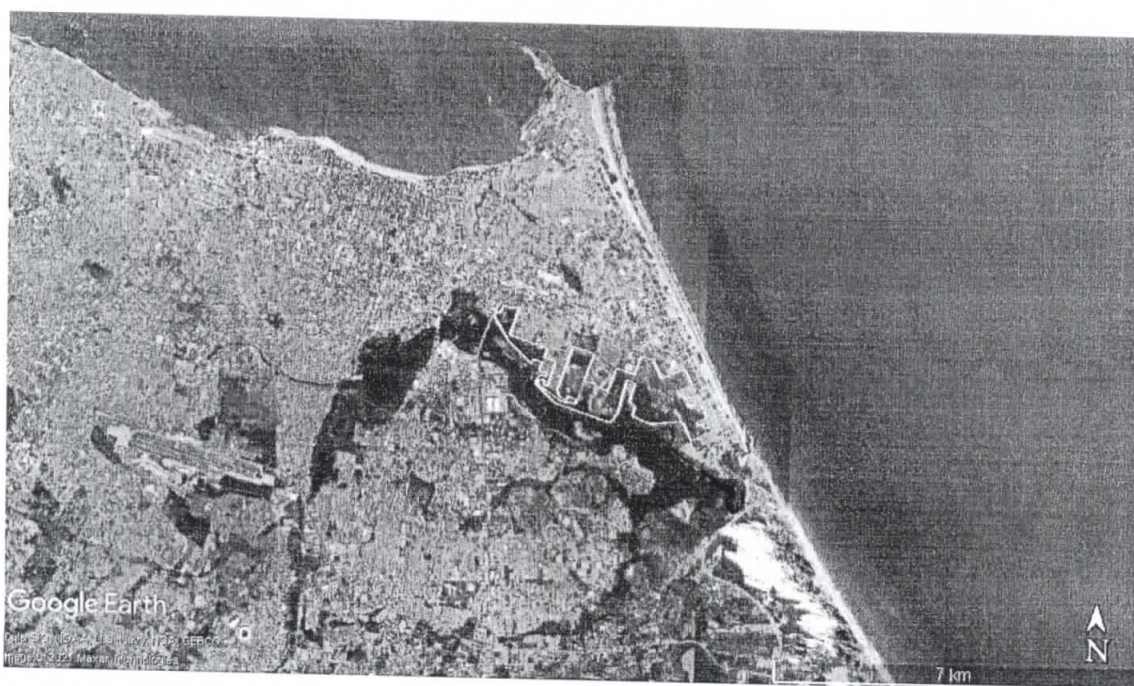


Figura 3: Remanescentes do amplo campo de dunas que outrora representava a cidade de Fortaleza. A área discutida neste parecer está indicada em vermelho. Fonte da imagem: Google Earth, 2019.

As Dunas da Mata do Miriú são classificadas como parabólicas, do tipo fixas e semifixas (Claudino-Sales, 2002, 1993). Essas dunas parabólicas são do tipo *hairpin*—literalmente, parabólica “grampo-de cabelo” (Figura 4). Tais feições são assim denominadas em razão da grande expressão espacial que apresentam os braços da

duna, que se prolongam por várias centenas de metros, até quilômetros, em direção ao interior do continente: os sedimentos retirados da zona central pela deflação acumulam-se no *front* da duna, promovendo assim a sua contínua migração em direção ao interior da zona costeira (Figura 2, 3 e 4).



Figura 4: Campo de dunas parabólicas 'hairpin' no segmento leste de Fortaleza. As morfologias das dunas foram identificadas através das linhas em vermelho. Fonte: Foto aérea da empresa Cruzeiro do Sul, de 1968.

A Figura 5 mostra os eixos das dunas parabólicas edafisadas das Dunas da Mata do Miriú: contextos morfológico e ecológico que promovem os fluxos de matéria e energia que estruturam o mosaico das UCs. Todos estes setores com vegetação arbórea, face de avalanche e de deflação eólica nos locais desmatados, atuaram como sistemas ambientais que promovem a recarga do aquífero.

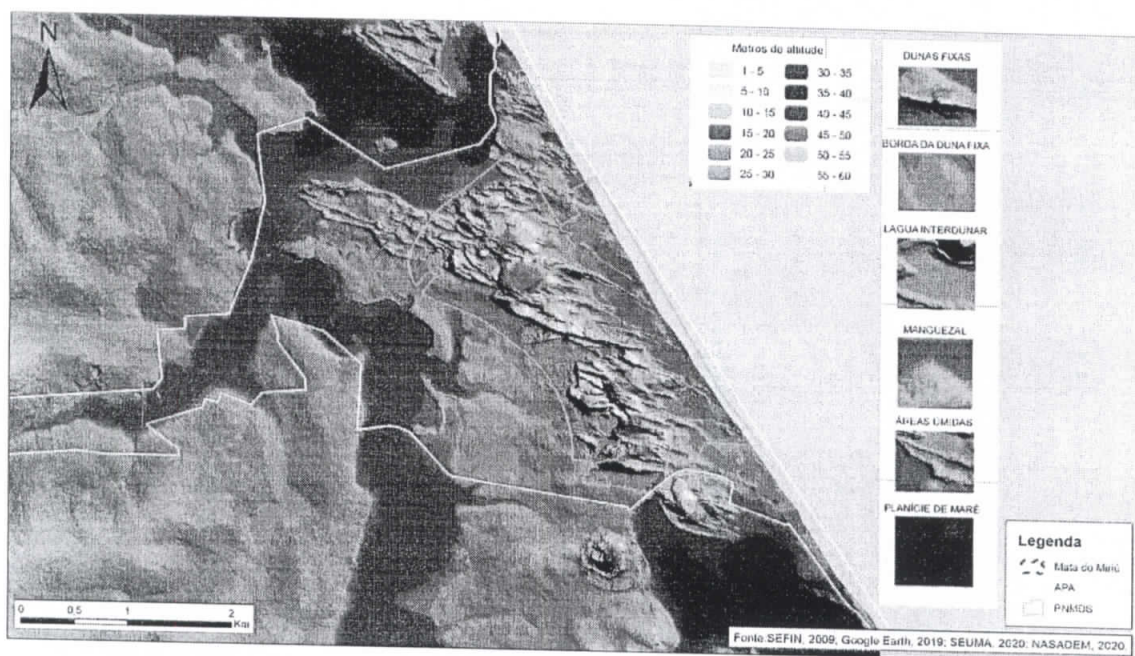


Figura 5: Modelo Digital do Terreno (MDT) ressaltando a morfologia das dunas parabólicas fixas e móveis do tipo *hairpin* na Duna da Mata do Miriú.

Os campos de dunas parabólicas mais representativos não foram incluídos em uma UC de Proteção Integral. Foi possível constatar que essas dunas com vegetação arbórea estão relacionadas com as áreas úmidas onde lençol freático aflora, uma faixa de transição definida como vargem (vegetação de pequeno porte e com setores onde o solo aflora completamente), e ao ecossistema manguezal. Durante as atividades de campo foi possível demonstrar que estas áreas úmidas se encontram entre as cotas altimétricas de 5 a 10 metros (em contato com as dunas). As cotas evidenciaram que o manguezal ocorre em níveis inferiores aos 5 metros de altitude. Ressalta-se que as bordas a norte das Dunas da Mata do Miriú (figura 6), foram definidas como zonas de amortecimento das cheias do rio Cocó (áreas de inundação à retaguarda do manguezal). Os pontos mais elevados (acima de 35 metros de altitude em alguns setores, por volta de 30 metros na APA da Sabiaguaba), no eixo das dunas parabólicas, evidenciaram aspectos paleogeográficos da continuidade desses campos desde as praias de Sabiaguaba à praia do Futuro (MEIRELES, 2014) e interrompida pelo crescimento desordenado da cidade.

Os perfis topográficos obtidos através do MDT da APA e do Parque da Sabiaguaba constatarem a morfologia característica das dunas do tipo parabólica fixadas pela vegetação. Os perfis mostram vales eólicos (setores interdunares), onde o freático aflora

durante os eventos de maior precipitação (primeiro semestre), formando lagoas interdunares e as nascentes de água doce. O perfil topográfico (Figura 6 Perfil Topográfico 1), que atravessa a APA e o Parque da Sabiaguaba demonstra claramente a continuidade do campo de dunas até atingir a margem direita do rio Cocó. As Dunas da Mata do Miriú tem o ponto mais elevado em uma cota de aproximadamente 30 metros (Figura 6 Perfil Topográfico 2).

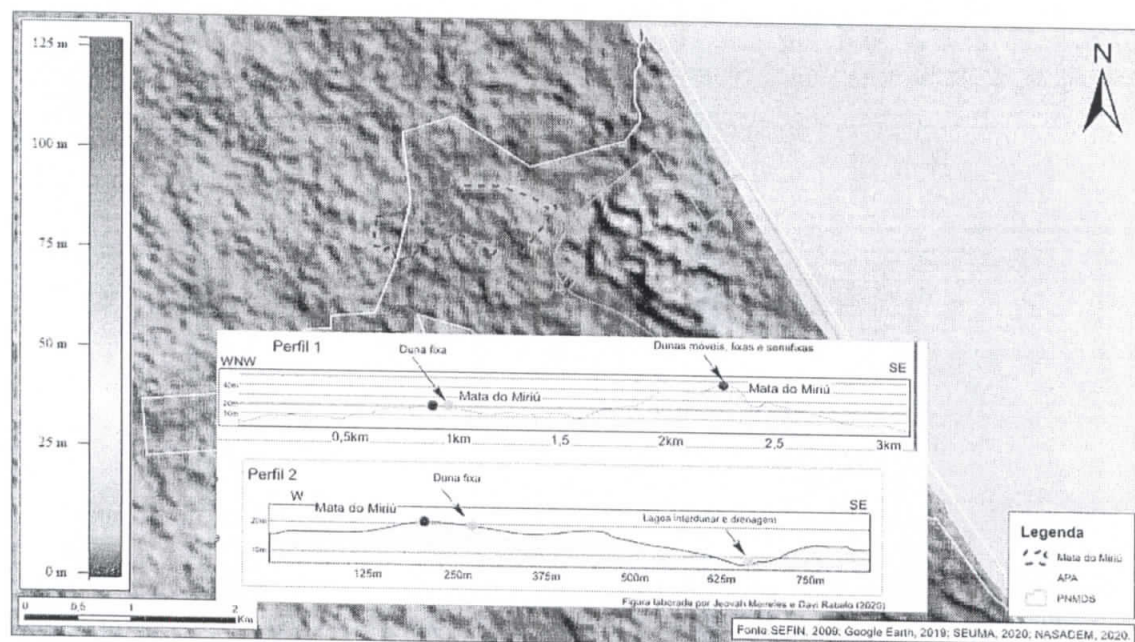


Figura 6: Perfis topográficos paralelos ao eixo das dunas fixas na área ocupada pela Mata do Muriú. (Elaborada pelos autores).

A cobertura vegetal sobre as dunas fixas parabólicas representa os mais importantes complexos vegetacionais do estuário do rio Cocó. Na margem esquerda a cobertura arbórea da duna fixa da ARIE das Dunas do Cocó e na direita a Mata do Miriú (Figura 7). Os demais sistemas ambientais (lagoas, apicum, estuários, manguezal e a praia) estão conectados com esses campos florestados. No contexto das demais unidades de conservação, essas florestas são corredores ecológicos que sustentam a biodiversidade.

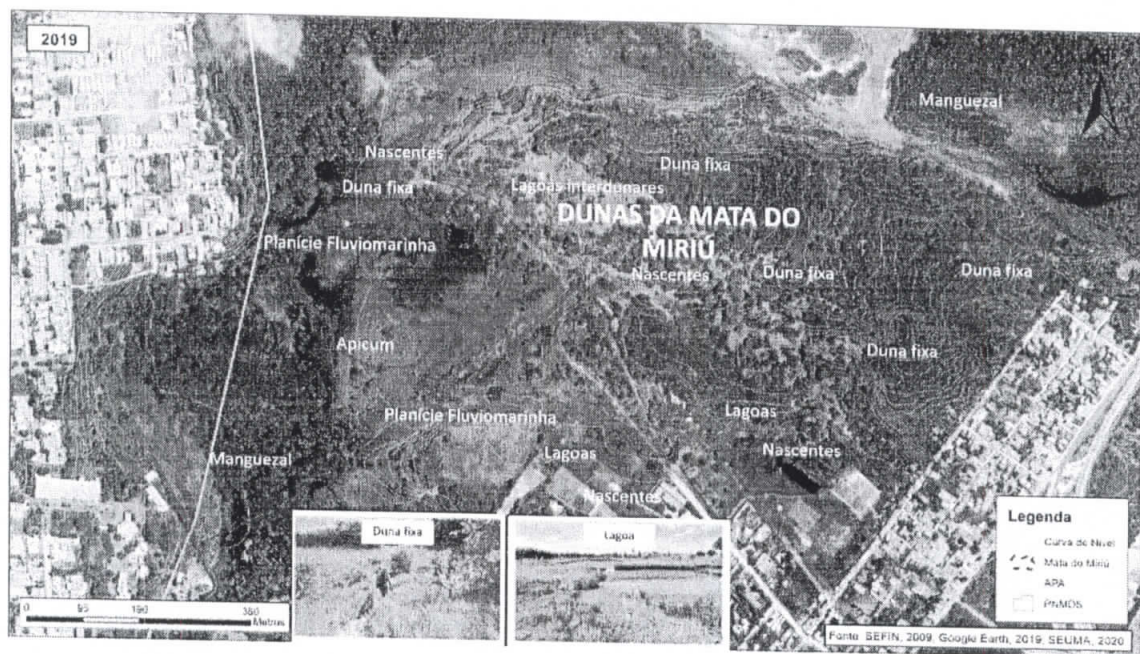


Figura 7: Mata do Miriú sobre a duna parabólica na APA da Sabiaguaba. (Elaborada pelos autores).

É importante evidenciar que a atual Mata do Miriú (Imagem de Satélite de 2019), ao ser superposta com a cartografia topográfica elaborada em 1945 (antigo Serviço Geográfico do Exército), evidenciou correlação entre as curvas de nível atuais e, dessa forma, possivelmente já fixada desde a década de 1940 (Figura 8).

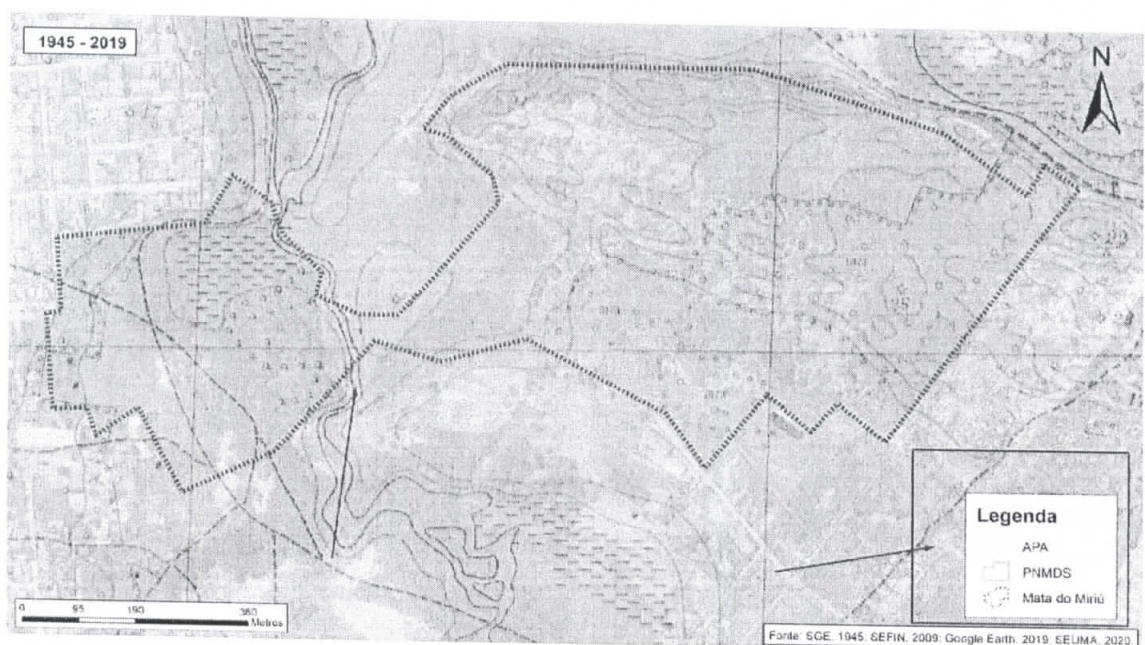


Figura 8: Imagem de satélite de 2019 sobreposta sobre carta topográfica do Serviço Geográfico do Exército de 1945. (Elaborada pelos autores).

Em síntese, as dunas foram originadas e completamente inseridas na dinâmica morfológica e ecológica que proporcionou os principais componentes ambientais relacionados com a provisão de água nos aquíferos, regulação da biodiversidade e aspectos socioambientais fundamentais para amenizar o clima da cidade (MEIRELES, et al., 2020). Em conjunto, os campos de dunas remanescentes representam as maiores áreas, em composição com as dunas de Sabiaguaba, que proporcionam serviços ecológicos estratégicos para a qualidade de vida em áreas já densamente ocupadas.

A idade das dunas do litoral leste de Fortaleza – isto é, a idade de fixação das areias – foi estimada, a partir de datações por termoluminescência ($\sim 1m$), como da ordem de $1,900 \pm 250$ anos (Claudino-Sales, 2010). Essa datação afina as obtidas anteriormente na Praia do Pecém (40 km de Fortaleza) e no Porto das Dunas por Tsoar et al. (2009), que indicaram idade da ordem de ~ 1.700 anos.

O grau de alteração antrópica (principalmente pela especulação imobiliária e o precário saneamento básico), dos resquícios dunares nas Dunas da Mata do Miriú não permite identificar toda a riqueza dos recursos hídricos superficiais e vegetacionais que antes caracterizavam esse sistema dunar. Essa riqueza pode, no entanto, ser avaliada com a análise de dunas semelhantes existentes ainda hoje no litoral de Lagoinha, Ceará. Em adição, os trabalhos de campo realizados na área indicaram a existência de olhos d'água, lagoas interdunares, áreas alagadas, solo e cobertura vegetal desenvolvida representando sistemas ambientais importantes no contexto da cidade.

A destruição das dunas em Fortaleza vem colocando a cidade em contexto de permanente estresse ambiental, dado o elevado grau de impermeabilização dos terrenos que essa prática impõe. A impermeabilização também diminuiu o reabastecimento dos lençóis subterrâneos, e já é notável, em alguns setores de Fortaleza, a diminuição dos espelhos d'água de lagoas, tais como as Lagoas do Papicu e Lagoa da Precabura, por diminuição da alimentação normal através da indisponibilidade de áreas de recarga dos aquíferos.

Os sistemas hídricos estão assim diminuindo, desaparecendo ou sendo amplamente degradados, colapsando um diversificado conjunto de serviços ambientais (ver tabela I). Considerando o fato da pequena altitude em determinados setores com a ausência de desnivelamentos topográficos expressivos, a ocorrência de enchentes e

inundações urbanas vêm sendo, então, frequentes. Tais fatos implicaram em desconforto urbano e prejuízos materiais, tanto para a população quanto para as estruturas urbanas (avenidas esburacadas, calçadas danificadas, precária acessibilidade, galerias pluviais atulhadas por sedimentos e resíduos urbanos, alagamentos causadores de problemas de saúde pública, acúmulo e/ou distribuição de lixo urbano). Com as dunas preservadas será mantida a principal zona de recarga dos aquíferos da cidade de Fortaleza.

Estes problemas acabaram sacrificando a população duplamente: geraram incômodos enquanto estão em processo, principalmente quando as chuvas ultrapassam os 60mm (e com tendência de agravamento com a consolidação dos extremos climáticos), e, conseqüentemente, perdas de investimentos em outros setores sociais, como educação, saúde, transportes, já que recurso terão que ser redirecionados para a recuperação do que foi danificado pelas enchentes provocadas.

A retirada da cobertura vegetal em Fortaleza também é fator de extrema preocupação. O Inventário Ambiental de Fortaleza (PMF, 2002) já indicava que entre os anos 1968 e 2002, a cidade tinha perdido cerca de 70% de sua cobertura natural. Dados mais atualizados (IBAMA, 2018, SEMACE, 2015) indicam que esses números se aproximam dos 100% – com efeito, resta apenas cerca de 2,9% da cobertura vegetacional original. Isso coloca o fortalezense em contexto de baixa qualidade de vida, considerando-se que a arborização é um indicador fundamental de qualidade de vida em áreas urbanas pela Organização Mundial da Saúde, como necessário à existência de vida com qualidade boa ou aceitável.

Tais mudanças no quadro ambiental traduziram-se por modificação acentuada no clima urbano com as ilhas de calor detectadas na cidade (MOURA, 2008). A temperatura vem também aumentando nos últimos anos, ocorrendo em algumas áreas valores estáveis de aumento da ordem de quase 4 graus centígrados (MOURA, 2008). Para se ter uma ideia da gravidade dessa situação, as modelizações do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas - IPPC, da ONU, que vem realizando prognósticos e criando cenários futuros em termos de aquecimento global, indicou um aumento da ordem de 1°C para os próximos decênios, o que já implicaria em desastres ambientais. Fortaleza já apresenta valor três vezes maior do que o apontando para a média global pelo IPCC (NICHOLLS, et al., 2007; IPCC, 2014).

2. FUNÇÕES AMBIENTAIS DOS CAMPOS DE DUNAS E DEMAIS ECOSSISTEMAS ASSOCIADOS.

A tabela I apresenta a síntese das principais funções ambientais definidas para o campo de dunas objeto deste Parecer e as áreas úmidas e manguezal associados. Foram sistematizadas desde a realização das atividades de campo e levando em conta os resultados das pesquisas realizadas na área (CLAUDINO-SALES, 2009, MEIRELES, 2014). É importante ainda evidenciar que parte das funções ambientais relacionada com aspectos culturais e bem-estar social foi fundamental na avaliação de equidade ambiental (FASE, 2011; LASCHEFSKI, 2011) e através de entrevistas semiestruturadas realizadas na visita técnica (envolvendo grupos de moradores, lideranças das comunidades tradicionais Boca da Barra do Cocó e Casa de Farinha, ambientalistas e pesquisadores). Trata-se das funções ecológicas e sociais indissociáveis das dunas e dos manguezais e foram evidenciadas de modo a não configurar elementos para inserirem-se em matrizes que financeirizam estes componentes da natureza; como, por exemplo, posto pela lógica de compensar as emissões no mercado de carbono para “descarbonizar” a economia. Portanto, os bosques das dunas parabólicas, as áreas úmidas e manguezais representam *territórios-ecossistemas* de amplo domínio da sociedade, a serem resguardados, em sua integridade, para potencializar a qualidade de vida e a biodiversidade.

Tabela I: Funções ecossistêmicas dos campos de dunas, áreas úmidas e manguezal

TABELA I	
FUNÇÕES ECOSSISTÊMICAS DOS CAMPO DE DUNAS, ÁREAS ÚMIDAS E MANGUEZAL.	
Funções	Dunas e manguezais
Regulação/Produção de gases	Regulação da composição química atmosférica (balanço de CO ₂ /O ₂ ; níveis de SO ₂) através do bosque arbóreo. Produz gases nas fases de decomposição da matéria orgânica, produção de metano e demais compostos através das fases de oxidação e redução. Interfere na composição atmosférica através dos gases emitidos com a produção de matéria orgânica. As dunas cobertas por florestas (mata do Miriú) são fundamentais para sequestro de carbono, reguladoras da qualidade do ar e da umidade atmosférica.
Controle biológico	Regulação da dinâmica trófica de populações. Complexa cadeia alimentar com biodiversidade vinculada a mais de 200 espécies vegetais e demais componentes de fauna que promovem

Regulação do clima	<p>fluxos gênicos com os manguezais. Oscilações das marés, relações com os ecossistemas dunar, lacustres e áreas úmidas, com as sazonalidades climáticas, promovem um complexo ecossistema que regula a produtividade primária.</p> <p>Ameniza as condições climáticas locais através das rajadas de vento associadas ao canal estuarino e o bosque de manguezal, influência no microclima, evapotranspiração e fotossíntese, evapotranspiração nos bosques de dunas fixas e manguezal. Influência no albedo e promove a captura de dióxido de carbono. A cobertura vegetal evidencia as relações climáticas, pedológicas e disponibilidade de água nos sistemas ambientais.</p>
Suplemento de água	<p>Armazenamento e retenção da água (dinâmica dos aquíferos e reservatórios). Conjunto de aquíferos associados aos componentes morfológicos do sistema costeiro. Por meio das interconexões com os aquíferos dunar e tabuleiro litorâneo; regula as propriedades físico-químicas das áreas úmidas e do manguezal através dos níveis de salinidade e densidade entre os aquíferos. Disponível através de poços e quando o lençol freático aflora origina lagoas interdunares e no setor entre as dunas e o ecossistema manguezal.</p>
Proteção da costa contra extremos (climáticos, deslizamentos, enchentes) e regulação dos sistemas hídricos superficiais e subterrâneos	<p>Amortece o efeito do escoamento superficial e processos erosivos derivados das precipitações. Controla o aporte de água doce no aquífero e das enchentes, pois a composição granulométrica favorece a infiltração da água da chuva e a cobertura vegetal minimiza os efeitos erosivos do escoamento superficial. Promove volume de água para os fluxos hidrológicos integrados com a bacia hidrográfica e os demais ecossistemas estuarinos. Os eventos pluviométricos de elevada turbulência são amortecidos no setor das dunas fixas. Durante os eventos de estiagem controla a quantidade e da água disponível para o aquífero dunar (reserva estratégica de água doce). Os eventos pluviométricos de elevada turbulência são amortecidos e distribuídos sobre o bosque de mangue. 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.</p>
Amortecimento das consequências previstas pelo aquecimento global	<p>O complexo dunar leste de Fortaleza atua 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). O volume de água doce do aquífero dunar atua como barreira ao processo de salinização dos aquíferos quando da possível entrada da cunha salina.</p>

Ciclagem de nutrientes	Armazenamento, ciclagem interna, processamento e aquisição de nutrientes (fixação de N, P e outros elementos do ciclo de nutrientes). Os complexos dunar, áreas úmidas e estuarinos integram-se para a produção de nutrientes representando a base da biodiversidade local integrada com o estuário do rio Cocó. O ecossistema manguezal e as matas do Miriú representam os principais componentes de biodiversidade, interdependentes com os demais sistemas de ciclagem de nutrientes (lagoas, nascentes, apicum, vagem).
Polinização	Movimento de gametas para a reprodução de populações. Os fluxos de matéria e energia proporcionam interconexões entre os ecossistemas proporcionando elevado potencial de produção e distribuição de pólen e plântulas (predominantemente pelos fluxos eólico, fluvial, fluviomarinho e deriva litorânea). As dunas fixas intervêm diretamente na definição dos corredores ecológicos entre o tabuleiro pré-litorâneo e o estuário. As coberturas vegetacionais sobre as dunas fixas e os solos de mangue são pontos focais de biodiversidade e, impulsionados pelas abelhas e demais representantes da fauna e flora, são áreas de fluxos gênicos para definir os corredores ecológicos entre as UCs e as bacias hidrográficas.
Refúgio de vida silvestre	Habitat para populações residentes e migratórias (acolhida de aves migratórias e de reprodução de tartarugas). Os complexos estuarinos estão associados à elevada diversidade de avifauna; suporte ecossistêmico para as aves migratórias. As dunas resguardam suporte ecológico para uma diversificada fauna com elevada diversidade de flora. Foram identificados na mata do Miriú o gato-do-mato-pequeno e o roedor Makalata, espécies ameaçadas de extinção, além de cuícas, as serpentes, raposa, avifauna diversa, artrópodes, e fitossociologia complexa, evidenciando importante contexto de biodiversidade com espécies conectadas com ecossistemas entre as dunas e as planícies fluviomarinhas e lacustres.
Produção primária e de alimento	Conjunto de componentes ecológicos vinculados à produção de componentes bioquímicos para a produção e distribuição de nutrientes para uma diversificada fauna e flora. Parte da produção primária bruta transformada em matéria prima e alimento. Reações geoambientais e ecodinâmicas associadas à formação, disseminação e consumo (produção de matéria orgânica) dos bosques de dunas fixas, mangue e demais componentes florísticos existentes nos ecossistemas. Vínculos complexos com a produção pesqueira.
Recursos genéticos	Produção de materiais e produtos biológicos para medicina, material científico, obtenção de genes resistentes a pragas e espécies ornamentais. Usos tradicionais da fauna e flora. Atividades de pesquisa. Abordagem integrada evidenciando os

	complexos de dunas fixas, áreas úmidas e estuarinos. Resgate de usos tradicionais da fauna e flora.
Recreação, turismo ecológico e contemplação da paisagem	Oportunidades para atividades recreacionais: passeio de barco, comidas coletivas, jogos etc. Atividades relacionadas com caminhadas entre as dunas e os estuários para contemplar a dinâmica morfológica, diversidade de paisagens e biodiversidade. Atividades turísticas que funcionam como geração de renda (ecoturismo, pesca esportiva e outras atividades ao ar livre). Os sistemas ambientais manguezal e dunas compõem a paisagem costeira. Os processos dinâmicos, associados às diversidades de usos evidenciam a integração dos componentes socioambientais e econômicos da planície costeira. As dunas, manguezais, diversidade de espécies de fauna e flora locais e as manifestações de cores e disponibilidade da água (áreas úmidas, lagoas, nascentes de riachos que alcançam o rio Cocó) se configuram como motivo e inspiração para criações artísticas. As comunidades tradicionais da Boca da Barra de Sabiaguaba e Casa de Farinha estão inseridas nas atividades de trilhas ecológicas e ações de conservação da natureza, por exemplo, o projeto Lixo Zero Sabiaguaba. Outras atividades estão relacionadas com ações de educadores e educadoras ambientais com práticas de surf, mergulho submarino e passeios de barco.
Ciência, cultura e educação ambiental	Os sistemas ambientais a serem protegidos são fundamentais para a realização de atividades educativas e pesquisa científica vinculadas à diversidade de componentes ambientais preservados. A área proposta, ao ser inserida como UC na composição de um mosaico e corredores ecológicos, possibilitará projetos de pesquisa para aprofundar estudos para a qualificação e quantificação dos fluxos de matéria e energia dos ecossistemas urbanos. Envolvimento das escolas públicas e privadas e universidades em todas as etapas de elaboração do Plano de Manejo.

FONTE: Modificados de McLeod e Salm, 2006; Barbier, et al. 1997; Constanza, et al., 1997; Schaeffer-Novelli (1989); Meireles e Campos, 2010, Meireles, 2014; Queiroz, et al., (2013); Queiroz et al., 2017; Meireles, et al. 2020.

Desde a perspectiva estratégica de formulação de critérios para fundamentar a realização do Plano de Manejo, as funções ambientais intrínsecas aos ecossistemas das dunas aqui analisadas foram definidas como indicadoras da elaboração de estudos e procedimentos metodológicos multidisciplinares. E deverão ser integradas com a diversidade de componentes ambientais, ecológicos, sociais, culturais e simbólicos para a qualidade de vida. Foram constatadas as funções ecológicas de provisão, regulação e culturais (QUEIROZ et al., 2017), e relacionadas com a disponibilidade dos ecossistemas de armazenar água, regular o clima e a biodiversidade e as culturais, envolvendo usos

ancestrais do território (soberanias alimentar e hídrica), e renda comunitária com as atividades de ecoturismo, trilhas ecológicas e ações coletivas de educação ambiental.

As dunas parabólicas *hairpin*, seus recursos hídricos e os ecossistemas que originaram, jamais voltarão a se desenvolver na zona litorânea de Fortaleza em função da inexistência de espaço para acomodação de areias nos dias atuais. Na realidade, considerando-se o atual ritmo e forma de ocupação regional da zona costeira – grandes complexos turísticos, avanço da construção civil sem critérios ambientais e regida pela especulação imobiliária – pode-se seguramente considerar que tais relevos e suas funções ambientais, jamais voltarão a ser produzidos, tanto em contínuos e largos trechos da zona costeira do Nordeste do Brasil, com na cidade de Fortaleza. Em adição, a continuar esse ritmo de ocupação, as formas existentes fatalmente desaparecerão (Figura 9), perdendo-se para sempre paisagens naturais que a história geológica e ecológica demandou milhares de anos para construir.



Figura 9: Lagoa interdunar assoreada nas Dunas do Cocó. As condições hidromórficas são indicadas pela presença das macrófitas *Eichhornia crassipes* (o aguapé: seta 1) e capim d'água (*Paspalidium geminatum*, seta 2), além de outras espécies aquáticas. O setor corresponde à uma lagoa interdunar perene, hoje completamente assoreada e poluída, como resultado de alterações antrópicas de elevada magnitude, ocorridas sobretudo ao longo da década de 1990. Foto de novembro de 2012.

Nesse sentido, urge encontrar caminhos legais e jurídicos capazes de proteger em caráter definitivo esses resquícios de dunas do litoral de Fortaleza. A preservação das formas dunares e dos ecossistemas associados é essencial para a manutenção do registro das ocorrências naturais da morfologia primitiva na cidade. A preservação também garantirá melhor qualidade de vida para a população, quando da disponibilidade continuada dos serviços ambientais dos campos de dunas. Em adição, as áreas preservadas forneceriam, em caráter permanente, refúgios para elevado número de espécies animais e vegetais da fauna e flora costeiras regional e local.

Por fim, faz-se necessário ressaltar que as dunas em questão, assim como os outros resquícios de dunas móveis e fixas existentes no segmento leste de Fortaleza, são absolutamente fundamentais para a manutenção do manguezal do Rio Cocó. Essa situação resultou do fato de que as dunas atuaram como alimentadoras do aquífero costeiro, já que permite a infiltração das águas da chuva. O lençol subterrâneo, por sua vez, fornece a necessária água doce que o manguezal exige para sobreviver (Mazda e Wolanski, 2009).

Assim, com uma eventual destruição das dunas do litoral leste da cidade de Fortaleza, seriam gerados enormes impactos ambientais sobre o Parque Estadual do Cocó, unidade de conservação de proteção integral da maior relevância para Fortaleza. Dada a importância desse ecossistema para a existência de espécies de animais aquáticos (peixes, crustáceos, mariscos) e continentais (aves, mamíferos, répteis) da área litorânea, de importância inclusive econômica (pesca, por exemplo), percebe-se a necessidade peremptória de preservação integral de todo esse campo de dunas residual.

Preservadas, essas áreas representarão um excelente espaço para a realização de atividades educativas, voltadas para a conscientização da dinâmica da natureza, para a valorização da geodiversidade e biodiversidade regionais, e para o crescimento, tão necessário, da consciência ecológica no seio da comunidade local. Serão ainda uma alternativa, se bem organizadas e planejadas as possibilidades de usos, para atividades de contemplação da natureza, realização de atos lúdicos e eventos associados com geoturismo. Portanto, as florestas são sistemas ambientais imprescindíveis para a

formação de jovens pesquisadores e formuladores de políticas públicas, em uma conjunção pedagógica com a natureza, as comunidades tradicionais e a cidade.

Diante do exposto, indicamos como urgente, necessário e positivo a criação de lei que indique, de forma definitiva, a preservação das dunas aqui apresentadas.

3. FLORA

A poligonal aqui proposta para a regulamentação abrange um remanescente contínuo das unidades geoambientais de dunas e de planície fluvial. Nessas unidades, encontramos três principais vegetações: vegetação de dunas (campos, arbustais e florestas), vegetação de tabuleiro (florestas e arbustais) e carnaubal. A preservação da heterogeneidade desse conjunto de vegetações é de significativa relevância para a manutenção de todo o sistema do Parque Estadual do Cocó e, por conseguinte, de toda a cidade de Fortaleza. Assim, evidencia-se que praticamente a integridade da área de dunas florestadas remanescentes de Fortaleza está nesta poligonal, atualmente ainda sem a proteção de uma unidade de conservação de proteção integral.

Há um destaque especial para a área de dunas da APA da Sabiaguaba, registrada no Atlas da Mata Atlântica como Restinga Arbórea (Figura 10), vegetação considerada pelo Art. 2º da Lei da Mata Atlântica como Mata Atlântica. A área apresenta uma espécie muito rara, a *Bacopa cochlearia* (Figura 11), endêmica das restingas do Estado do Ceará e ameaçada de extinção por conta da degradação ambiental de seu habitat (CNCFLORA).

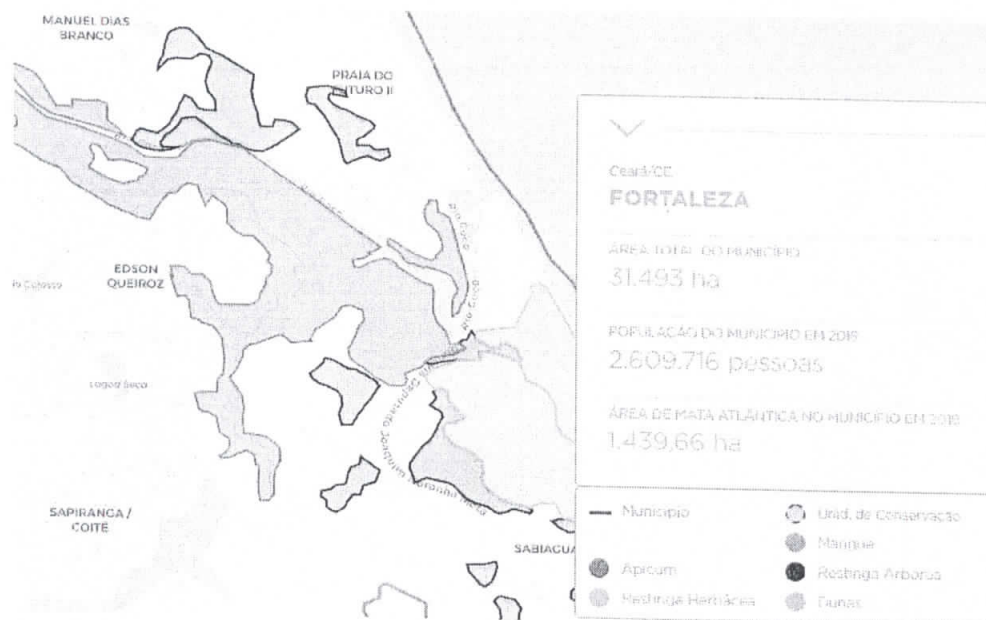


Figura 10: Zoneamento disponível no aquitemmata.org.br que compila os dados produzidos pelo Instituto SOS Mata Atlântica, evidenciando a caracterização da área aqui analisada como Restinga Arbórea. *foi identificado erro na legenda do site, a formação Restinga Arbórea está representada pela poligonal cinza com contorno preto e não pela cor verde escura como está na legenda.



Figura 11: *Bacopa cochlearia*, espécie ameaçada de extinção endêmica das restingas do Ceará, fotografada na área das Dunas da Mata do Miriú.

Inicialmente formadas por sedimentos de elevada motilidade e sem cobertura vegetal, as dunas acabam, ao longo de milhares de anos, se tornando paleodunas vegetadas. Este é o caso das Dunas da Mata do Miriú em que passando por ciclos de climas mais úmidos, foram gradualmente fixadas pela vegetação em um longo processo pedogenético. Nessas dunas, que margeiam o Parque Estadual do Cocó, podem ser observadas as três vegetações de dunas; campos, arbustais e florestas. Os campos e arbustais de dunas são marcados por herbáceas e arbustos resistentes e capazes de suportar os sedimentos muito móveis e com poucos nutrientes. As florestas bem desenvolvidas de dunas também são muito evidentes nas áreas, com diversidade de árvores e arbustos bastante considerável, formando dosseis a 5-8 m de altura e com árvores que podem passar de 10 m. Diversas espécies dessas florestas são compartilhadas com as florestas de tabuleiros costeiros e até com a caatinga. Exemplos marcantes da flora são os cactos *Pilosocereus cattingicola* (faxeiro) e *Cereus jamacaru* (mandacaru), os muricis (*Byrsonima crassifolia* e *B. gardneriana*), o guajiru (*Chrysobalanus icaco*), o cajueiro (*Anacardium occidentale*), dentre outras. Apesar das áreas carecerem de maiores levantamentos florísticos, estudos técnicos realizados apenas em trechos da ARIE das Dunas do Cocó, apontaram a existência de pelo menos 173 espécies vegetais nativas no local.

Os tabuleiros costeiros são encontrados em terrenos planos justapostos ao cordão de dunas, geomorfologicamente formados sobre a formação Barreiras. Sobre os tabuleiros se desenvolve tipicamente uma floresta tropical estacional decidual de terras baixas, a floresta de tabuleiro. Uma característica marcante dessas florestas é o seu caráter florístico ecotonal, com presença de árvores de diversos domínios fitogeográficos, com espécies do Cerrado, da Caatinga, da Mata Atlântica e da Amazônia (CASTRO; MORO; MENEZES, 2012; MORO et al., 2015). Em áreas com solos mais férteis, ventos mais amenos e incêndios mais raros, a vegetação de tabuleiro alcança uma configuração florestal com árvores como *Spondias mombin*, *Anacardium occidentale*, *Crateva tapia*, *Trema micrantha*, *Chamaecrista ensiformis*, *Enterolobium timbouva*, *Libidibia ferrea*, *Samanea tubulosa*, *Ziziphus joazeiro*, *Genipa americana*, *Maclura tinctoria* e *Talisia esculenta*, além das palmeiras *Acrocomia intumescens* e *Copernicia prunifera* e de diversas trepadeiras como *Abrus precatorius*, *Dioclea megacarpa* e

Paullinia pinnata. Já em áreas mais impactadas pelo fogo e pelo corte, com solos mais pobres e ventos mais fortes, são mais encontrados os arbustais de tabuleiro, com arbustos como *Coccoloba latifolia*, *Eugenia punicifolia*, *Piper tuberculatum*, *Pilosocereus catingicola* e *Ximenia americana*.

Nas áreas mais baixas da planície fluvial, se justapondo aos limites do PEC, surgem terrenos sazonalmente alagados e lagoas temporárias. Nesses terrenos é evidente o crescimento de carnaúbas (*Copernicia prunifera*), uma palmeira endêmica da Caatinga e típica de terrenos alagadiços. Inserido nos carnaubais há ainda habitats de vegetação aquática e paludosa. Diversas outras árvores de mata ciliar também são encontradas nesse terreno, como o juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), oiticica (*Licania rigida*), umarizeira (*Geoffrea spinosa*) e canafístula (*Albizia inundata*), assim como espécies de caatinga típica como *Cynophala hastata*, *Pilosocereus catingicola*, *Cereus jamacaru*, *Piptadenia stipulacea*, *Geoffroea spinosa* e *Ximenia americana*, além de espécies mais comuns na região costeira como *Mouriri cearensis*, *Spondias mombin*, *Genipa americana*, além de arbustos como *Monteverdia erythroxyla*, *Cynophala hastata*, *Tarenaya longicarpa*.

Ao subir nas elevações das áreas de dunas, evidenciam-se as fisionomias de campos e de florestas dunares. Nos campos de dunas há uma riqueza notável de espécies, não encontrada em outros campos de Fortaleza, com diversas espécies como as herbáceas *Elephantopus hirtiflorus*, *Euploca polyphylla*, *Chamaecrista flexuosa*, *Chamaecrista hispidula*, *Paspalum maritimum*, *Borreria verticillata*, *Hexasepalum apiculatum* e *Passiflora subrotunda*. Outras espécies também podem ser encontradas como o *Cynophala hastata* e o *Tocoyena sellowiana* e duas espécies de cactáceas: o *Cereus jamacaru* e o *Pilosocereus catingicola*.

As florestas de dunas são a vegetação mais marcante na poligonal aqui analisada, sendo esta a maior área remanescente dessa vegetação em Fortaleza. Nessas florestas, devido sobretudo ao sombreamento do dossel das árvores que tendem a formar um bosque, as espécies herbáceas não especializadas em sub-bosque se tornam elementos de menor expressão. Assim, irão prosperar nesses ambientes herbáceas e arbustos adaptados ao sub-bosque, como a orquídea de solo 'rabo-de-tatu' (*Cyrtopodium holstii*) e a Araceae cara-de-cavalo (*Philodendron acutatum*) que aparecem nestas dunas. Outro

hábito adaptado às florestas são as lianas ou cipós, como as trepadeiras *Myriopus candidulus*, *Davilla cearensis*, *Neojobertia candolleana*, *Passiflora foetida* e *Abrus precatorius*. As árvores de maior destaque nestas florestas de dunas são o cajueiro (*Anacardium occidentale*), a timbaúba (*Enterolobium timbouva*), o murici (*Byrsonima gardneriana*) e o xixá (*Sterculia striata*). Há também muitas plantas da família das Mirtáceas, especial fonte de alimento para a fauna silvestre, como *Eugenia punicifolia*, *Myrcia splendens*, *Myrciaria cuspidate* e *Campomanesia aromatica*.

As variadas fitofisionomias presentes na poligonal aqui desenhada estão expostas atualmente a diversos impactos. O mais drástico é a perda da vegetação, tanto de vastas áreas já perdidas para o desmatamento e para a expansão urbana quanto de áreas ainda em processo de descaracterização constante. Outro impacto marcante são as invasões biológicas, com espécies invasoras de fauna e de flora. Com destaque, temos a presença de exóticas invasoras bem conhecidas, como *Cryptostegia madagascariensis*, *Leucaena leucocephala*, *Pithecellobium dulce*, *Terminalia catappa*, *Calotropis procera*, *Megathyrsus maximus*, *Syzygium cumini*, *Azadirachta indica*, *Moringa oleifera* e *Sansevieria trifasciata*. Espécies de fauna invasora como *Felis silvestris catus*, *Canis lupus familiaris*, *Rattus sp.*, *Bos spp.*, *Equus caballus*, *Equus asinus africanus*, *Sus scrofa*, *Columba livia*, *Passer domesticus*, dentre outros, também têm presença marcante na poligonal aqui analisada. Há ainda a descaracterização ambiental por meio de queimadas e deposição de lixo, em que, embora o centro da mata esteja bem conservado, as bordas e um trecho do interior estão em estado grave de degradação por esses motivos.

Todos esses impactos citados avançam sobre o cordão de dunas que margeia o parque do Cocó, descaracterizando o ambiente e, dia após dia, reduzindo a área do remanescente geoambiental. Toda essa área aqui estudada age como um contínuo amortecedor dos impactos urbanos sobre o PEC, de forma que se essas dunas que tangenciam o Parque regulamentado forem urbanizadas, impactos como erosão, despejo de efluentes, depósito de resíduos sólidos, alterações no fluxo hídrico, invasões biológicas, incêndios extensivos e desmatamentos criminosos atingirão o Parque do Cocó com um profundo efeito de borda. Esse cenário ressalta a necessidade de proteger essas áreas remanescentes de vegetação de tabuleiros e de dunas, para que os estreitos

trechos dentro do parque já regulamentado não sejam impactados ao se tornarem a borda da vegetação.

4. FAUNA

O cordão de dunas constituído pelas Dunas da Mata do Miriú se distinguem do Parque Estadual do Cocó (PEC) apenas politicamente. Em sua integridade, essa área é abrigo para uma comunidade faunística altamente complexa e de grande relevância para o equilíbrio ecológico do município. Análises de Aguiar (2020) demonstram que as Dunas da Mata do Miriú, funcionam como área de refúgio para a fauna silvestre diante dos fortes impactos antrópicos encarados nas regiões do entorno, a exemplo, inclusive, do Parque Estadual do Cocó. A pesquisa mostrou que a diversidade de mamíferos encontrada na área da Sabiaguaba é ainda maior do que a investigada no Parque, mesmo este apresentando caráter de proteção integral. O fluxo biogeoquímico, o fluxo gênico e a cadeia trófica da comunidade faunística são fragilizados apenas no pequeno trecho em que há uma cerca entre a ARIE e o PEC. As áreas de dunas contíguas e o Parque já regulamentado, na realidade, formam uma mesma e contínua mancha florestada. Sob um ponto de vista científico e conservacionista, as justificativas técnicas para a inclusão de todas as áreas na categoria de proteção integral seriam as mesmas ou, a depender do objeto de estudo, até mais relevantes do que as apresentadas para delimitar o atual perímetro do Parque Estadual do Cocó. As espécies de fauna estão representadas nas figuras 12 a 16.

Estudos realizados na floresta contínua do Cordão de Dunas/Parque do Cocó evidenciam uma riqueza faunística hoje rara em Fortaleza, restrita apenas a poucos fragmentos de ecossistemas remanescentes. Neste contexto, o contínuo dessas dunas com o PEC destaca-se como o maior refúgio para os animais silvestres da cidade, cobrindo uma área de aproximadamente 2.000 hectares. Apesar de integrar o contínuo ecológico, as quatro áreas em questão possuem características únicas, não encontradas na poligonal já regulamentada do PEC, o que as torna imprescindíveis para a manutenção da heterogeneidade de habitats que servem a fauna do ecossistema do Cocó. As florestas dunares não alagam como as áreas menos elevadas que constituem quase a totalidade do Parque Estadual, fornecendo abrigo arenoso e seco o ano inteiro para a fauna avessa às áreas alagadas. Além disso, por conta da dinâmica hídrica singular dessas dunas, olhos d'água e lagoas interdunares de água doce pluvial se formam nos

pés das dunas, servindo para dessedentação das mais diversas espécies, além de serem áreas de reprodução para animais que precisam de água doce estacionária.

Levantamentos de campo conduzidos nessas áreas já registraram 160 espécies de aves, 12 espécies de mamíferos não voadores, 24 espécies de répteis, 17 espécies de anfíbios e uma enorme riqueza de invertebrados ainda não levantada. Certamente, esses números estão subestimados e serão incrementados à medida que pesquisas mais longas e complexas sejam executadas no local. Com suas distribuições variando de acordo com a unidade geoambiental, com a paisagem e com a fitofisionomia do local, os vertebrados ocupam as quatro áreas de dunas seguindo alguns padrões descritos no tópico de flora. Como a maré interfere até aproximadamente 11km da faixa de praia de Fortaleza, a cobertura remanescente nas áreas mais baixas das dunas apresentará marcante presença de espécies animais típicas de estuário.

Com relação às aves típicas de ambientes estuarinos, cabem destaque o maçarico-grande-de-perna-amarela (*Tringa melanoleuca*), o maçarico-de-perna-amarela (*Tringa flavipes*), o maçarico-de-costas-brancas (*Limnodromus griseus*), maçarico-de-sobre-branco (*Calidris fuscicollis*), o batuiruçu-de-axila-preta (*Pluvialis squatarola*), o vira-pedras (*Arenaria interpres*), o pernilongo-de-costas-negras (*Himantopus mexicanus*), a batuíra-de-bando (*Charadrius semipalmatus*), o maçarico-pintado (*Actitis macularius*), o maçarico-branco (*Calidris alba*), o piru-piru (*Haematopus palliatus*), o maçarico-grande-de-perna-amarela (*Tringa melanoleuca*) e o quero-quero (*Vanellus chilensis*), sendo a maior parte destas, espécies migratórias oriundas do Hemisfério Norte. Algumas das aves limícolas migratórias encontradas são de especial preocupação por estarem ameaçadas de extinção, como a batuíra-bicuda (*Charadrius wilsonia*), o maçarico-rasteirinho (*Calidris pusilla*) e o maçarico-de-costas-brancas (*Limnodromus griseus*). Essas espécies encontram-se em declínio populacional do mundo inteiro, preocupando a comunidade científica. Um dos principais motivos apontados para o declínio é a ameaça aos ambientes costeiros ao longo do litoral nordestino brasileiro, como é o caso da poligonal aqui proposta para regulamentação.

A grande quantidade de crustáceos, além de outros tipos de recursos alimentares animais e vegetais nas regiões de manguezal atraem a fauna silvestre, a exemplo dos guaxinins (*Procyon cancrivorus*) e raposas (*Cerdocyon thous*). Em registro

recente, o gato-do-mato-pequeno *Leopardus tigrinus*, espécie ameaçada de extinção, também foi encontrado na área aqui discutida. Cabe ressaltar ainda que a região abriga espécies de pequenos marsupiais e roedores, a exemplo da cuíca *Gracilinanus agilis* e do rato-do-mato *Makalata* sp. Além de aves e mamíferos, as áreas mais baixas das dunas em que se acumula água doce nas épocas mais chuvosas é habitat e berçários para os anuros *Physalaemus cuvieri*, *Leptodactylus macrosternum*, *Leptodactylus vastus*, *Leptodactylus fuscus*, *Leptodactylus troglodites*, *Physalaemus albifrons*, *Physalaemus cuvieri*, *Pleurodema diplolister*, *Adenomera andreae*, *Boana raniceps*, *Dendropsophus minusculus*, *Dendropsophus nanus*, *Scinax* sp. (gr. *ruber*), *Scinax x-signatus*, *Elachistocleis piauiensis*, *Dermatonotus muelleri* dentre muitos outros. Cágados como *Phrynops geoffroanus* e *Kinosternon scorpioides* também podem ser encontrados nessas áreas mais alagadas dos campos de dunas. Uma espécie de lagarto, o *Ligodactylus klugei*, foi encontrado algumas vezes na ARIE das Dunas do Cocó, mas jamais foi visto em qualquer outra área do Parque Estadual do Cocó.

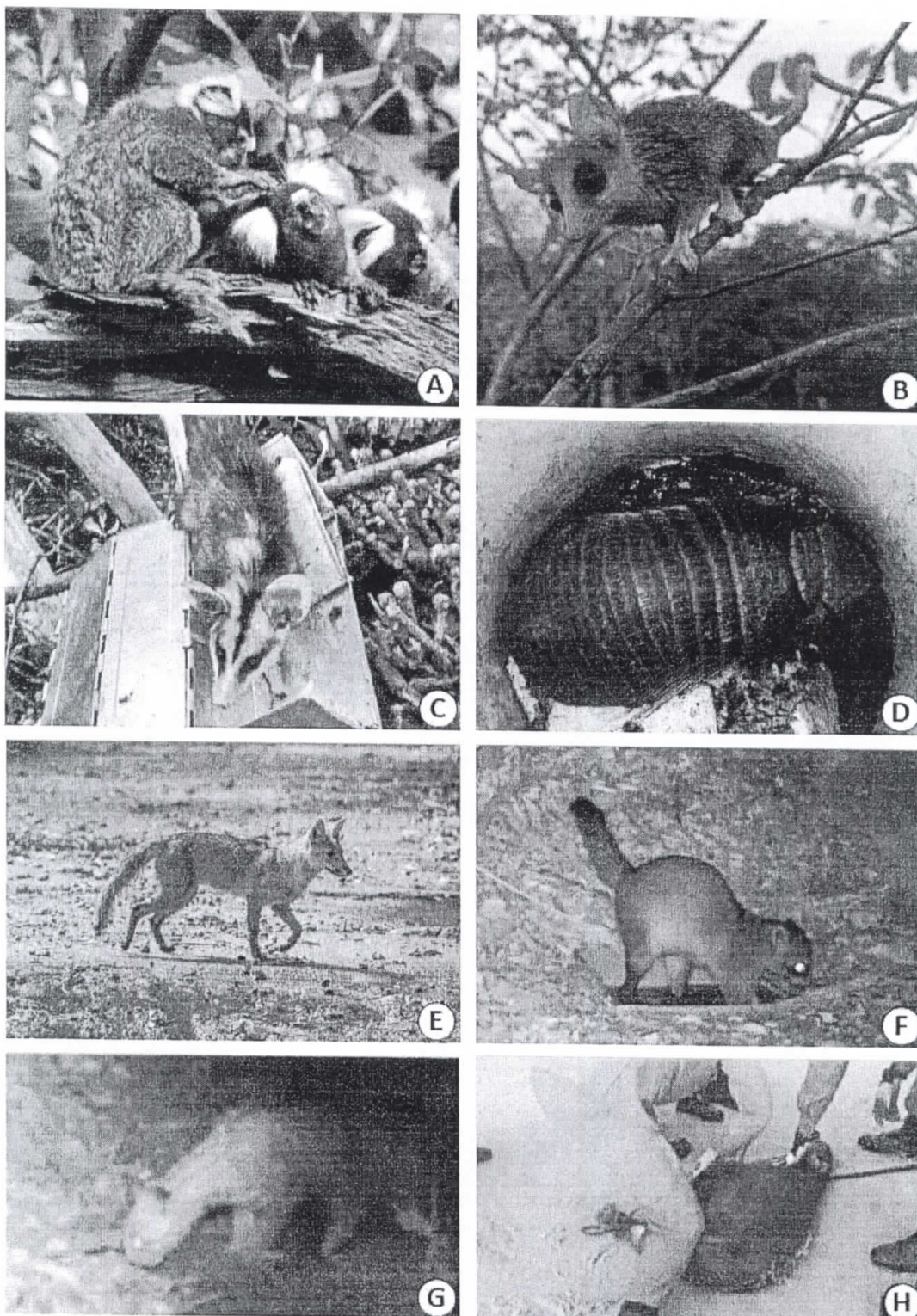


Figura 12: A: Soim (*Callithrix jacchus*); B: Cuíca (*Gracilinanus* sp.); C: Cassaco (*Didelphis albiventris*); D: Tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*); E: Raposa (*Cercopcyon thous*); F: Guaxinim (*Procyon cancrivorus*); G: Gato-do-mato (*Leopardus emiliae*); H: Capivara (*Hydrochaerushydrochaeris*). Fotos: A,E: Thaís Abreu; B: Bruno Guilhon; C,D: Gabriel Aguiar; F,G: Sanjay Veiga; H: Reportagem do G1

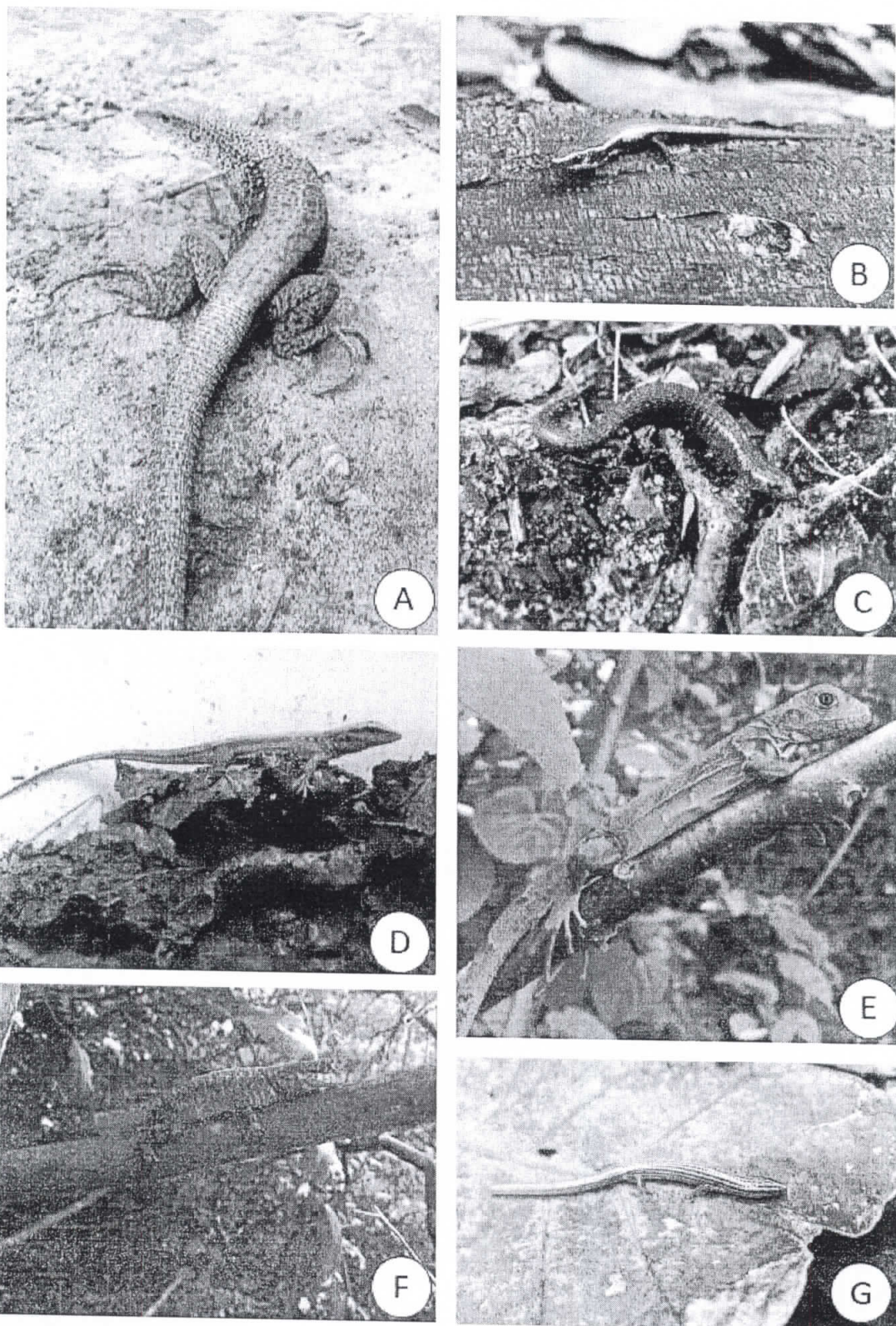
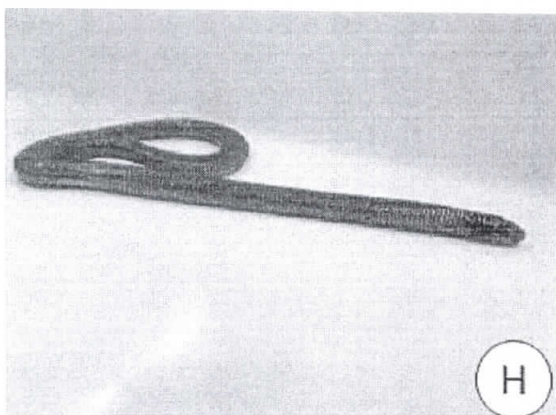
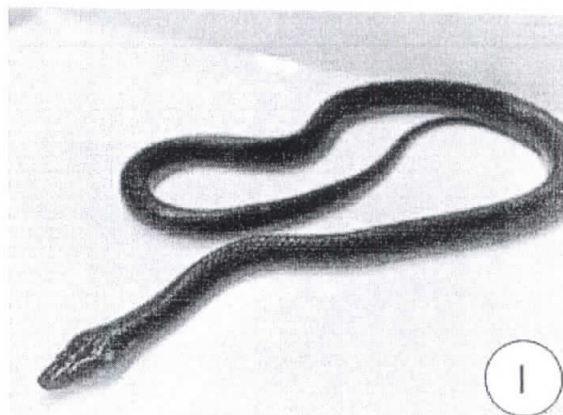


Figura 13: A: *Ameiva ameiva*; B: *Micrablepharus maximiliani*; C: *Colobosauroides cearenses*; D: *Ameivula ocellifera*; E: *Iguana iguana*; F: *Tropidurus hispidus*; G: *Vanzosaura multiscutata*. Fotos: Bruno Guilhon



H



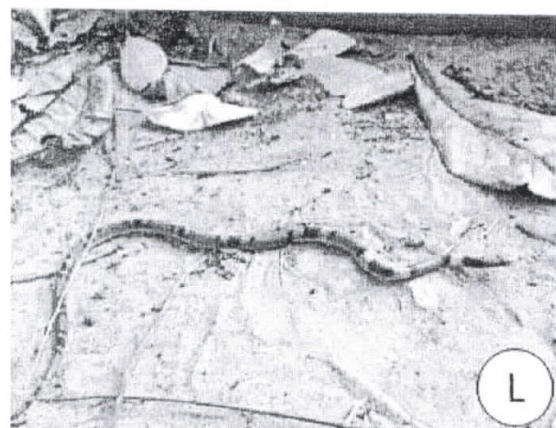
I



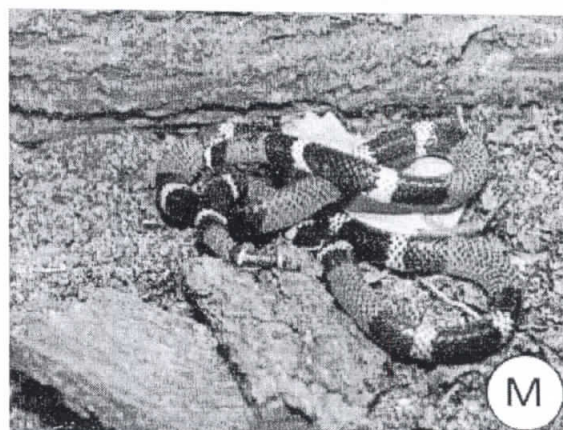
J



K



L



M

Figura 14: H: *Amphisbaena vermicularis*; I: *Pseudoboa nigra*; J: *Philodryas olfersii*; K: *Boa constrictor*; L: *Oxyrhopus trigeminus*; M: *Micrurus ibiboboca*. Fotos: Bruno Guilhon

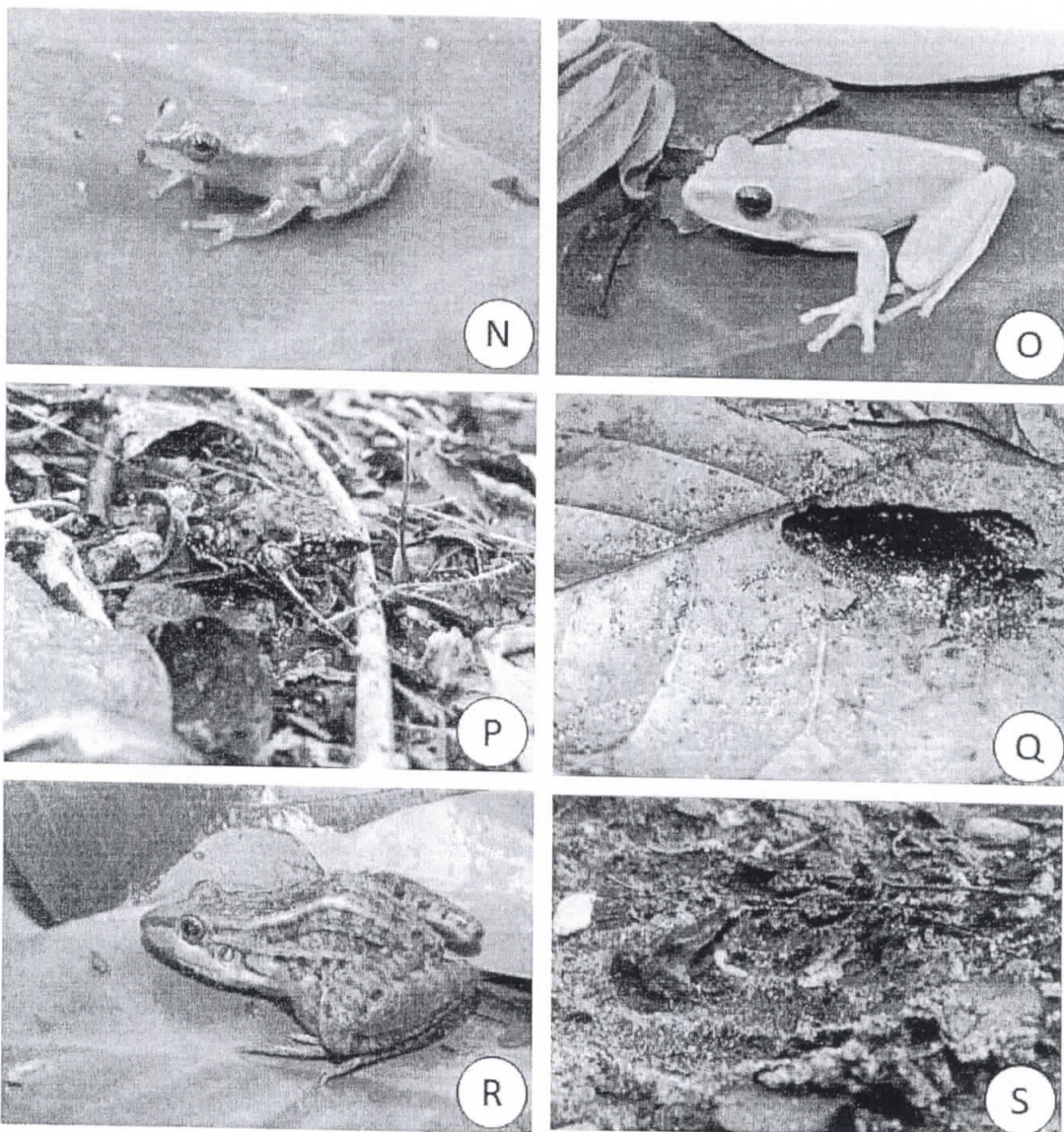


Figura 15: N: *Dendropsophus minusculus*; O: *Boana raniceps*; P: *Dermatonotus muelleri*; Q: *Elachistocleis piauienses*; R: *Leptodacylus macrosternum* S: *Physalaemus cuvieri* Fotos: Bruno Guilhon

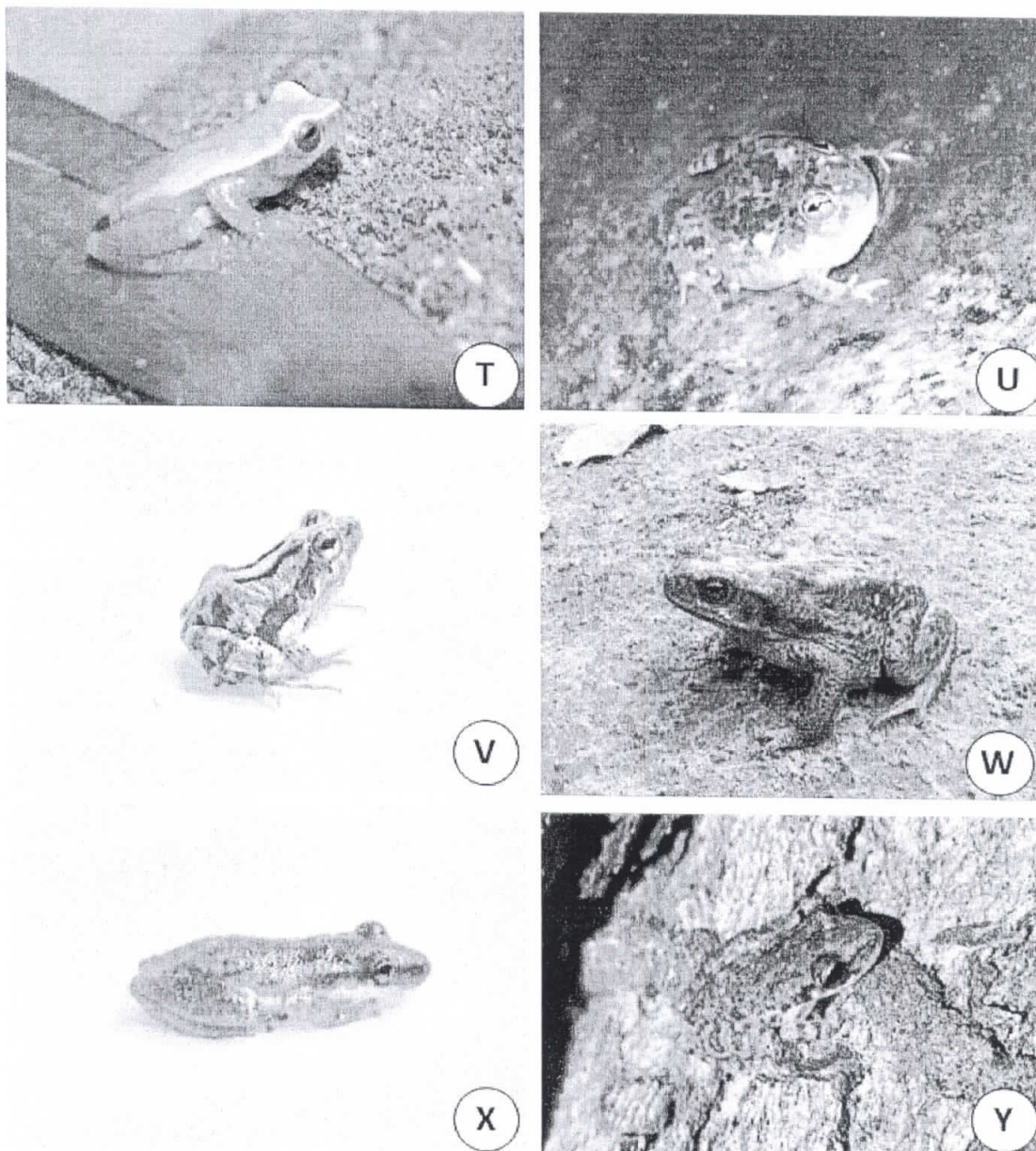


Figura 16: T: *Dendropsophus nanus*; U: *Pleurodema diplolister*; V: *Physalaemus albifrons*; W: *Rhinella jimi*; X: *Scinax* sp. (gr. *ruber*); Y: *Scinax x-signatus*. Fotos: Bruno Guilhon

Nas áreas mais próximas do leito do Rio Cocó, aves como o frango-d'água-azul (*Porphyrio martinicus*), o socozinho (*Butorides striata*), a jaçanã (*Jacana jacana*), o carão (*Aramus guarauna*), o irerê (*Dendrocygna viduata*), o martim-pescador-grande (*Megaceryle torquata*), a andorinha-do-rio (*Tachycineta albiventer*) e a garça-branca-pequena (*Egretta thula*), são as mais comumente encontradas. Outros registros menos comuns são da paturi-preta (*Netta erythrophthalma*), da sanã-parda (*Laterallus melanophaius*), do savacu (*Nycticorax nycticorax*), do pato-do-mato (*Cairina moschata*),

do mergulhão-caçador (*Podilymbus podiceps*), do socoí-vermelho (*Ixobrychus exilis*) e da garça-moura (*Ardea cocoi*).

As florestas que crescem sobre as dunas são fundamentais para a existência de espécies como o pica-pau-ocráceo (*Celeus ochraceus*), o surucuá-de-barriga-vermelha (*Trogon curucui*), o pica-pau-anão-da-caatinga (*Picumnus limae*), o arapaçu-grande (*Dendrocolaptes platyrostris*), o bico-chato-amarelo (*Tolmomyias flaviventris*), a guaracava-grande (*Elaenia spectabilis*), o arapaçu-de-bico-grande (*Dendroplex picus*), o pula-pula (*Basileuterus culicivorus*) e a saíra-de-chapéu-preto (*Nemosia pileata*). Além desses pássaros dependentes da mata bem desenvolvida espécies raras na cidade como o gato-do-mato (*Leopardus tigrinus*), o tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*) e o tico-tico-de-bico-preto (*Arremon tacitunus*) encontram nessas áreas seus últimos refúgios na cidade, que está quase integralmente urbanizada.

Essas áreas de caracterização geoambiental dunar apresentam marcante presença de carnaubais em diversos pontos. Além de ser uma vegetação típica e símbolo do Ceará, o carnaubal é habitat, em Fortaleza, de pelo menos 91 espécies de aves. Dentre estas, as mais comuns são o corupaço (*Icterus jamaicaii*), o encontro (*Icterus pyrrhopterus*), o anu-preto (*Crotophaga ani*), pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*), o garibaldi (*Chrysomus ruficapillus*), o fim-fim (*Euphonia chlorotica*), suiriri (*Tyrannus melancholicus*), o arapaçu-do-cerrado (*Lepidocolaptes angustirostris*), dentre outras.

A principal forma de preservar todos esses animais silvestres, bem como outros ainda não registrados, é, portanto, proteger seus habitats. A proteção desses habitats nos campos de dunas de Fortaleza necessariamente precisa iniciar com a regulamentação dessas áreas como unidade de conservação de proteção integral. Essa necessidade se deve ao contexto da rápida expansão urbana da metrópole, que tem em suas últimas áreas verdes as maiores pressões de especulação imobiliária. Assim, evidencia-se que sem uma proteção legal restritiva, o provável destino para esse ecossistema dunar seja o mesmo de 83% das dunas que havia no município: o desaparecimento. Proteger esses ambientes enquanto ainda existem é bem mais viável econômica e ambientalmente do que recuperá-los no futuro, ou mesmo perdê-los definitivamente.

5. ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL

As Dunas da Mata do Miriú representam um dos últimos remanescentes de terrenos dunares não completamente degradados, como foi bem explanado anteriormente. Além disso, a área objeto deste parecer, representada em amarelo na Figura 17 abaixo, está inserida em áreas de importante interesse ecológico, como já previamente levantado por órgãos oficiais.

A área em questão se situa adjacente a importantes áreas de ocorrência de aves ameaçadas, de acordo com Relatório do ICMBio (2020), fato já ressaltado pela análise de fauna do presente parecer. Além disso, a maior parte das dunas do setor leste de Fortaleza está inserida dentro da poligonal de Áreas Prioritárias para Conservação (Zona Costeira/Bioma Caatinga), segundo atualização do Ministério do Meio Ambiente em 2018.

Ao avaliar a cobertura vegetal e uso do solo disponível pela plataforma MapBiomas (2018), a maior parte da área de dunas objeto deste parecer apresenta cobertura vegetal de Formação Florestal, reforçando a importância da área como um dos últimos refúgios ecológicos parcialmente preservados na cidade Fortaleza, propiciando ainda uma série de serviços ecossistêmicos fundamentais para o bem viver da cidade.

De acordo ainda com levantamento do Atlas elaborado pela Fundação SOS Mata Atlântica (2016), uma parte representativa da poligonal das áreas de dunas em questão apresenta cobertura vegetal de Restinga e de Manguezal, que são considerados ecossistemas associados da Mata Atlântica.

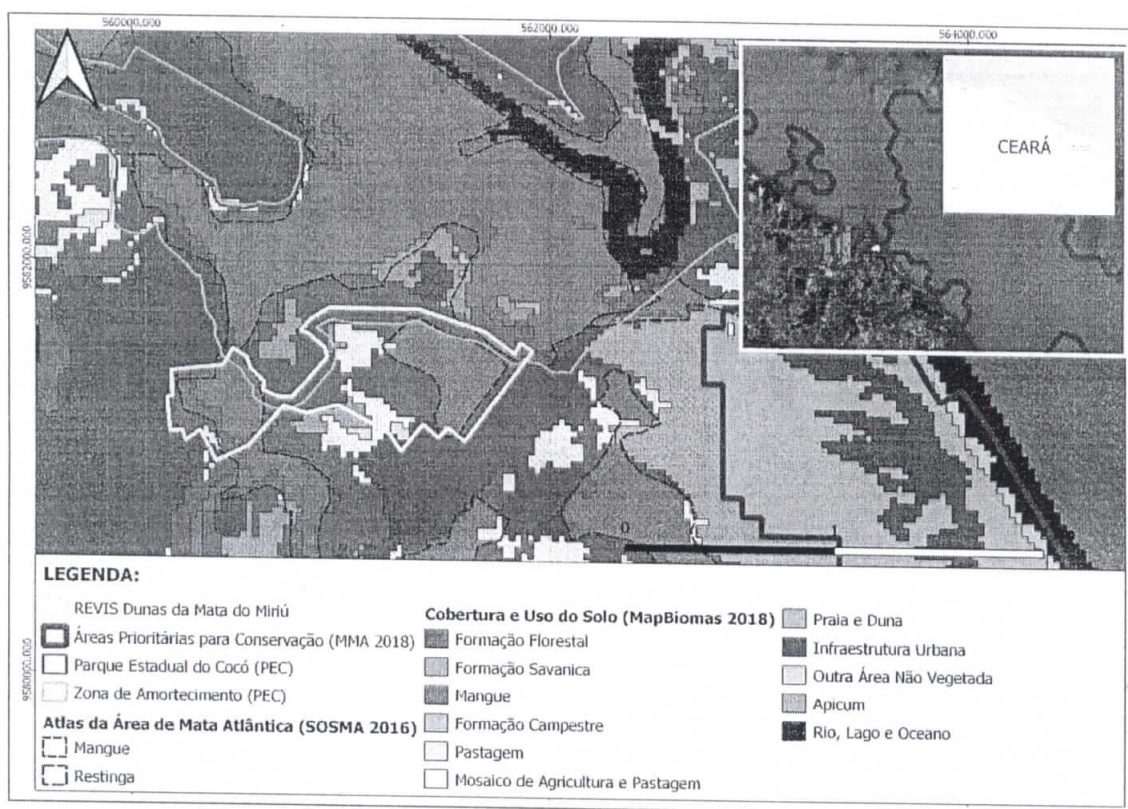


Figura 17: Mapa de restrições ambientais e cobertura vegetal da Área de Dunas no setor leste de Fortaleza, demonstrando sua inserção em áreas de relevância ambiental.

6. SAÚDE COLETIVA

A *dimensão saúde* e sua rede de interconexões com o ambiente fazem parte do campo da *saúde coletiva*. A dinâmica do *processo saúde-doença* à luz do *enfoque socioambiental crítico e transformador* evidencia como se dá a *vulnerabilização em saúde* condicionada por recortes de *classe social, etnia, raça e gênero* através de mecanismos de destituição e do déficit de proteção do Estado (PORTO, ROCHA e FINAMORE, 2014).

Faz-se necessário o reconhecimento do valor intrínseco da natureza para a saúde coletiva, pois a preservação dos sistemas dunares visa ampliar alternativas saudáveis para o *buen vivir* da cidade de Fortaleza. Além de tratar-se de um sistema ambiental fundamental para as práticas pedagógicas com as escolas públicas e privadas, áreas de atividades de pesquisa e para a formação de técnicos nos diversos campos das ciências para atuarem na gestão das áreas verdes e as florestas urbanas. E, portanto, da saúde coletiva.

Os impactos ambientais de grandes empreendimentos, ao promoverem transformação de paisagens, geram pressão sob formas locais de organização social da produção e do trabalho e, logo, a fragmentação *do tecido comunitário* atingindo diretamente as populações tradicionais. No contexto do caso em estudo, reconhece-se como *populações tradicionais* as marisqueiras, sirieiros, pescadores (as), agricultores (as), barraqueiros(as), as atividades de lazer, esportivas e de trilhas ecológicas realizadas pela juventude, dentre os modos de vida em intrínseca relação com áreas de florestas, mangues, lagoas, praias e apicuns.

Tais populações sofrem repercussões sobre o *processo saúde-doença* em contextos de *conflitos socioambientais*. Na maioria das vezes, as estratégias de violência com a imposição de uma determinada política pública ou flexibilização da legislação ambiental geram múltiplas exposições, não só a contaminantes e enfermidades, mas também à pobreza e à subordinação (MALDONADO, 2019).

Em contextos de *disputas simbólicas*, ainda em fase de anúncio de desmatamento das dunas da Sabiaguaba para a implantação de loteamentos (as dunas da Cidade 2000 ainda estão desprotegidas e sujeitas ao capital imobiliário), foi possível constatar o sofrimento psíquico (ansiedade, depressão, pânico, suicídio), além de riscos de síndromes coronárias agudas e violência. Em uma segunda etapa, quando se inicia o comprometimento do acesso aos bens naturais, tem-se a incidência de arboviroses, distúrbios nutricionais e contaminação ambiental.

Em uma terceira etapa, como reflexo da indução de deslocamentos de populações (com perdas da soberania alimentar), ocorre a exploração sexual, doenças infectocontagiosas e difusão do tráfico e uso de drogas. Na quarta etapa, fase de operação do empreendimento, caracteriza-se por acidentes de trânsito e de trabalho, efeitos e agravos crônicos e sofrimento mental. Em fase final destes projetos que interferem no modo de vida comunitário, comumente surgem neoplasias, violência e transtornos mentais (RIGOTTO *et al.*, 2018).

Tais populações tradicionais, principalmente as comunidades Boca da Barra da Sabiaguaba e Casa de Farinha, mantenedoras da biodiversidade e ancestralmente vinculada aos sistemas ambientais locais, são as que mais sentem em seus corpos os

efeitos adversos deste modelo de desenvolvimento econômico e de crescimento desordenado da cidade de Fortaleza. Decerto, importante ressaltar que as consequências e danos ambientais por vezes perduram por tempo prolongado e mesmo se intensificam (MARTINEZ, 2018). A violação a direitos humanos, como perda soberania alimentar local, comprometimento da renda familiar ou contaminação das águas são fatores que impactam a saúde comunitária.

Em contexto ampliado, desequilíbrios ambientais podem gerar novas epidemias que atingem a população humana, por alterações de nichos e habitats de animais silvestres. Portanto, faz-se necessário preservar as dunas para não elevar os custos para a saúde pública em serviços, medicamentos, tratamentos, infraestrutura e saneamento para não mitigar tais danos à saúde coletiva relacionados com os ecossistemas urbanos. Diante da complexidade da relação sociedade e natureza, entende-se que a ampliação da preservação integral dos campos de dunas visa a manutenção dos ecossistemas costeiros em equilíbrio dinâmico como medida de prevenção e promoção de saúde coletiva.

7. PARECERISTAS:

Vanda Claudino Sales

Bacharel em Geografia pela Universidade de Brasília, especialista em Geologia Costeira pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mestre em Geografia Física pela Universidade de São Paulo, doutora em Geografia Ambiental pela Universidade Sorbonne, pós-doutora em Geomorfologia Costeira pela Universidade da Flórida. Professora aposentada do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará, atualmente professora visitante do Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú.

Antônio Jeovah de Andrade Meireles

Dr. em Geografia. Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará UFC, programa de pós-graduação em Geografia/ PPGeo/UFC. Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC), doutor em Geografia (mudanças ambientais) pela Universidade de Barcelona/Espanha, mestre em Geomorfologia Costeira pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor dos programas de pós-graduação em Geografia (PPGeo/UFC) e em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Prodema/UFC). Pesquisador 1B do CNPq.

Marcelo Freire Moro

Biólogo pela Universidade Federal do Ceará, Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo PRODEMA-UFC, Doutor em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas, com Pós-Doutorado também pela UNICAMP. Professor do Instituto de Ciências do Mar – UFC.

Hugo Fernandes Ferreira

Professor da Universidade Estadual do Ceará; orientador do Programa de Pós-graduação em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal do Ceará; Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará; Mestre e Doutor em Zoologia pela Universidade Federal da Paraíba com Pós-Doutorado em Ecologia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Liana Rodrigues Queiroz

Bióloga pela Universidade Federal do Ceará, mestra em Oceanografia Biológica pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande (RS), Doutora em Ciências Marinhas Tropicais (UFC). Diretora de Participação Política da OSC Instituto Verdeluz.

Raquel Maria Rigotto

Professora titular aposentada ativa do Departamento de Saúde Comunitária da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará, onde desenvolve atividades na área de Saúde Coletiva, com ênfase nos temas: desenvolvimento, Saúde & Ambiente e Saúde do Trabalhador. Sua linha de pesquisa no Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da UFC é Conflitos Ambientais, Trabalho e Saúde.

Lara de Queiroz Viana Braga

Biológicas. Mestra em Saúde Pública (2008-2010) pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFC). Integrante do núcleo de pesquisa Tramas (Trabalho, Ambiente e Saúde) da Faculdade de Medicina, Departamento de

Saúde Comunitária (UFC) desde 2008. Campo de atuação: metodologias participativas, saúde e agroecologia.

Francisco Davy Braz Rabelo

Professor da Universidade do Estado do Amazonas – UEA. Geógrafo, doutor em geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Especialização em Geoprocessamento e Georreferenciamento de Imóveis pela Universidade Cidade de São Paulo - UNICID (2017)

Fabio de Paiva Nunes

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará e mestre pelo Programa de Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará. Coordenador de Projetos da ONG AQUASIS.

Gabriel Lima de Aguiar

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará, Mestre pelo Programa de Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará e Conselheiro Titular no Conselho Gestor do Parque Estadual do Cocó.

Fabiano Fontenele Farias

Bacharel em Geografia pela Universidade Federal do Ceará, Mestrando em Geografia pelo Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBIER, E.B., ACREMAN, M., KNOWLER, D. Economic valuation of wetlands: a guide for policy makers and planners. Ramsar Convention Bureau, Gland, 1997.
- CLAUDINO-SALES, V. (1993). Cenários Litorâneos: Natureza e Ambiente na Cidade de Fortaleza. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo.
- CLAUDINO-SALES, V. (2010). Paisagem dunas em área urbana consolidada: natureza, ciência e política no espaço urbano de Fortaleza. *Sociedade e Natureza* 22:447-459
- CLAUDINO-SALES, V.; Peulvast, J.P. (2002). Geomorfologia da zona costeira do Estado do Ceará. In: Dantas, E.W.C. (org). *Litoral e Sertão: Natureza e Sociedade no Nordeste Brasileiro*. Fortaleza: Expressão Gráfica, p. 46-59.
- 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., SUTTON, P., Van den BELT, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.
- Davis, R. (2006). *Evolving coasts*. Berlin: Springer-Verlag,
- DURAN, O.; HERRMANN, H.J. (2006). Vegetation against Dune Mobility. *Physical Review Letter*, 97:1888-1891.
- 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 junho de 2020.
- MALDONADO, A. Um indicador pra el Sumak Kawsay. **Clínica ambiental**, 2013.
- MAZDA, Y e WOLANSKI, E. Hydrodynamics and modeling of water flow in mangrove areas. In: Gerardo M. E. Perillo, Eric Wolanski, Donald R. Cahoon, Mark M. Brinson, eds. *Coastal Wetlands: An Integrated Ecosystem Approach*, 2009. Disponível em https://www.researchgate.net/profile/Yoshihiro_Mazda/publication/281317157_Hydrodynamics_and_modeling_of_water_flow_in_mangrove_areas/links/55e15c2d08ae6abe6e8aed15.pdf. Consulta realizada em jun., 2020.
- MCLEOD, E., SALM, R.V. (2006). Managing mangroves for resilience to climate change. World Conservation Union (IUCN).
- MEIRELES, A. J. A.; BRAGA SILVA, A. L.; SILVA LIMA, A. P. e ARIMATEA SILVA, J. Enfrentar as mudanças climáticas: plano participativo de Icapuí/Antonio Jeovah de Andrade Meireles... [et al.]. – Ed. Fundação Brasil Cidadão. [livro eletrônico] 3 Mb; ePub, 95p., 2020. Disponível em <https://www.deolhonaagua.org.br/publicacoes/>. Acessado em 23 maio de 2020.

- MEIRELES, A.J. (2012). Geomorfologia Costeira: funções ambientais e sociais. Fortaleza: edições UFC.
- 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. Plano de Manejo. Área de Relevante Interesse Ecológico das Dunas do Cocó (ARIE) das Dunas do Cocó. Fortaleza, outubro de 2014, 87p.
- MOURA, M. O. (2008). O clima urbano de Fortaleza sob o nível do campo térmico. Dissertação de mestrado, Departamento de Geografia, UFC.
- 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.
- PINHEIRO, M. V. (2009). Evolução geohistórica das dunas de Fortaleza. 2009. 210p. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia da UFC, 2009.
- PMF (2002). Prefeitura Municipal de Fortaleza. Inventário Ambiental de Fortaleza.
- PORTO, M. F. S., ROCHA, D. F., FINAMORE, R. Saúde coletiva, território e conflitos ambientais: bases para um enfoque socioambiental crítico. **Ciência & Saúde Coletiva**, 19(10):4071-4080, 2014.
- 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.
- RIGOTTO, M. R., AGUIAR, A. C. P., PONTES, A. G. V., DIÓGENES, S. S., BERNARDO, E. M. Desvelando as tramas entre saúde, trabalho e ambiente nos conflitos ambientais: aportes epistemológicos, teóricos e metodológicos. **Tramas para a justiça ambiental: diálogo de saberes e práxis emancipatórias**. Raquel Maria Rigotto, Ada Cristina Pontes Aguiar, Lívia Alves Dias Ribeiro (Org.). – Fortaleza: Edições UFC, 2018, p. 163-214.
- TSOAR, H.; LEVIN, N.; PORAT, N.; MAIA, L. P.; HERRMANN; TATUMI, S.; CLAUDINO-SALES, V. (2009). The effect of climate change on the mobility and stability of coastal sand dunes in Ceará State (NE Brazil). *Quaternary Research*, 71: 217-226.