

# Potencial fitoindicador de espécies dunares a partir da modelagem preditiva na Praia do Jatobá – Barra dos Coqueiros, SE

**Sindiany Suelen Caduda dos Santos**

Universidade Federal de Sergipe

**Rosemeri Melo e Souza**

Universidade Federal de Sergipe

p. 128 – 141

Disponível em:

<http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/99773>

## Como citar:

SANTOS, S. S. C.; SOUZA, R. M. Potencial fitoindicador de espécies dunares a partir da modelagem preditiva na praia do Jatobá – Barra dos Coqueiros, SE. *GEOUSP – Espaço e Tempo*, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 128 - 141, 2015.



Este artigo está licenciado sob a Creative Commons Attribution 4.0 License.

revista

Geo   
USP

espaço e tempo

Volume 19, nº 1 (2015)

ISSN 2179-0892

# Potencial fitoindicador de espécies dunares a partir da modelagem preditiva na praia do Jatobá – Barra dos Coqueiros, SE

---

## Resumo

Este estudo investigou espécies endêmicas de dunas capazes de indicar a situação ambiental da área de Barra dos Coqueiros, SE, onde se cogita criar uma unidade de conservação a partir do potencial fitogeográfico revelado pela modelagem de distribuição de espécies. Por meio do *software* Maxent, se analisaram sete espécies endêmicas de dunas incipientes e semifixas. Os potenciais distributivos estabeleceram que, por sua taxa de dispersão próxima a 1, a *R. maritima* é importante para a recuperação de áreas litorâneas. Todavia, a *I. imperati*, com taxa de predição próxima a zero, é a fitoindicadora de fragilidade. A pesquisa aponta a necessidade de novas ações planejadas para a real conservação da biodiversidade em Sergipe.

**Palavras-chave:** Fitoindicação. Modelagem preditiva. Fragilidade. Conservação dunar.

---

## Phytoindication potential of dune species through predictive modeling at Jatobá beach, Barra dos Coqueiros, Sergipe

---

### Abstract

This research aims to investigate endemic dune species able of indicate the environmental situation in the area of Barra dos Coqueiros considered for creation of a conservation unit, Sergipe, starting from potential fitogeográfico revealed by modeling species distributions. Through the software Maxent were analyzed seven species endemic of dunes semifixas and incipient. The Potential distributive established for *R. maritima*, due to rate of dispersion near one, revealed that it is important for the recovery of coastal areas. However, *I. imperati* for its prediction rate near zero, is phytoindicative from fragility. The research shows that actions new need to be planned to effect real conservation of biodiversity in Sergipe.

**Keywords:** Phytoindication. Predictive modeling. Fragility. Conservation dune.

---

## Introdução

As dunas litorâneas constituem um complexo paisagístico caracterizado pela diversidade de habitats, que variam em função dos diferentes nichos (Cordazzo; Paiva; Seeliger, 2006). Contudo, a paisagem desses ecossistemas pode estar submetida a intervenções antrópicas transformadoras da paisagem e do equilíbrio dinâmico natural existente, tornando-o ambientalmente frágil (Fierz, 2008).

A fragilidade ambiental corresponde à tendência de modificação da paisagem que se encontra em equilíbrio e parte da ideia de relevância da dinâmica da natureza e das interações existentes entre os componentes do sistema (Fierz, 2008). Alterações no relevo, solo, clima e recursos hídricos podem comprometer seriamente a funcionalidade dos sistemas ambientais (Spörl; Ross, 2004).

Considerando a dinamicidade do espaço, onde as mudanças são como respostas às alterações das ações naturais ou antrópicas (Oliveira; Santos; Melo e Souza, 2010), o estudo das espécies e dos aspectos fitogeográficos em cada ecossistema é relevante, visto que a flora atua como fitoindicadora da situação ambiental dos sistemas. Pesquisas no âmbito da fitoindicação tornam possível indicar alterações biofísicas que manifestem fragilidade diante de danos observados nos sistemas ambientais.

Nesse sentido, a fitoindicação da vegetação é uma ferramenta relevante para avaliar e entender estudos relativos à dinâmica das paisagens vegetais, no que tange à adaptação das formações fitogeográficas frente a danos ambientais e à manutenção da estrutura fitogeográfica típica (Melo e Souza, 2007).

Por outro lado, os trabalhos científicos sobre as espécies nativas e fitoindicadoras de dunas, especialmente de flora dunar brasileira, são limitados (Martins; Machado; Alves, 2008). Essa limitação, associada ao fato de os modelos de distribuição potencial trabalharem a partir da relação entre as variáveis climáticas e a previsão da ocorrência das espécies (Franklin; Miller, 2010), revelam que os modelos preditores são uma importante alternativa para suprir a lacuna e permitir a realização de trabalhos voltados para análise da dinâmica ambiental nos propósitos da conservação.

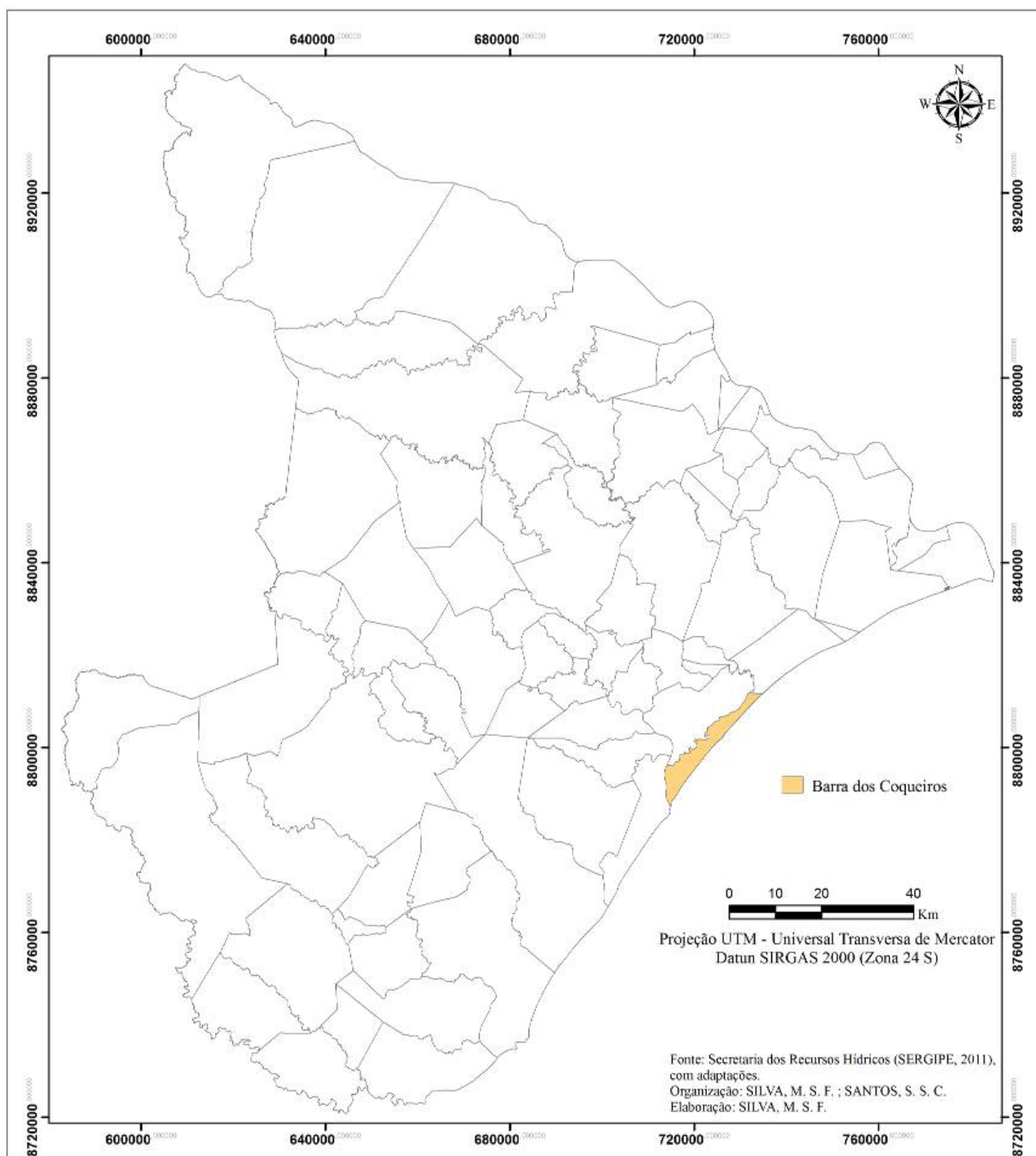
O Maxent é um dos modelos de maior utilização para predição da distribuição potencial de espécies. Constitui um método de inteligência artificial de formulação matemática descrito por Phillips, Anderson e Schapire (2006) e que tem se destacado na ecologia por seus resultados satisfatórios acerca de estudos sobre a distribuição potencial da fauna e flora. É um algoritmo que utiliza apenas dados de presença e todo o background de pontos disponíveis da área de estudo para contrapor com os dados de presença utilizados (Phillips; Anderson; Schapire, 2006). Ademais, para os autores, o Maxent realiza inferências a partir de informações incompletas e, por essas características apresentadas, foi o modelo usado neste estudo.

Logo, esta pesquisa é relevante pelo estudo da fitoindicação como instrumento para investigações relativas à conservação e ao planejamento ambiental, bem como para o avanço de pesquisas e métodos ligados à dinâmica da paisagem.

## Área de estudo

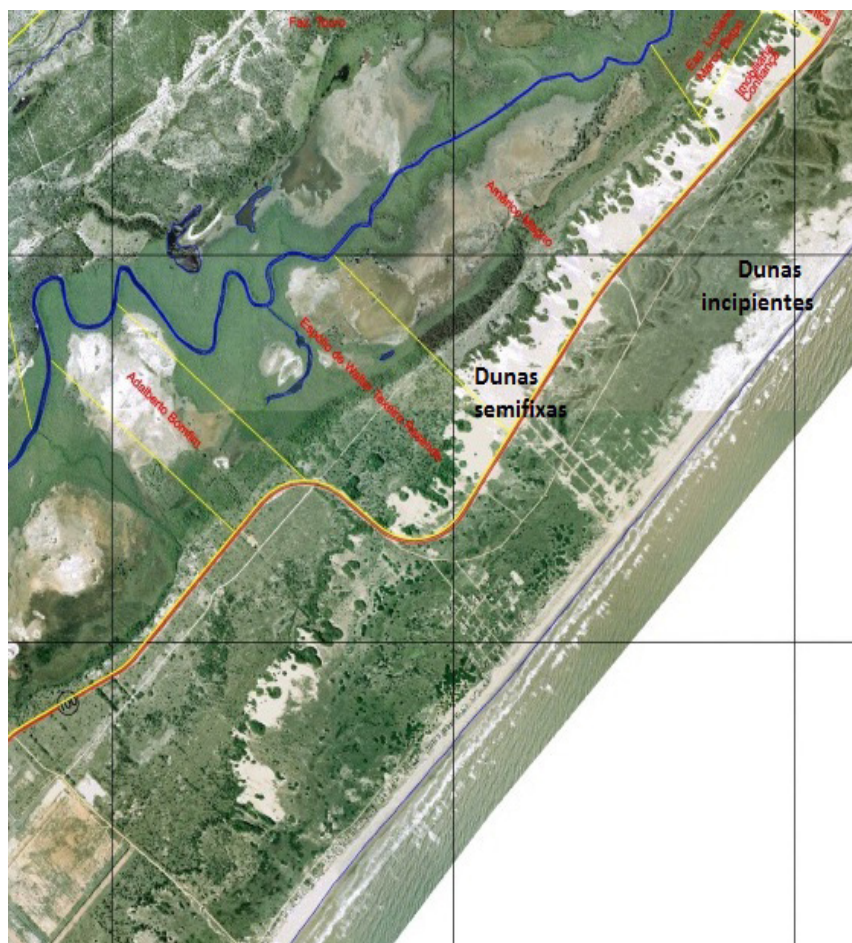
O universo da pesquisa correspondeu a uma área cogitada para criação de uma Unidade de Conservação, Jatobá, no município de Barra dos Coqueiros, Sergipe (Figuras 1 e 2). Devido à relevância da área, se investigou o potencial fitoindicador de espécies existentes nas dunas incipientes e nas dunas semifixas, onde são encontradas espécies endêmicas, restritas de dunas.

**Figura 1 – Mapa de localização do município de Barra dos Coqueiros**



fonte: Atlas da Superintendência de Recursos Hídricos, SRH (2011).

**Figura 2 – Área de dunas incipientes e semifixas de Jatobá, Barra dos Coqueiros**



fonte: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Sergipe, Semarh (2010).

## Procedimentos metodológicos

Inicialmente, foi examinada a relação existente entre fatores climáticos e as espécies endêmicas, restritas de dunas. Para tanto, foi feita a escolha e análise das espécies fitoindicadoras de fragilidade do ecossistema dunar. Para isso, informações bibliográficas e estudos taxonômicos acerca de espécies vegetais de ambientes dunares foram fundamentais para o reconhecimento das espécies endêmicas. Ressalta-se que os escritos de Cordazzo, Paiva e Seeliger (2006) foram adotados como bibliografia chave em virtude da reduzida literatura acerca da flora em dunas.

Nessa perspectiva, foram escolhidas sete espécies endêmicas para a investigação científica: *Alternanthera littoralis* var. *maritima* (Mart.) Pedersen (Amaranthaceae); *Blutaparon portulacoides* (St. – Hil) Mears; *Canavalia rosea* (Sw.) D.C. (Fabaceae); *Cyperus maritimus* Poir. (Cyperaceae); *Ipomoea imperati* (Vahl) Grisebach (Convolvulaceae); *Ipomoea pes-caprae* (L.) Roth (Convolvulaceae) e *Remirea maritima* Albl. (Cyperaceae).

Os dados de georreferenciamento das espécies foram obtidos na base de dados do Species.Link (2011). Além disso, se utilizou a variável topográfica altitude extraída do banco de dados U.S. Geological Survey's Hydro-1K (2008) e sete variáveis bioclimáticas disponibilizadas pelo projeto WorldClim (2008): isothermalidade, sazonalidade térmica, oscilação térmica anual, temperatura média, precipitação do mês mais seco, sazonalidade de precipitação e precipitação da estação úmida.

Depois, se aplicou o modelo de máxima entropia, que estima a probabilidade de ocorrência das espécies a partir do cálculo de distribuição da máxima entropia (Phillips; Anderson; Schapire, 2006):

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1$$

O princípio da máxima entropia está ligado à função de elaborar uma aproximação em que sejam respeitadas as restrições conhecidas das espécies (Phillips; Anderson; Schapire, 2006). Os autores afirmam que a distribuição da soma das probabilidades de cada variável é modificada e dividida por uma constante de escala, a fim de garantir que os valores variem de 0 a 1. O programa inicia com uma distribuição de probabilidade uniforme e de forma interativa altera o peso para maximizar a probabilidade até obter a distribuição de probabilidade ótima.

O propósito inicial da modelagem foi guiar o trabalho de campo para que os modelos indicassem possíveis áreas de ocorrência das espécies endêmicas.

No processo de validação, foram analisadas as medidas de acurácia dos modelos, as quais permitem caracterizar o desempenho de cada um, são eles: os gráficos receptor-operador (ROC-plot), os quais representam as frações dos verdadeiros positivos contra os falsos positivos e a área sob a curva (AUC – *area under the curve*). A curva ROC compara áreas estimadas no modelo com as detectadas no ponto das amostras de validação (Phillips; Anderson; Schapire, 2006). Quanto mais próxima de 1 e mais distante de 0,50 for a área sob a curva ROC, maior será a acurácia do modelo (Franklin; Miller, 2010). Posteriormente, entre os meses de maio a setembro de 2011, foi dado início aos trabalhos de campo, como processo essencial para validar os modelos.

Os mapas modelados foram transportados para o software de Sistema de Informação Geográfica Arcgis, versão 9.3.2, e depois, em virtude do problema de análise da escala, uma vez que os dados foram projetados para todo o Brasil no Maxent, extraiu-se o *shape* para Sergipe a fim de ver mais precisamente a distribuição preditiva das espécies.

Devem-se considerar dois importantes fatores para analisar os mapas gerados neste estudo: ambientes representados pela cor vermelha, em que a modelagem revela maior probabilidade de ocorrência da espécie com valores próximos de 1, indicando que a relação entre variáveis bioclimáticas e espécie pode permitir seu desenvolvimento no ambiente. Além disso, o potencial de distribuição para esses ambientes podem indicar que, para a espécie, os fatores antropogênicos associados e causadores de instabilidade não interferem na distribuição de maneira que haja restrição significativa. Por outro lado, os ambientes representados pelas cores laranja, amarelo e verde são classificados como de fragilidade. Quanto mais distante da cor laranja e mais próximo da cor verde, para esta segunda análise, mais restrita é a presença da espécie. Essa restrição, por sua vez, revela potenciais áreas sofedoras de danos ambientais, especialmente causados por fatores antropogênicos. Portanto, áreas representadas pela cor verde indicam danos ambientais expressivos.

## **Fitogeografia dunar e estudos sobre fitoindicação em dunas**

As espécies investigadas têm características particulares que permitem a sobrevivência em ambientes dunares. O Quadro 1 apresenta algumas das principais características da flora pesquisada.

# Quadro 1 – Espécies encontradas em dunas incipientes (DI) e semifixas (DS) (espécies ordenadas por família)

família espécie	área dunar	características fitogeográficas		descrição	imagens das espécies registradas em campo pela autora
		hábito	localização		
Amaranthaceae	DI	DI		<p>Espécie de distribuição cosmopolita, exceto nas regiões mais frias do hemisfério norte. São ervas frequentemente suculentas, de folhas alternas e sem estripulas; têm inflorescência cimosa, geralmente muito densa, as flores não são vistosas, são bissexuadas, actinomorfas, monoclamídeas, geralmente associadas a bracteias escamosas; fruto aquêno ou cápsula circunscisa, raramente baga ou drupa (Souza; Lorenzi, 2008) (Figura 3).</p> <p>Espécie perene, psamófila, xerófila e halófila facultativa, rizomatosa, rasteira e suculenta. (Rizzini, 1997). Distribuído amplamente por toda a costa leste do Atlântico Sul e estende-se pelo Brasil desde o Ceará até a Argentina. Seu hábitat é o ambiente de dunas incipientes e, portanto, ela está submetida às condições ambientais locais: ação de resacas, movimentação de areia, vento e variações de temperatura, entre outros fatores. (Cordazzo; Paiva; Seeliger, 2006) (Figura 4).</p>	<p>Figura 3 – <i>A. littoralis</i> var. <i>maritima</i></p> <p>Figura 7 – <i>C. maritimus</i></p>
Convolvulaceae	DI	DI	<p>Planta rasteira, perene, conectida popularmente como campainha-branca ou cipó-da-praia, tem uma raiz principal e, nos nós, tufos de raízes secundárias. As hastes que apresenta na superfície podem atingir 8 m de comprimento (Leonard; Judd, 1997). Espécie heliófila que prefere locais estáveis como dunas; semifixas (Rizzini, 1997), mas foi encontrada isoladamente em dunas incipientes. Tipicamente tropical, a <i>I. imperati</i> tem a reprodução sexuada como método mais relevante (Cordazzo; Paiva; Seeliger, 2006) (Figura 5).</p> <p>Planta rasteira, perene, dotada de sistema radicular com raiz principal pouco ramificada e raízes adventícias, que chegam a atingir de 20 a 30 m de profundidade, e a própria espécie suporta soterramento de até 50 m (Cordazzo; Paiva; Seeliger, 2006). A ampla distribuição da espécie ocorre em praias tropicais. A planta é uma das espécies pioneiras encontradas nas dunas incipientes e raramente se expande para as feições seguintes na direção do continente, embora, seja encontrada em vias urbanas de cidades litorâneas, devido à dispersão das sementes com a movimentação da areia (Gomes Neto; Cunha; Voigt, 2006) (Figura 6).</p>	<p>Figura 4 – <i>B. portulacoides</i></p> <p>Figura 8 – <i>R. maritima</i></p>	
					<p><i>Blitum portulacoides</i> (St. - Hil) Meats</p>
Cyperaceae	DS	DS	<p>Espécie perene que ocorre em dunas formando touceiras. Tem cerca de 30 cm de altura, o rizoma é bem desenvolvido e as folhas, dispostas em roseta, têm aspecto canaliculado e lanceolado, margens escabras, de ápice longo-atenuado e bainha aberta. Em virtude do depósito de cera, o aspecto das folhas é glaucescente (Martins; Machado; Alves, 2008). Ocorre especialmente no Nordeste, e esse pode ser um dos motivos pelos quais a literatura não trata a espécie como endêmica de regiões dunares – embora seja comumente encontrada na flora dunar nordestina (Figura 7).</p> <p>Erva perene, rizomatosa, heliófila, com sistema radicular pouco ou nada ramificado, que alcança de 10 a 30 cm de profundidade. Tipicamente tropical, a espécie não tem, em geral, ramificação considerável e tem características semelhantes às das plantas jovens do pinheiro <i>Araucaria</i>, que é facilmente observado no campo. É vulgarmente conhecida como pinheirinho-da-praia, barba-de-boi e cipó-de-praia (Cordazzo; Paiva; Seeliger, 2006) (Figura 8).</p>	<p>Figura 5 – <i>I. imperati</i></p> <p>Figura 9 – <i>C. rosea</i></p>	
					<p><i>Cyperus maritimus</i> Poic.</p>
Fabaceae	DS	DS	<p>Planta rasteira de folhagem rica, com raiz pivotante curta e pouco profunda, a qual, ao atingir 10 cm de profundidade, segue a direção horizontal e pode chegar a 3 m de comprimento. Por outro lado, do colo da raiz partem hastes que chegam a 8 metros de comprimento (Cordazzo; Paiva; Seeliger, 2006). Elas não apresentam ramificação considerável, mas são levemente encantilhadas, com face superior vermelha devido à presença da antocianina. A <i>C. rosea</i> se distribui por toda a costa atlântica tropical e percorre as áreas litorâneas desde a região Nordeste até a região Sul (Cordazzo; Paiva; Seeliger, 2006). É uma planta pioneira pantropical, com rápido crescimento, tolerância a condições ambientais adversas e resistência a doenças e pragas (Seena; Sridhar, 2006). Foi encontrada em dunas semifixas, que conforme a literatura, constituem seu principal hábitat em ambientes dunares (Figura 9).</p>	<p>Figura 6 – <i>I. pes-caprae</i></p>	
					<p><i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.</p>

elaboração: Sindiany Santos (2011).

Além da descrição apresentada no Quadro 1, é relevante destacar de que maneira estas espécies estão situadas na paisagem dunar e atuam no ambiente.

A *B. portulacoides* constitui a primeira barreira natural. A espécie presente na zona pioneira (Bernardi; Cordazzo; Costa, 1987), fixa parcela da areia e forma as primeiras dunas incipientes. Esse aspecto é muito importante para a conservação, pois garante o princípio de uma dinâmica dunar em direção ao continente (Cordazzo; Paiva; Seeliger, 2006).

A *I. imperati* não é uma das espécies de maior importância para a fixação dos sedimentos, devido a não profundidade das raízes principais e secundárias. Entretanto, as folhas sobre o substrato constituem um bom obstáculo para deposição da areia e permite a formação de pequenas dunas (Cordazzo; Paiva; Seeliger, 2006).

A *I. pes-caprae* é fundamental para a existência das dunas incipientes. As plantas emitem estolões em direção à praia propiciando a formação de novas dunas incipientes. Suas raízes principais e secundárias adentram o solo com maior profundidade do que as outras espécies típicas da faixa de dunas incipientes. Ela destaca-se por sua capacidade de fixação dos sedimentos dunares. As hastes longas da planta recobrem o solo e as hastes curtas aprisionam a areia, formando pequenas dunas (Cordazzo; Paiva; Seeliger, 2006). Além disso, é utilizada em estudos científicos para recuperação de dunas (Gomes Neto; Cunha; Voigt, 2006).

Cordazzo; Paiva e Seeliger (2006) acreditam que, embora as hastes da *R. maritima* e suas folhas aciculadas permitam certa calma e deposição da areia, a capacidade de fitofixação não é relevante em relação às espécies citadas acima. Entretanto, Rizzini (1997) afirmou que a halófito típica tem importante papel na fixação de dunas. No campo, a espécie foi vista associada à *I. pes-caprae*, o que leva a concluir que as duas juntas têm alta capacidade de fixação dos sedimentos.

A *C. rosea* é uma espécie relevante para a zona de transição entre dunas incipientes e dunas semifixas, pois sua forma rasteira e crescimento vigoroso permitem o recobrimento denso do substrato, atuando como importante espécie fixadora de sedimentos (Cordazzo; Paiva; Seeliger, 2006).

Assim, o papel fitoindicador das espécies está relacionado aos padrões de resposta que essas espécies apresentam nos ambientes dunares. Porém, ressalta-se que tais padrões são reflexos também da relação homem-ambiente.

## **Modelagem de nicho ecológico e o padrão de respostas das espécies investigadas**

O município de Barra dos Coqueiros, embora não represente taxa máxima de predição para ocorrência das espécies, nos mapas, alcança valores entre 0,55 e 0,74 para a *Ipomoea imperati* (Vahl) Grisebach. (Figura 10), a *Blutaparon portulacoides* (St. – Hil) Mears. (Figura 11), a *Canavalia rosea* (Sw.) DC. (Figura 12) e a *Alternanthera littoralis* var. *maritima* (Mart.) (Figura 13).

Por outro lado, as espécies *Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br. (Figura 14), *Cyperus maritimus* Poir. (Figura 15) e *Remirea maritima* Aubl. (Figura 16), apresentaram taxa de probabilidade de ocorrência entre 0,74 e 1, o que corresponde à taxa máxima de ocorrência das espécies no município de Barra dos Coqueiros.



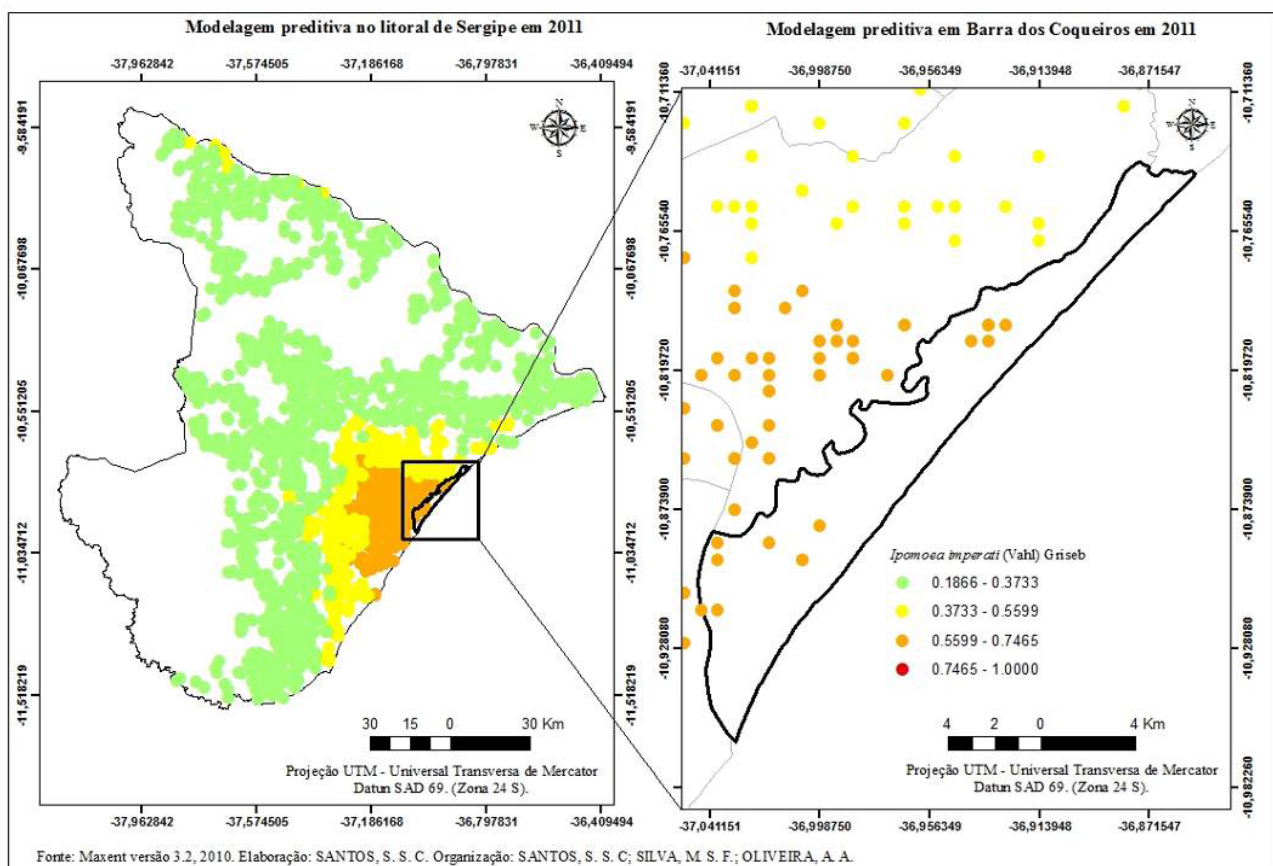
A modelagem ecológica revela o provável padrão de dispersão espacial de cada espécie investigada no litoral de Sergipe. Embora todas elas tenham probabilidade de ocorrer no litoral e conseqüentemente no município de Barra dos Coqueiros, com diferentes padrões de dispersão, só aquelas presentes em áreas de maior dinâmica espacial podem indicar possíveis mudanças ambientais rápidas face à fragilidade ambiental enfrentada.

## Dinâmica espacial das espécies fitoindicadoras

A modelagem ecológica das espécies permite estabelecer, a partir do provável padrão de dispersão, qual a capacidade das espécies de indicar respostas ambientais rápidas mediante fragilidade apresentadas pelos ambientes.

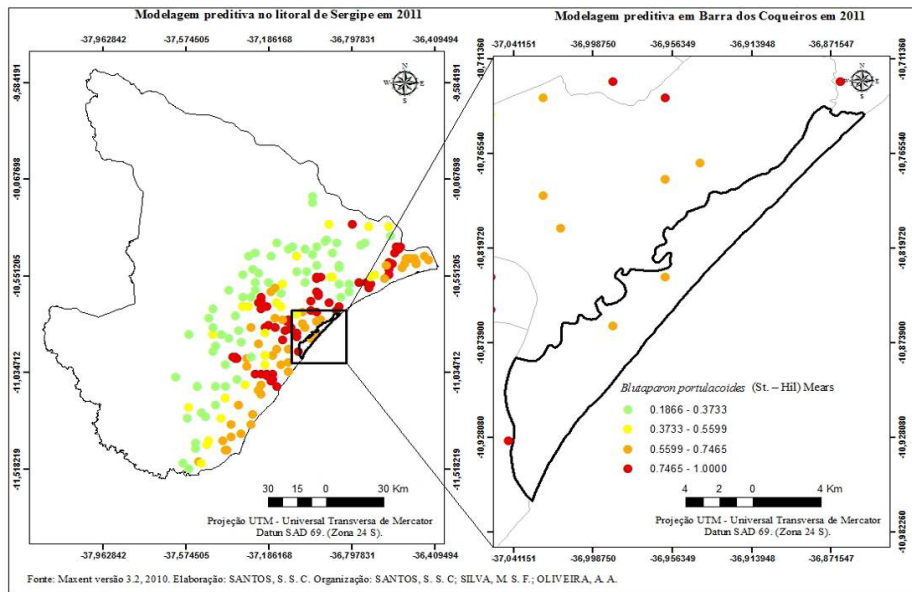
Mediante análise dos padrões de dispersão mapeados, observa-se que a espécie que mais indica degradação ambiental na área de estudo e no litoral sergipano é a *I. imperati*. O mapa gerado (Figura 10) aponta alta incidência de valores próximos a zero para espécie, o que indica sua dificuldade em sobreviver em áreas instáveis onde o ambiente é altamente frágil pela degradação antrópica, intensificada desde 2006, com a construção da ponte Construtor João Alves, que liga Aracaju à cidade de Barra dos Coqueiros. Ademais, a espécie mostra fragilidade em meio à contínua expansão imobiliária, deposição de lixo pelos moradores, pastagem e pisoteio do gado, entre outros fatores antrópicos.

**Figura 10 – Modelagem preditiva para a espécie *Ipomoea imperati***

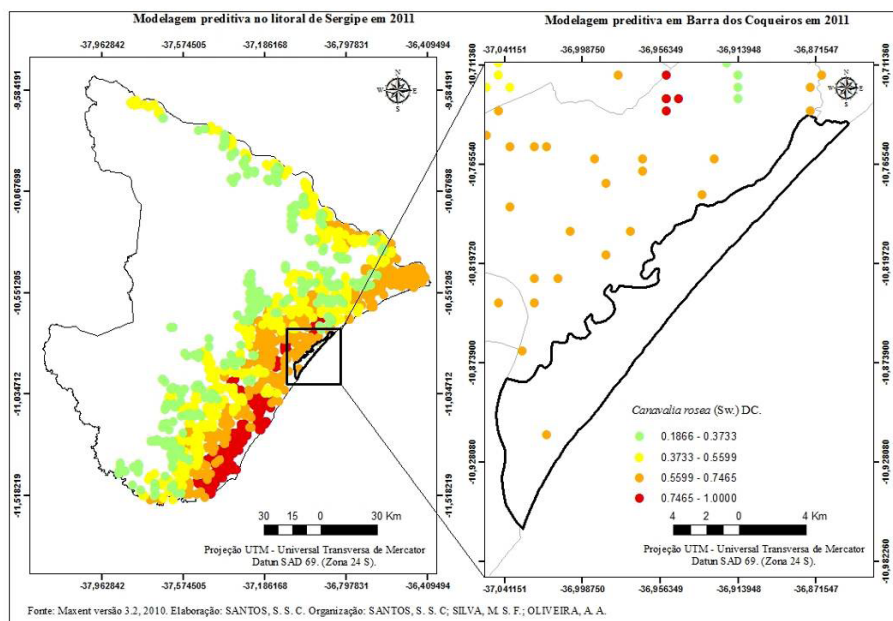


A *B. portulacoides*, a *C. rosea* também não são espécies de considerável dispersão, conforme os mapas apresentam (Figuras 11 e 12) e revelam a provável ocorrência em pontos dispersos, no caso da *B. portulacoides* e pontos concentrados no litoral sul de Sergipe para *C. rosea*. Elas são importantes fitofixadoras, mas as duas apresentaram pontos de dispersão (valores próximos a 1) irrelevantes para Barra dos Coqueiros. Mais uma vez a fragilidade ambiental restringe a ocorrência de espécies que desempenham papel essencial na formação dos campos dunares e que são responsáveis, juntamente com outras espécies, pelo equilíbrio do ecossistema.

**Figura 11 – Modelagem preditiva para a espécie *Blutaparon portulacoides***



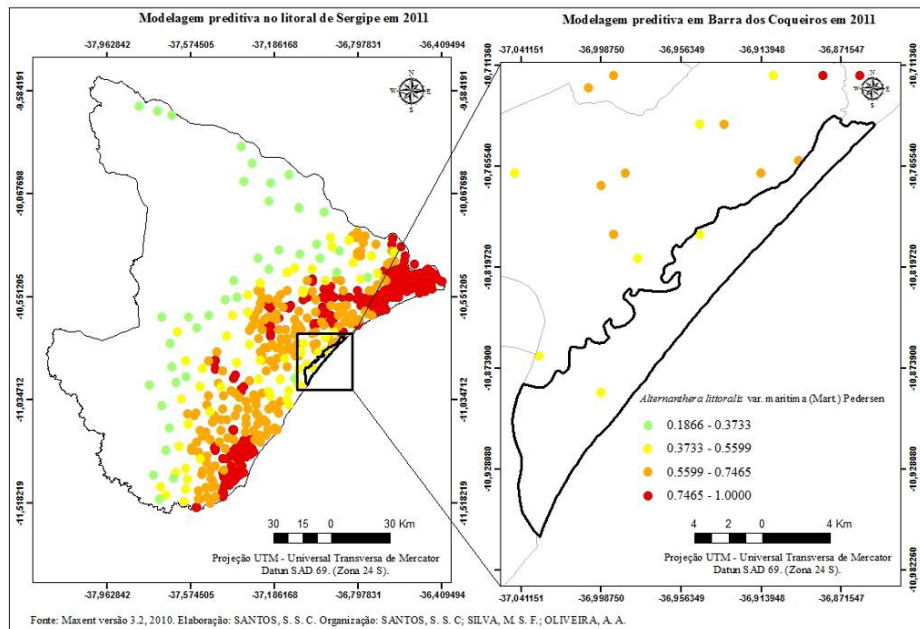
**Figura 12 – Modelagem preditiva para a espécie *Canavalia rosea***



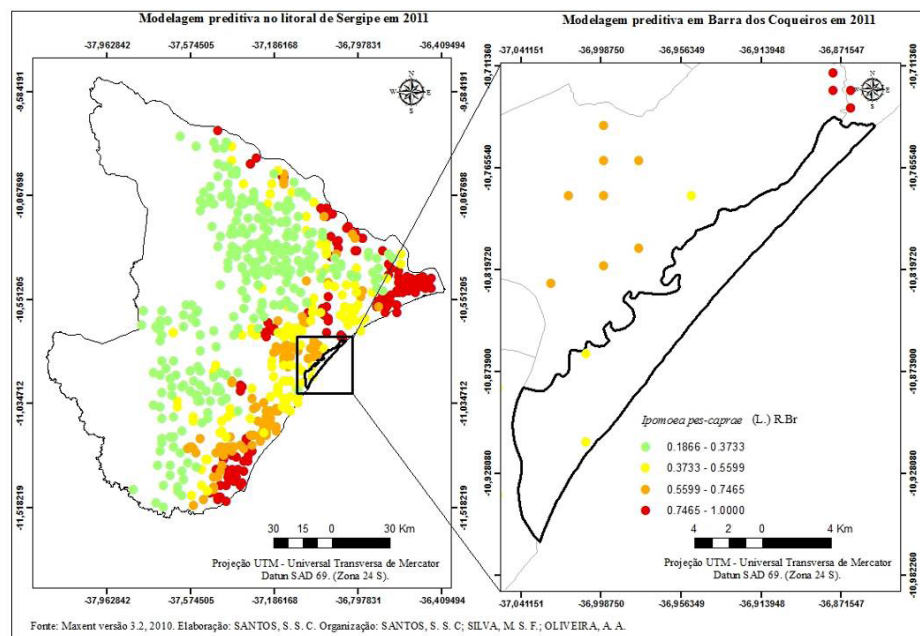
A *A. littoralis* var. *maritima* e a *I. pes-caprae* mostraram padrões de dispersão que indicam sua capacidade de se desenvolver em áreas instáveis, em relação às supracitadas. A primeira apresenta padrões de dispersão concentrados que tendem a 1 em uma área considerável do

ambiente modelado, o que difere da situação da *I. pes-caprae* (Figuras 13 e 14). Ainda que essas espécies sejam importantes para a fitofixação dunar, elas, pelos padrões de dispersão, não podem indicar efetivamente a situação ambiental, pois, mesmo em meio às dificuldades oferecidas pelo sistema, obtiveram padrões de distribuição capazes de ocupar o litoral.

**Figura 13 – Modelagem preditiva para a espécie *Alternanthera littoralis* var. *marítima***



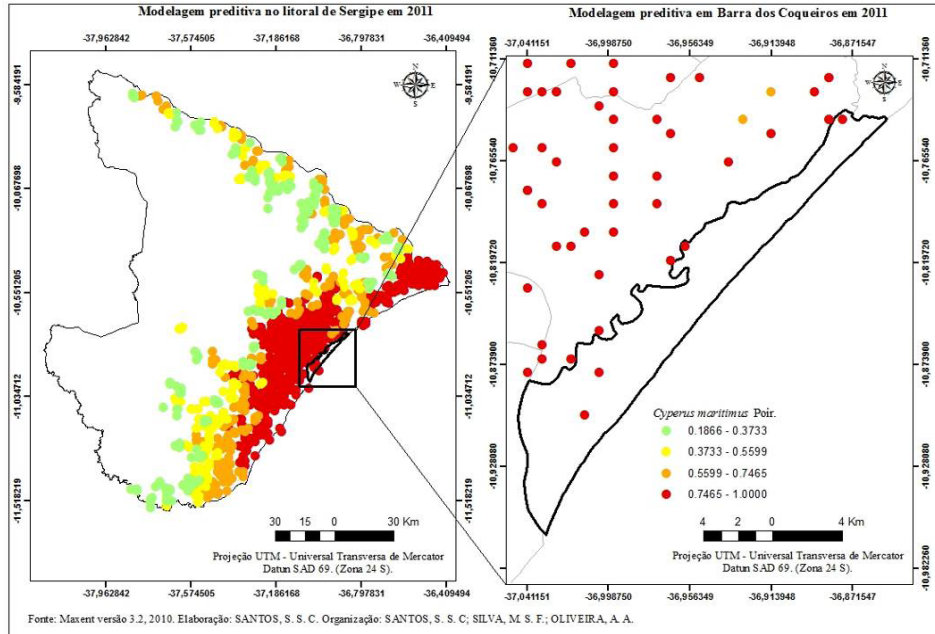
**Figura 14 – Modelagem preditiva para a espécie *Ipomoea pes-caprae***



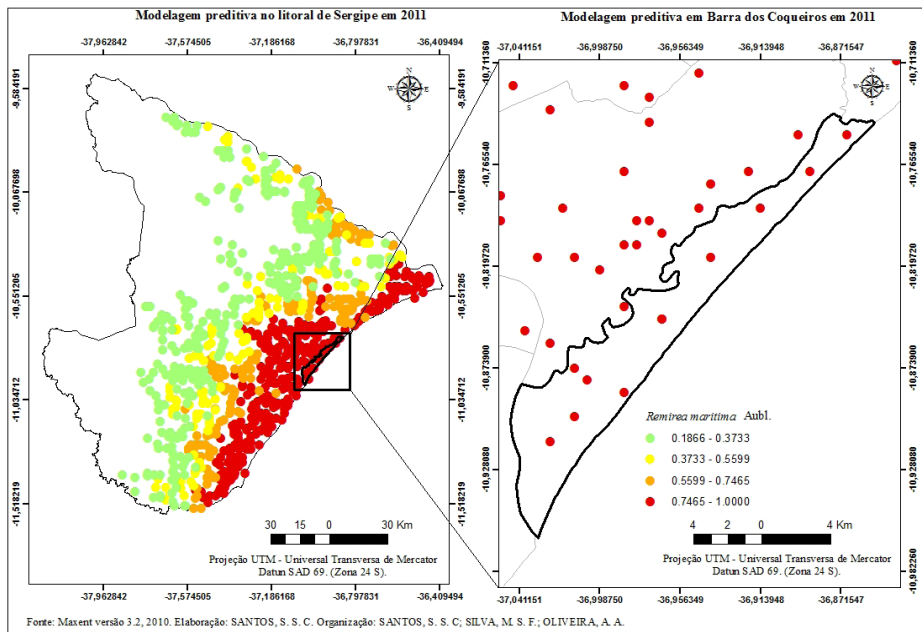
As espécies *C. maritimus* (Figura 15) e à *R maritima* (Figura 16) apresentaram taxas de dispersão próximas a 1 em praticamente todo o litoral e mostram nitidamente que podem sobreviver e habitar ambientes instáveis. Nesse sentido, embora as duas sejam espécies-chave

para trabalhos de recuperação ambiental, pois são endêmicas e participantes dos processos de regulação do ambiente dunar, elas não podem ser consideradas espécies fitoindicadoras de fragilidade pela capacidade de fixar-se no ecossistema dunar, mesmo diante de fatores de desequilíbrio já citados neste artigo.

**Figura 15 – Modelagem preditiva para a espécie *Cyperus maritimus***



**Figura 16 – Modelagem preditiva para a espécie *Remirea maritima***



Desse modo, ainda que as sete espécies endêmicas sejam cruciais na formação e dinâmica dos depósitos eólicos, a existência de cada espécie é limitada por fatores ambientais interdependentes e antrópicos que induzem respostas diferenciadas por parte das plantas, o que permite classificá-las quanto ao papel fitoindicador.

Durante os trabalhos de campo, houve a confirmação da acurácia dos modelos, uma vez que foi possível verificar de que maneira a distribuição ocorria nas dunas da praia de Jatobá. Esse fator, associado à avaliação da acurácia (AUC) dos modelos com valores próximos de 1 para todas as espécies (valores próximos de 1 indicam que o modelo não foi gerado com erros de omissão e comissão significativos, mas sim, considerou presença e ausências verdadeiras) validaram os modelos gerados.

Nesse contexto, pelas razões explicitadas pode-se considerar que a *I. imperati*, a *B. portulacoides* e a *C. rosea*, são espécies fitoindicadoras-chave que revelaram por meio dos padrões de dispersão apresentados, a situação danosa em que se encontra a área cogitada para criação de uma unidade de conservação em Jatobá. Isso mostra a necessidade de melhor direcionamento de ações e práticas de conservação e manejo, inclusive de se pensar na criação de uma unidade de conservação que atenda aos verdadeiros anseios da conservação.

## Considerações finais

O estudo de espécies fitoindicadoras é relevante pelo potencial que algumas têm de indicar, por diferentes níveis de tolerância a adversidades do ambiente, estágios de conservação/degradação dos ecossistemas e apontar as mudanças drásticas sofridas pelo ambiente, a ponto de restringir a existência de espécies ecologicamente importantes.

A pesquisa revela que as características fitogeográficas associadas à investigação dos prováveis padrões de dispersão mostram a importância científica de todas as espécies estudadas. Por outro lado, os potenciais distributivos indicados pela modelagem permitem afirmar que a espécie de taxa de dispersão próxima de 1 para todo o litoral sergipano, a *R. maritima*, pode ser considerada de extrema importância para trabalhos de recuperação de área litorânea degradada, dada, entre outros fatores, sua característica endêmica, requerendo, portanto, mais estudos fisiológicos sobre a espécie com propósito de conservação do litoral sergipano. Ademais, concluiu-se que, por sua taxa de predição com valores que tendem a zero, em virtude da intolerância a ambientes instáveis, a *I. imperati* é a fitoindicadora decisiva de fragilidade do ecossistema dunar do litoral na Barra dos Coqueiros, evidenciando, por sua alta taxa de restrição, o quanto o ambiente está danificado por ações antrópicas que interferem de maneira impactante na fitofisionomia local.

Os resultados apontados por meio da fitoindicação de espécies endêmicas permitem que se deem passos rumo ao planejamento ambiental da área de estudo, inclusive pensando na melhor estratégia de conservação para um ambiente onde se cogita criar uma unidade de conservação. Dada a escassez de estudos ambientais sobre a função das espécies dunares, são necessárias maiores investigações, até mesmo no âmbito de análises da influência de outras variáveis abióticas e também bióticas, que interferem na dinâmica de distribuição e, conseqüentemente, na transformação da paisagem.

Frente ao que foi observado, enquanto a modelagem revelou o padrão fitogeográfico de espécies importantes à manutenção do ecossistema dunar, a fitoindicação mostrou como esse potencial fitogeográfico revela ecossistemas em processo de degradação ambiental, mediante o estudo de espécies que se distribuem conforme a fragilidade ambiental. Logo, estudos como este são essenciais à formulação de propostas voltadas para a conservação de dunas e da costa litorânea.

## Referências

- BERNARDI, H.; CORDAZZO, C. V.; COSTA, C. S. B. Efeito das ressacas sobre *Blutaparon portulacoides* (St. Hil.) Mears, nas dunas costeiras do sul do Brasil. *Ciência e Cultura*, v. 5-6, n. 39, p. 545-547, maio/jun. 1987.
- CORDAZZO, C. V.; PAIVA, J. B.; SEELIGER, U. *Guia ilustrado: plantas das dunas da costa sudoeste atlântica*. Pelotas: Useb, 2006.
- SPECIES.LINK. *Sistema de informação distribuído para coleções biológicas*, 2011. Disponível em: <<http://www.splink.cria.org.br>>. Acesso em: 25 ago. 2011.
- FIERZ, M. S. M. *As abordagens sistêmica e do equilíbrio dinâmico na análise da fragilidade ambiental do litoral do estado de São Paulo: contribuição à geomorfologia das planícies costeiras*. Tese (Doutorado em Geografia em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- FRANKLIN, J.; MILLER, J. A. *Mapping Species Distributions*. San Diego: Cambridge University Press, 2010.
- GOMES NETO, A.; CUNHA, S. R.; VOIGT, E. L. Vegetative Propagation of the Dune Building Plant for Use in Dune Rehabilitation Projects *Ipomoea Pes-Caprae*. *Journal of Coastal Research*, Edinburg: The University of Texas, edição especial, n. 39, 2006.
- HYDRO-1K. 2008. Disponível em: <<http://eros.usgs.gov/products/elevation/gtopo30/hydro/index.html>>. Acesso em: 5 ago. 2011.
- LEONARD, R. I.; JUDDY, F.W. The Biological Flora of Coastal Dunes and Wetlands. *Journal of Coastal Research*, Edinburg: The University of Texas, v. 13, n. 1. p. 96-104, 1997.
- MARTINS, S.; MACHADO, S. R.; ALVES, M. Anatomia e ultra-estrutura foliar de *Cyperus maritimus* Poir. (Cyperaceae): estratégias adaptativas ao ambiente de dunas litorâneas. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 2, n. 22, p. 493-503, 2008.
- MELO E SOUZA, R. *Redes de monitoramento socioambiental e tramas da sustentabilidade*. São Paulo: Anablume; Geoplan, 2007.
- OLIVEIRA, A. C. A.; SANTOS, S. C.; MELO E SOUZA, R. Dinâmica ambiental das dunas costeiras da praia de Jatobá, Barra dos Coqueiros, Sergipe, frente às formas de uso e ocupação. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 16., Porto Alegre, 2010. *Anais...* Porto Alegre, 2010.
- PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, v. 190, p. 231-259, 2006.
- RIZZINI, C. T. *Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1997.
- SEENA, S.; SRIDHAR, K. R. Nutritional and microbiological features of little known legumes, *Canavalia cathartica* Thouars and *C. maritima* Thouars of the southwest coast of India. *Current Science*, v. 90, n. 12, jun. 2006.

- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II*. 2. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008.
- SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. *Geosp – Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 15, p. 39-49, 2004.
- WORLDCLIM. 2008. Versão 1.3. Disponível em: <<http://www.worldclim.org>>. Acesso em: 20 ago. 2011.