



CENÁRIOS DA DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE MANGUES NO LITORAL NORTE E NORDESTE BRASILEIRO A PARTIR DA MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE ESPÉCIES

Sindiany Suelen Caduda dos Santos
Universidade Federal de Sergipe

Rosemeri Melo e Souza
Universidade Federal de Sergipe

Edilson Divino de Araújo
Universidade Federal de Sergipe

Resumo

Este artigo analisa a influência de requerimentos climáticos e de influência no nível relativo do mar, na distribuição potencial dos mangues do litoral norte e nordeste brasileiro, comparando as projeções de 6.000 anos A.P; nos anos de 2015 e 2050, a partir da modelagem de distribuição de espécies. Para a modelagem foi utilizado o programa Maxent, a partir de onze variáveis climáticas e três variáveis relacionadas ao nível relativo do mar. Todas elas foram convertidas para uma malha com resolução de 2,5 km. Segundo o critério de área sob a curva (AUC), os modelos tiveram excelentes resultados. Os mapas revelaram variações de áreas de adequabilidade em todo o litoral brasileiro para as espécies de mangue: *Avicennia sp.*, *Laguncularia racemosa (L.) Gaertn. f.* e *Rhizophora mangle L.* A modelagem de distribuição potencial permitiu verificar como os requerimentos climáticos e de NRM influenciam na distribuição dos mangues em períodos distintos, destacando a influência da temperatura anual e da distância vertical à drenagem mais próxima como variáveis de maior contribuição. Os modelos alertam para redução e expansão de áreas adequadas para ocorrência de mangues no futuro e sugerem propostas de novos estudos voltados para investigações mais profundas sobre a fitogeografia de mangues.

Palavras-chave: Mudanças climáticas. MAXENT. Mangues brasileiros.

SCENERIES OF THE POTENTIAL DISTRIBUTION OF MANGROVES ON THE NORTHERN AND NORTHEASTERN COAST OF BRAZIL FROM THE POTENTIAL DISTRIBUTION OF SPECIES MODEL

Abstract

This article analyzes the influence of climatic requirements and the influence on the relative sea level, in the potential distribution of mangroves on the northern and northeastern Brazilian coast, comparing projections from 6,000 years, in the years of 2015 and 2050, from the species distribution model. For this model, Maxent software was used, from eleven weather variables and three variables related to the relative sea level. All of them were converted to a net with resolution of 2.5 km. According to the Area Under Curve (AUC) criterium, the models had excellent results. The maps revealed variations on adequability areas all over the Brazilian coast for the mangrove species: *Avicennia*, *Laguncularia racemosa* and *Rhizophora mangle* L. The potential distribution model allowed the verification how the climatic requirements and NRM influenced the distribution of the mangroves in distinct periods, highlighting the influence of the annual temperature and the vertical distance to the nearest drainage as variables of more contribution. The models alert to the reduction and expansion of adequate areas for the occurrence of mangroves in the future, and suggest proposals of new studies toward more profound investigations about mangrove phytogeography.

Keywords: Climatic changes. MAXENT. Brazilian mangroves.

INTRODUÇÃO

Os mangues constituem o componente principal na estrutura do manguezal. Eles são fundamentais à cadeia detritica do ecossistema e abrigam variadas formas jovens de espécies marinhas, pois, o sistema radicular aprisiona o sedimento, reduz a velocidade das marés e, conseqüentemente, proporciona maior estabilidade às espécies juvenis. Desse modo, mangue e manguezal são inseparáveis e formam um dos sistemas estuarinos mais ricos do planeta (NASCIMENTO, 2008).

A distribuição dos manguezais é interpretada como reflexo da mudança de variáveis que controlam a geomorfologia costeira (BLASCO *et al.*, 1996). Nessa perspectiva, o desenvolvimento dos mangues é regulado por interações estabelecidas entre os fenômenos continentais e oceânicos e a sua expansão é determinada pela topografia ligada ao nível relativo do mar (WOODROFFE, 1980). O aumento do NRM e alterações nas descargas fluviais são as principais forças motrizes responsáveis pela dinâmica de expansão ou contração dos manguezais (COHEN *et al.*, 2008). Dessa forma, pode-se afirmar que tais ecossistemas são altamente suscetíveis às mudanças tanto climáticas, como as referentes ao nível relativo do mar.

Este artigo, portanto, parte do princípio de que as mudanças climáticas e alterações em requerimentos ligados ao NRM afetaram a distribuição dos mangues no passado, afetam no presente e provavelmente influenciarão as respostas futuras das espécies no litoral das regiões norte e nordeste do Brasil. Além disso, leva em consideração a necessária realização de investigações voltadas para a reconstrução da dinâmica de distribuição dos mangues no passado e no presente, bem como a concretização de análises voltadas para estudo dos

requerimentos ecológicos que determinam essa distribuição no futuro, a fim de auxiliar em propostas de conservação dos manguezais.

Nesse ínterim, ferramentas metodológicas voltadas para pesquisas em diversidade biológica têm ganhado cada vez mais espaço no universo da ciência e gerado resultados determinantes para investigações científicas posteriores. Ferramentas de modelagem de distribuição de espécies, *Species Distributions Modelling* (SDM), por exemplo, são utilizadas pelos cientistas com o propósito de prever a distribuição potencial de espécies (FRANKLIN; MILLER, 2009).

O modelo descreve a adequação no espaço ecológico, normalmente projetada em um espaço geográfico, produzindo uma área geográfica com provável ocorrência da espécie. Logo, áreas que satisfazem o nicho fundamental representam o potencial de distribuição das espécies e as áreas geográficas realmente habitadas correspondem à distribuição realizada (PHILLIPS *et al.*, 2006).

Ao investigar o papel dos requerimentos abióticos responsáveis pela configuração da distribuição dos mangues nos períodos, passado, presente e futuro, serão identificadas também as mudanças em termos de expansão e redução de áreas de adequabilidade, em relação a esses requerimentos, e serão observadas quais as variáveis ambientais que mais influenciam no processo dinâmico de ocorrência de mangues.

Ademais, este trabalho amplia a relevância científica ao tentar entender as condicionantes climáticas que interferem na dinâmica distributiva de um dos ecossistemas costeiros que mais sofre com os impactos antropogênicos no Brasil e no mundo, onde estão presentes.

Portanto, o artigo científico analisa a influência de requerimentos climáticos e de influência no nível relativo do mar, na distribuição potencial dos mangues do litoral norte e nordeste brasileiro, comparando as projeções de 6.000 anos A.P; nos anos de 2015 e 2050, a partir da modelagem de distribuição de espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foram coletados dados de ocorrência de espécies de mangue que ocorrem no litoral norte e nordeste do Brasil: *Avicennia* sp. (Avicenniaceae), *Laguncularia racemosa* (Combretaceae) e *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae). A coleta foi feita na base de dados *on-line Cria speciesLink* (<http://smlink.cria.org.br/>). Ademais, foram utilizadas coordenadas do estado de Sergipe, coletadas em trabalhos de campo realizados no litoral sul sergipano, nos municípios de Itaporanga d'Ajuda, Estância e Santa Luzia do Itanhy, os quais fazem parte da segunda bacia mais produtiva do estado, bacia do Rio Piauí, e representam áreas de investigação científica dos autores (SOUZA; COUTO, 2002).

Para definição das variáveis ambientais foram considerados os parâmetros ecológicos relevantes que interferem diretamente na distribuição dos mangues (NASCIMENTO, 2008) e que estão disponíveis no banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (AMBDATA, 2015) e do *Worldclim* (HIJMANS *et al.*, 2005).

Os períodos (6.000A.P., 2015 e 2050) foram projetados considerando as variáveis climáticas: temperatura média anual; sazonalidade de temperatura; amplitude

térmica anual; temperatura média do trimestre mais seco; temperatura média do trimestre mais quente; temperatura média do trimestre mais frio; precipitação anual; sazonalidade de precipitação (coeficiente de variação); precipitação do trimestre mais chuvoso; precipitação do trimestre mais seco; e precipitação do trimestre mais quente. Também foram utilizadas as variáveis que se relacionam direta ou indiretamente com o NRM: declividade, densidade de drenagem e distância vertical à drenagem mais próxima.

Para modelagem foi utilizado o algoritmo de máxima entropia MAXENT, o qual, dentre os programas de análise de distribuição potencial de espécies, tem apresentado melhor desempenho em relação a outros algoritmos (ELITH, 2006). Ele utiliza apenas dados de presença, realiza inferências por meio de informações incompletas e usa a abordagem estatística para estimar a probabilidade de ocorrência das espécies, a partir do cálculo de distribuição da máxima entropia. O princípio da máxima entropia está relacionado à função de elaborar uma aproximação onde sejam respeitadas as restrições conhecidas das espécies (PHILLIPS *et al.*, 2006).

Na perspectiva da modelagem, as camadas ambientais foram todas convertidas para a resolução de 2,5km e os modelos de distribuição de espécies foram avaliados a partir da área abaixo da curva (AUC, "Area Under The Curve") obtida a partir da integração da curva ROC. O AUC apresenta variações de zero a um, sendo que, valores próximos a um indicam alto desempenho do modelo e valores menores do que 0,5 indicam baixo desempenho do modelo (ELITH *et al.*, 2006). Já que, frequentemente não se tem dados de real ausência das espécies, foi gerada uma amostra de mil pontos de pseudo-ausências para juntar à amostra e estimar a curva ROC e AUC para o Maxent (PHILLIPS *et al.*, 2006).

A contribuição das variáveis foi analisada por meio dos valores percentuais de contribuição revelados pelo próprio MAXENT. Salienta-se que diversos modelos foram gerados com o propósito de avaliar o percentual de contribuição de cada variável ambiental. Àquelas variáveis que não apresentavam percentual de contribuição (com valor igual a zero) eram retiradas do modelo e uma nova distribuição potencial era gerada. Esse procedimento foi realizado com o propósito de avaliar o quanto as variáveis que influenciavam na potencial distribuição dos mangues foram capazes de sofrer modificações em função da correlação de variáveis e de garantir maior confiabilidade nos mapas de adequabilidade gerados e analisados.

Os mapas de adequabilidade gerados para as áreas de ocorrência dos mangues investigados foram editados no *software* ArcGis, versão 10.1 (ESRI, 2010).

RESULTADOS

De maneira geral, os modelos apresentaram AUC com valores próximos de um, o que indica uma discriminação excelente dos modelos (METZ, 1986). A distribuição para as três espécies variou tanto entre os períodos projetados para cada espécie, como também entre as espécies de mangue por período considerado. Contudo, salienta-se que o litoral norte e nordeste brasileiro apresenta condições adequadas para a potencial ocorrência da *Avicennia* sp., da *L. racemosa* e da *R. mangle* (Figuras 1, 2 e 3).

Período 6.000 A.P.

Os três principais requerimentos ambientais que determinaram a distribuição potencial da *Avicennia* sp. contribuíram em 67,8%. Quanto à *L. racemosa*, os três primeiros requerimentos explicaram 65,5%. Para *R. mangle* somaram 65,9%.

No que se refere às variações de adequabilidade por período, no cenário 6.000 A.P, o principal requerimento ambiental que determinou a distribuição potencial das espécies foi a temperatura anual, com porcentagens acima de 38,2% de contribuição para indicação de áreas de adequabilidade ambiental.

Nesse período (Figuras 1, 2 e 3) não existem variações de adequabilidade significativas entre as espécies na região norte. Por outro lado, é possível observar maiores áreas de adequabilidade para *L. racemosa*, em relação às outras espécies, na região nordeste, bem como os requerimentos ambientais que permitiram a ocorrência de áreas mais adequadas para a colonização e desenvolvimento deste mangue: temperatura anual e precipitação anual.

Período 2015

A contribuição das variáveis ambientais para a distribuição dos mangues somaram em 60,9% para *Avicennia* sp.; 76,4% para *L. racemosa* e; 67,7% para *R. mangle*.

No cenário de 2015 (Figuras 1, 2 e 3), a temperatura anual também é determinante para distribuição potencial de mangues, com valor de contribuição variando entre 23,2% para *Avicennia* sp. e 48,8% para *L. racemosa*. Há também uma contribuição considerável, para as três espécies, da distância vertical à drenagem mais próxima, precipitação do trimestre mais quente e temperatura de sazonalidade.

Na região norte, ainda referente ao período de 2015, o Maranhão apresenta uma redução de áreas adequadas, em relação ao passado, mas o Ceará tem suas áreas de adequabilidade praticamente suprimidas para os três mangues, situação similar até a Paraíba. Em Recife, as áreas revelaram adequabilidade com valores próximos de um, o que se repete até o litoral norte da Bahia. Saliente-se que a *L. racemosa* mais uma vez destaca-se com a maior faixa contínua de adequabilidade litorânea, em relação à *R. mangle* e *Avicennia* sp.

Período 2050

As variáveis apresentaram contribuição de 60,9% para *Avicennia* sp.; 65,3% para *L. racemosa* e; 62,4% para *R. mangle*.

Para a região norte é possível observar que (Figuras 1, 2 e 3) existirão condições adequadas para ocorrência das três espécies no litoral investigado. Contudo, os modelos revelam que existirão mais áreas de adequabilidade de ocorrência para *Avicennia* sp. do que para as outras espécies. De maneira específica, por região, poderá ocorrer uma redução de áreas adequadas no Pará, tanto para *Avicennia* sp., como para *L. racemosa*. e expansão das áreas no Amapá. Já para a *R. mangle*, as mudanças de áreas adequadas, em relação ao presente, serão sutis. No nordeste, existem variações restritas para cada espécie.

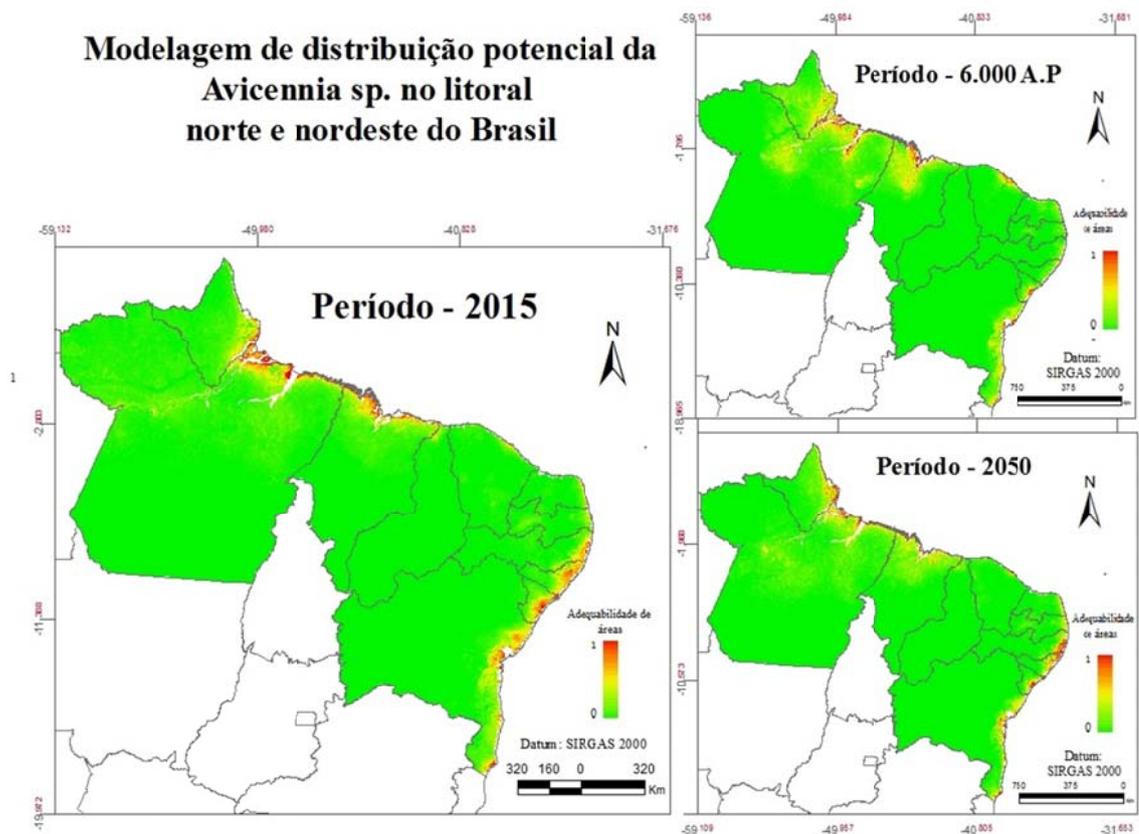


Figura 1: Modelos de distribuição potencial da *Avicennia* sp. nos períodos: 6.000 A.P., 2015 e 2050.

Fonte: SANTOS, S. S. C. dos (2015), a partir da modelagem de distribuição de espécies realizada no MAXENT.

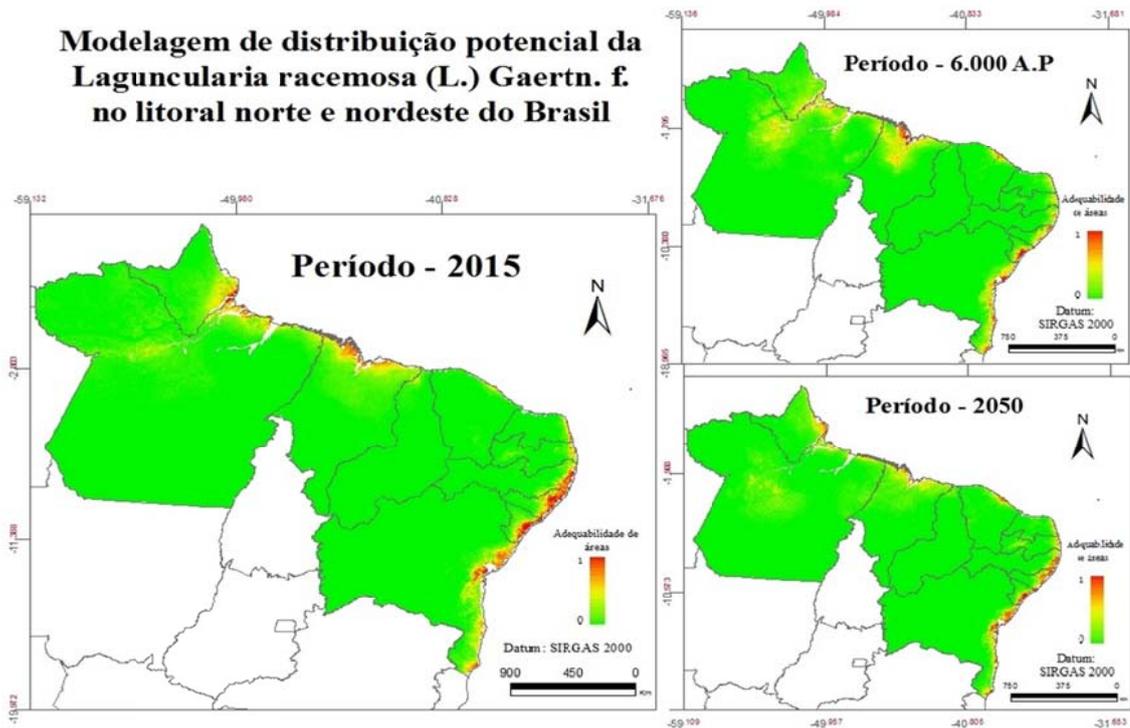


Figura 2: Modelos de distribuição potencial da *Laguncularia racemosa* nos períodos: 6.000 A.P., 2015 e 2050.

Fonte: SANTOS, S. S. C. dos (2015), a partir da modelagem de distribuição de espécies realizada no MAXENT.

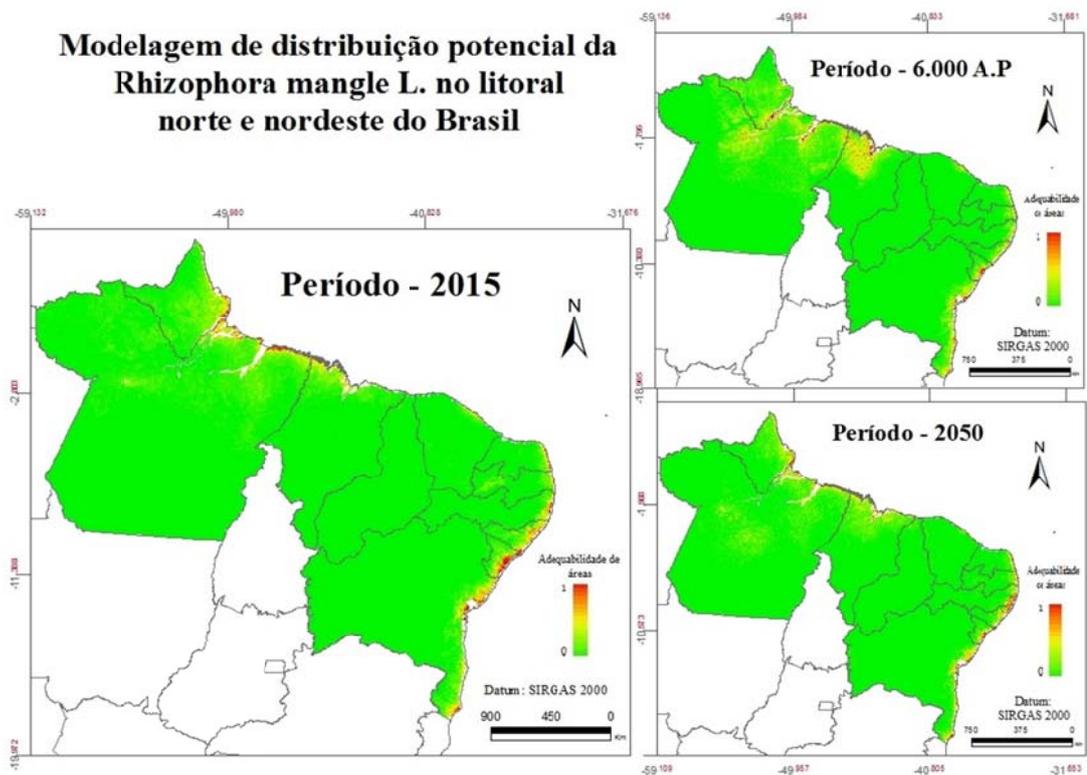


Figura 3: Modelos de distribuição potencial da *Rhizophora mangle* nos períodos: 6.000 A.P., 2015 e 2050.

Fonte: SANTOS, S. S. C. dos (2015), a partir da modelagem de distribuição de espécies realizada no MAXENT.

Discussão

Os modelos confirmam a sensibilidade dos mangues diante de mudanças ambientais associadas às alterações climáticas. Ressalte-se que, quando as condições ambientais, principalmente as climáticas, alteram-se, a vegetação da área atingida também sofre modificações (RICKLEFS, 2003). Apesar de todo litoral investigado apresentar áreas adequadas para distribuição potencial dos mangues, para cada período projetado, as regiões norte e nordeste apresentam respostas diferenciadas que variam especialmente em função do percentual de contribuição de cada requerimento ambiental, ressaltando que a temperatura anual, enquanto variável climática, e distância vertical à drenagem mais próxima, variável relacionada ao nível relativo do mar, foram os requerimentos de maior contribuição para modelagem da distribuição potencial de mangues.

Compreende-se o destaque das respostas para temperatura anual, a partir de investigações científicas feitas por Cintrón e Schaeffer-Novelli (1982), ao afirmar que os manguezais são limitados em escala global pela temperatura e pela falta de tolerância aos lugares onde a temperatura mensal para o mês mais frio varia entre 15 e 16°C. Os autores ressaltam que a temperatura média anual dos lugares onde os bosques de mangues estão presentes deve ser em torno de 20°C a 22°C e a amplitude térmica, entre 8°C e 13°C.

Além disso, quanto a segunda variável de maior importância para a distribuição potencial, ressalte-se que o desenvolvimento e colonização dos mangues estão associados ao transporte de sedimentos das bacias de drenagem para o litoral, permitindo a fitofixação das espécies (ALMEIDA *et al.*, 2001).

Dessa forma, os modelos apresentam resultados que estão respaldados nas abordagens da distribuição dos mangues trazidas pela literatura.

Período: 6.000 A.P

Investigações palinológicas realizadas por Rodrigues e Senna (2011) na Ilha do Marajó, estado do Pará, revelaram que a partir de 10.000 A.P. havia a predominância da *R. mangle*, com desaparecimento de registros polínicos até 7.000 A.P, quando novamente pólenes do gênero *Rhizophora* foram encontrados, o que indica que no período de 6.000 A.P. era possível encontrar a espécie estudada. Esta assertiva corrobora com os resultados dos modelos ao revelar áreas de adequabilidade para a *R. mangle* e permite refletir acerca da sensibilidade do mangue às variações ambientais que determinavam a ocorrência ou ausência da espécie.

Ainda de acordo com as pesquisas das autoras acima, o aparecimento do gênero *Avicennia* deu-se há cerca de 8.600 A.P., com desaparecimento de registros de pólen até cerca de 7.000 A.P., e novos achados no período anterior a 6.500 A.P. Mais uma vez o modelo pode ser validado a partir da literatura dos estudos palinológicos realizados.

No que se refere à *L. racemosa*, pesquisas realizadas nos sedimentos holocênicos do Pará, por Senna e Paiva. (2005), indicaram a presença de tipos polínicos de *Laguncularia*, datados de 6.850 até 4.943 A.P.

É possível afirmar que os estudos mais detalhados de investigação palinológica situam-se no cinturão contínuo de manguezais, que vai desde o Pará (NO) até o Maranhão (NE). Entretanto, outras áreas da região nordeste merecem maior atenção quanto aos estudos paleoecológicos, pois, é através da reconstrução da história ecológica dos ambientes que se torna possível entender a dinâmica de expansão e recuo de manguezais no ambiente.

Período: 2015

Para o referido período, foram verificadas modificações sutis, quanto às áreas adequadas favoráveis à distribuição potencial das espécies na região norte, sendo a redução de áreas adequadas mais evidente para a *R. mangle*. Segundo Smith *et al.* (2011), os dados de pólen e isotópicas de litoral fluvial, indicaram, durante as investigações, que a vegetação de mangue na Ilha do Marajó era mais ampla durante o médio holoceno do que atualmente. Tal afirmação pode sustentar que as mudanças do clima e das variáveis relacionadas ao NRM, principalmente a distância vertical à drenagem mais próxima, podem ter influenciado na redução de áreas adequadas para a colonização e desenvolvimento de mangues.

Em 2015, a subtração de algumas áreas de alta adequabilidade para todas as espécies na região nordeste pode estar relacionada a erros de omissão dos modelos. Todavia, o fato pode ser decorrente ainda da carência de coleta de dados de distribuição das espécies, ou de maneira mais preocupante, resultante da inexistência de dados por conta da degradação causada pelo homem em áreas de manguezal.

As faixas da região nordeste que sofrem expansão de mangues revelam como as oscilações de valores dos requerimentos ambientais, em relação ao passado, têm proporcionado um aumento da faixa de ocupação de mangues, o que mostra mais uma vez a necessidade de estudos avançados relativos à reconstrução histórica-ecológica do ecossistema.

Período: 2050

Neste cenário são observadas modificações em áreas de adequabilidade para todas as espécies nas duas regiões brasileiras, ora aumentando em algumas áreas ora diminuindo. Por outro lado, é possível ver uma tendência de redução de áreas adequadas principalmente para *R. mangle* e *L. racemosa*, em relação à *Avicennia* sp., ao longo do litoral.

Os mapas de adequabilidade revelam, portanto, possíveis perdas de áreas que em 2015 apresentava-se como potencialmente adequadas para ocorrência dos mangues e que, conseqüentemente, atuam como berço da biodiversidade aquática. Este fato ainda amplia a preocupação em meio às expectativas futuras do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, as quais indicam uma elevação média global do mar entre 0,45 a 0,81 para as duas últimas décadas do século XXI (IPCC, 2013) e sugerem transformações em todo o litoral.

Nessa perspectiva, os modelos permitem reforçar que é preciso realizar pesquisas em escala local que tragam maiores informações sobre a forma como os mangues investigados estão distribuídos atualmente no norte e nordeste brasileiro, em

meio a existência de outros fatores abióticos atuantes: padrões locais de taxas da elevação do nível relativo do mar e de sedimentação/erosão (GILMAN *et al.*, 2008), topografia do relevo, formas de uso e ocupação do solo (MCLEOD; SALM, 2006), além dos padrões de salinidade. Para este último fator, lembre-se que a cunha salina é um requisito determinante na zonação das espécies (SCHAEFFER-NOVELLI, 1990) e que, mudanças climáticas ligadas às alterações no nível relativo do mar influenciam nas taxas de salinidade (SERGIPE, 1984). A *Avicennia* sp., por exemplo, tem a salinidade como variável limitante para a sua ocorrência em alguns ambientes de manguezal. Logo, as alterações climáticas, ao modificar fatores em microescala, podem ser as potenciais responsáveis pela distribuição das espécies reveladas pelos modelos.

Nesse contexto, os modelos de distribuição dos mangues *Avicennia* sp., *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, exigem a efetivação de novas investigações e de tomada de decisões em favor da conservação da flora e do ecossistema manguezal.

Implicações para a conservação dos mangues

Os cenários ambientais representados pelas áreas de adequabilidade dos mangues suscitam a realização de estudos futuros e mais aprofundados em estados da região nordeste onde a reconstrução histórica e ecológica foi explorada de maneira limitada. Além disso, os resultados permitem refletir sobre a necessidade de elaboração de planos estratégicos para monitoramento e conservação dos mangues brasileiros, já que, o entendimento e a proteção da diversidade biológica dependem do conhecimento da distribuição dos organismos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do estado de Sergipe pela concessão de bolsa de doutorado; à Fundação Mamíferos Aquáticos pelo apoio na execução do trabalho do doutorado, ao Grupo de Pesquisa em Geoecologia e Planejamento Territorial (GEOPLAN/UFS) e ao Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFS).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, B. M.D. *et al.* Questões Socioambientais. In: ALVES, R. P. (Org). *Manguezais: educar para proteger*. Rio de Janeiro: FEMAR: SEMADS, 2001.
- AMBDATA. Variáveis Ambientais para Modelagem de distribuição de espécies. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/descricao_dados.php. Acesso em 10 de dez de 2014.
- BLASCO, F., SAENGER, P., JANODET, E., 1996. Mangroves as indicators of coastal change. *Catena* 27, 167–178.
- CINTRÓN, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y., 1982, Mangrove forest – ecology and response to natural and man induced stressors. In: *Workshop on coral reefs, seagrass beds and mangroves: their interactions in coastal zones of the Caribbean*, St. Croix, U.S., Virgin Islands, Unesco Report in Marine Science, 23: 87-113.

COHEN, M.C.L., LARA, R.J., SMITH, C.B., ANGELICA, R.S., DIAS, B.S., PEQUENO, T., 2008. Wetland dynamics of Marajó Island, northern Brazil during the last 1000 years. *Catena* 76,70–77.

ELITH, J. *et al.*, A statistical explanation of Maxent for ecologists. *Diversity and Distributions*. n. 17, p. 43-50, 2011.

ESRI, *ArcGis* 10.2. Geographical Information System. Environment System Research Institute, Inc. Readlands, C.A, 2010.

FRANKLIN J.; MILLER, J. A. *Mapping Species Distributions*. Cambridge University Press, 2009.

GILMAN, E.L. *et al.* Threats to mangroves from climate change and adaptation options, *Aquat. Bot.*, 89, p. 237-250, 2008.

HIJMANS, R.J., S.E. CAMERON, J.L. PARRA, P.G. *et al.*, 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.

IPCC: *Working group I contribution to the IPCC fifth assessment Report (AR5), climate change 2013: the physical science basis*. Coordinating Lead Authors: THOMAS STOCKER (Switzerland), QIN DAHE (China), GIAN-KASPER PLATTNER (Switzerland). 2216 p, 2013.

MCLEOD, E e SALM, R.V. 2006. Managing Mangroves for Resilience to Climate Change. IUNC, Gland, Switzerland. 64 p. 2006.

METZ, C.E. 1986. ROC Methodology in radiologic imaging. *Investigational Radiology* 21:720-733.

NASCIMENTO, S. *Ecofisiologia do manguezal*. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Aracaju, Sergipe: Degrase, 2008.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R.P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* .190. 2006.

RICKLEFS, R.E. *A economia da natureza*. ed. 5. Editora Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2003.

RODRIGUES, L.C.S.; SENNA, C.S.F. 2011. Palinologia holocênica do testemunho Bom Jesus, margem leste da ilha do Marajó, Pará, Amazônia. *Acta Amazonica*, 4(1): 9-20.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *et al.* Variability of mangrove ecosystem along the brazilian coast. *Estuaries*. vol. 13, nº 2. p. 204-218. Jun 1990.

SENNA, C. S. F.; PAIVA, R. S. Análise da riqueza, diversidade e equabilidade da diatomoflórula em sedimentos Holocênicos da Baía de Marapanim-Pa. In: *56º Congresso Nacional de Botânica*. 2005. Disponível em: http://www.abequa.org.br/trabalhos/0296_cristina_s.pdf. Acesso em: 20 de ago.2015.

SERGIPE, 1984. Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA). *Levantamento da flora e caracterização dos bosques de mangue do Estado de Sergipe*. Sergipe, fevereiro de 1984.

SMITH, C.B., 2011. A influencia marinha nas aguas do Lago Arari (Ilha de Marajo-Pa) durante o Holoceno com base em indicadores biologicos e isotopicos. Tese de Doutorado.Universidade Federal do Para.193 pp

SOUZA, M. F. L.; COUTO, E. C. G. Caracterização Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Piauí (SE). In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. *Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações*. Ilheus: Editus, 2002.

WOODROFFE, C. D.; STODDART D. R.; GIGLIOLI M. E. C. Pleistocene patch reefs and Holocene swamp morphology, Grand Cayman Island, West Indies. *Journal of Biogeography*. v 7. p.103-113, 1980.

Contato com o autor: rosemerimeloesouza@gmail.com

Recebido em: 07/09/2015

Aprovado em: 06/11/2015