

## Distribuição e manejo de aves limícolas migratórias no litoral norte do Brasil.

DANIELLE PALUDO\*  
DANIEL MERCHANT  
LARRY NILES  
RICHARD G. LATHROP

\*CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE AVES SILVESTRES - (daniellepaludo@gmail.com)

### RESUMO

Planícies intertidais no Pará e Maranhão são ecossistemas dinâmicos que recebem um grande número de aves limícolas neárticas no verão. A modelagem e mapeamento são essenciais para avaliar a dinâmica da paisagem para as aves nesses habitats, e subsidiar os esforços de planejamento para a conservação das espécies e áreas. Existem 12 Reservas Extrativistas e uma Área de Proteção Ambiental – Unidades de Uso Sustentável, nas Reentrâncias Maranhenses e Salgado Paraense. Localizar áreas prioritárias para a conservação de aves limícolas é crítico e uma abordagem com sensoriamento remoto foi aplicada para mapear e caracterizar esses habitats, usando imagens Landsat 8. Características ambientais como a distância aos manguezais, às áreas desenvolvidas e da foz de rios, permanência, tempo de inundação, tamanho do sedimento e das áreas foram usadas. Construiu-se uma série de modelos de distribuição de espécies com base em Maxent usando dados de levantamento das aves em campo e as características ambientais mencionadas. Oito espécies foram investigadas e incluídas nos modelos. Os modelos de distribuição das espécies foram relacionados com potenciais ameaças ambientais, como a prospecção de petróleo *off-shore*, alteração da cobertura vegetal, uso do solo e efeitos da mineração. Esses métodos foram efetivos para localizar os habitats prioritários para as aves limícolas e identificar as ameaças a esses habitats, informações importantes para a gestão e futuro *des*

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Murray, N., S. Phinn, R. Clemens, C. Roelfsema, and R. Fuller. 2012. Continental Scale Mapping of Tidal Flats across East Asia Using the Landsat Archive. *Remote Sensing* 4:3417–3426. Niles, L.J., Sitters, H.P., Dey, A.D., Atkinson, P.W., Baker, A.J., Bennett, K.A., Carmona, R., Clark, K.E., Clark, N.A., Espoz, C., & others (2008) Status of the Red Knot (*Calidris canutus rufa*) in the Western Hemisphere. Cooper Ornithological Society, Phillips, S. J., R. P. Anderson, and R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190:231–259.

### JUSTIFICATIVA

The intertidal flats in Pará and Maranhão are dynamic ecosystems notable for hosting a large number of nearctic shorebirds during the summer. Modeling and mapping are essential steps to evaluating landscape-scale dynamics of the migratory shorebirds that use these habitats to better inform the conservation efforts to protect those species. There are 12 Extractive Reserves and one Environmental Protected Area designed for Sustainable Use practices in the Reentrâncias Maranhenses and Salgado Paraense regions. Locating priority areas for shorebird conservation is a critical information gap. A remote sensing approach to mapping and characterizing these intertidal habitats using Landsat 8 imagery was developed. A number of relevant environmental characteristics were developed - distance to mangroves, distance to developed areas, distance to river mouth, permanence, inundation time, sediment size, and patch size. A series of Maxent based species distribution models were developed using point count surveys and the mentioned environmental characteristics. Eight species were surveyed and subsequently modeled including. The species distribution models were integrated with a number of potential environmental threats, from future offshore oil prospects, to watershed land cover changes and mining runoff. These methods were effective at locating important migratory shorebird habitat and the respective threats to these habitats, critical information for future design of protected areas.

### MÉTODOS

As planícies intertidais no Pará e Maranhão são ecossistemas dinâmicos que suportam excepcional abundância e diversidade e recebem um grande número de aves limícolas migratórias durante o verão (Niles *et al.* 2008). A modelagem e mapeamento são essenciais para avaliar em uma escala de paisagem a dinâmica das aves migratórias que utilizam esses habitats e gerar informações para o planejamento e execução de esforços conservacionistas. Existem 12 Resex federais e uma ÁPA estadual nas Reentrâncias Maranhenses e Salgado Paraense (Fig. 4). Considerou-se crítico localizar as áreas prioritárias para a conservação das aves limícolas ali.

Usando Erdas Imagine e Esri's ArcGIS, foi aplicada uma abordagem com sensoriamento remoto para mapear e caracterizar os ambientes intertidais com imagens Landsat 8. O Índice de Diferença Normalizada da Água (NDWI) foi usado para isolar a zona intertidal (Murray *et al.* 2012). Os mangues e o tamanho de sedimento foram obtidos com técnicas de classificação não supervisionadas e o software Erdas Imagine. A distância até os mangues, as áreas desenvolvidas, desembocaduras de rios e o tamanho das manchas foram obtidos usando-se ArcGIS e interpretação visual. O tempo de inundação foi estimado a partir da área intertidal na maré baixa e na maré mediana (Murray *et al., op.cit*) Uma medida simples da permanência, ou a probabilidade de uma zona intertidal permanecer como tal ao longo dos anos, foi calculada com a combinação das imagens em duas datas diferentes.

Ameaças potenciais aos habitats são o desenvolvimento costeiro, drenagem da bacia hidrográfica, mineração, exploração de petróleo *off-shore* e carcinicultura ocupando áreas de manguezais e apicuns. O desenvolvimento foi estimado a partir da densidade de estradas. As bacias hidrográficas com HydroSHEDS, e a cobertura terrestre com o conjunto de dados GlobCover 2009. A mineração foi digitalizada como pontos no ArcGIS, atividades *offshore* estimadas pelos esforços de pesquisa sísmica no Spectrum ASA. Manguezais e apicuns foram obtidos com uma combinação de classificação não supervisionada, classificação baseada em regras e inspeção visual.

Modelos máximos de distribuição de espécies baseadas em entropia foram desenvolvidos utilizando contagens de 720 pontos coletadas em 2016 e 2017, as características ambientais e o pacote de software Maxent desenvolvido por Phillips *et al* (2006). Foram pesquisadas e modeladas oito espécies: *Pluvialis squatarola*, *Calidris canutus*, *C. alba*, *C. pusilla*, *Arenaria interpres*, *Limnodromus griseus*, *Numenius phaeopus* e *Tringa semipalmata*. Um limite foi estabelecido para habitat adequado para cada espécie e os pixels acima desse limiar foram considerados adequados. Os rasters binários resultantes foram adicionados, resultando em uma quadriculação que mostrou para quantas espécies cada pixel era habitat adequado.

### CONTRAPARTIDA INSTITUCIONAL (INFRA-ESTRUTURA, PESSOAL, RECURSO)

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres - CEMAVE/ICMBio. Base multifuncional em Florianópolis/SC

### Agradecimentos

Carlos David Santos, Max Niedfeld, Amanda Dey, Stephanie Feign, Joe Smith, Humphrey Sitters, Reydon Reis, colaboradores e comunitários do MA e PA. Projeto viabilizado pela parceria CEMAVE/ICMBio e NCW - Portaria MCT no. 162 de 25/02/16, SISBIO 42418 e apoio NMBCA U.S.Fish Wildlife Service.

### PLANO DE DIVULGAÇÃO DO PROJETO

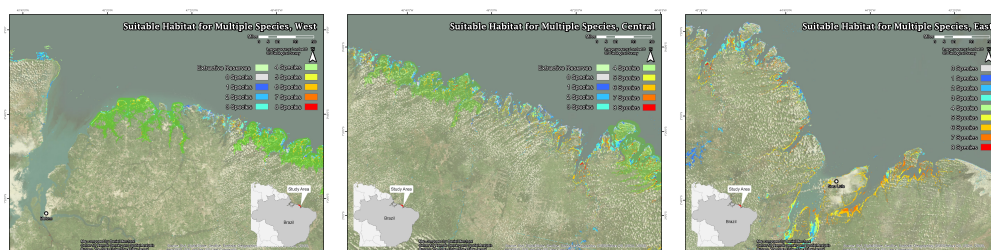
Cinco *hotspots* (Fig 2-6) foram identificados fora das UCs, a maioria no MA. Eles tem uma significativa proporção de habitat adequado para um grande número de espécies de aves limícolas migratórias, tornando-os importantes indicações e desenhos a serem considerados para a criação de novas UC.

Esse mapeamento contribui no conhecimento, no planejamento e gestão das UCs: APA das Reentrâncias Maranhenses e Resex de Cururupu, MA, e as Resex de Gurupi-Piriá, Araí-Peroba, Marinha Caeté-Taperaçu, Marinha Taracuateua, Chacoaré-Matogrosso, Maracanã, Mae-Grande-Cruçuá, São João da Ponta, Mocapajuba, Cuinarana e Mestre Lucindo, no Pará (Fig 1). Todas elas tem objetivos de uso sustentável, e o mapeamento produzido e disponibilizado pode subsidiar o planejamento das atividades de proteção e manejo, direcionar novos esforços de pesquisa e desenvolvimento econômico.

Os métodos utilizados tem espaço para aperfeiçoamento e expansão. Novos métodos mais precisos de delineamento do tamanho do sedimento com radar baseado em satélite estão sendo buscados, bem como uma série de conjuntos de dados complementares, como pesquisas aéreas históricas e dados de telemetria de ponta, para aperfeiçoar e validar os próprios modelos de distribuição de espécies. Como o norte do Brasil representa um dos vários locais de invernada importantes para outras espécies de aves migratórias, os métodos desenvolvidos podem ser usados para avaliar outros sítios de invernada

### PRODUTOS E RESULTADOS ESPERADOS

A malha rodoviária é significativamente maior na costa paraense, sugerindo maior potencial de desenvolvimento. A maior bacia hidrográfica na região de estudo localizada a SW de Belém tem alta taxa de alteração/ uso da terra (42,5%), e maior atividade de mineração. Recentemente o leilão dos direitos de prospecção de petróleo para a costa do AP, PA e MA e o significativo número de levantamentos sísmicos conduzidos nessa área demonstram o grande interesse das companhias de exploração de petróleo na área. Os apicuns e manguezais são alvo da carcinicultura e sofrem ameaça de flexibilização da legislação ambiental de proteção. 20 % dos 130 km<sup>2</sup> de apicuns e 30 % dos 5860 km<sup>2</sup> de mangues encontrados na área de estudo situam-se a 5 km de uma estrada. Essas áreas sofrem maior pressão de conversão para o desenvolvimento da aquicultura, dada a proximidade com maior infraestrutura. Existem cerca de 2391 km<sup>2</sup> de habitat de forrageamento para as aves limícolas migratórias dentro da área de estudo, sendo 94,5% considerados adequados para pelo menos uma espécie. A maior parte (58,9%) foi considerada adequada para uma a quatro espécies e 35,64% considerado adequado para cinco a oito espécies. Apenas 0,7% do habitat foi considerado adequado para as oito espécies de aves estudadas (Fig 1-3 abaixo).



Aproximadamente 17% de todo o habitat delineado está nas Resex, que parecem proteger desproporcionalmente o habitat mais valorizado para as aves (37,87% de 8 espécies protegidas), embora também protejam uma porcentagem similar do habitat inadequado (33,74%). Praticamente toda a área de estudo no Maranhão é APA. Essa UC é reconhecida como Sítio Ramsar e como Sítio de importância hemisférica da Rede de Reservas para aves limícolas migratórias (WHSRN). Entretanto a conservação da área não está assegurada. A APA das Reentrâncias Maranhenses não dispõe de Plano de Manejo e tem baixa implementação. Na porção central da APA a Resex de Cururupu, relativamente mais implementada – possui Plano de Gestão, Conselho, pessoal e infraestrutura próprios, embora insuficientes sobre apenas uma pequena porção dos habitats críticos para as aves limícolas migratórias. Cinco *hotspots* (Fig 4) foram identificados fora das UCs, a maioria no MA.

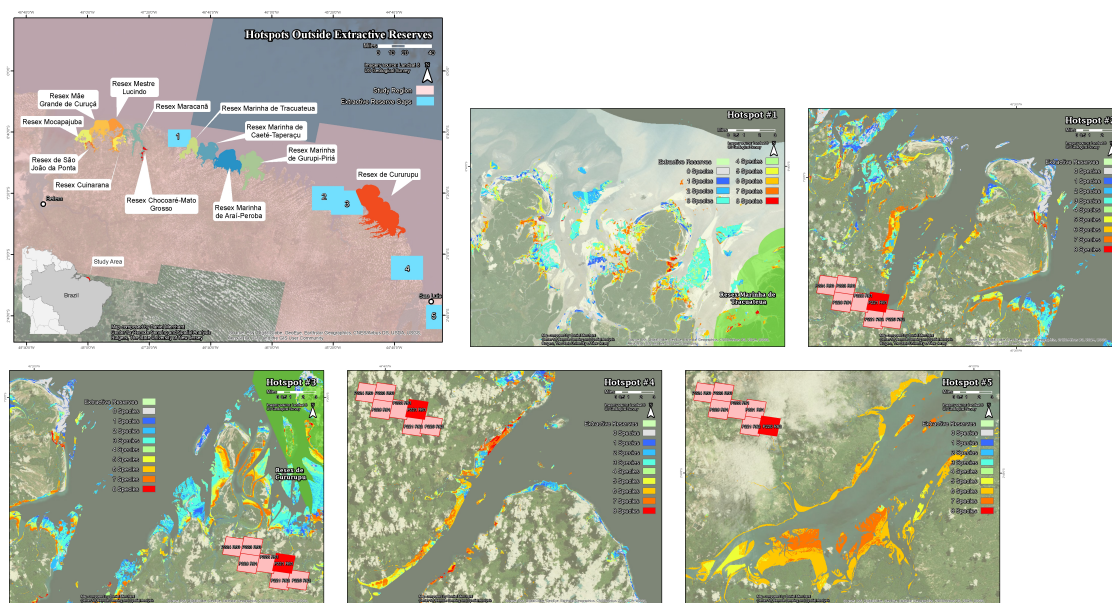


Figura 4- RESEX e 5 hotspots fora de UC.

Embora a maioria das ameaças (desenvolvimento humano/ perturbação, drenagem da bacia hidrográfica, atividades de mineração, prospecção de petróleo offshore) afetem de forma maior o Para, o Para tem uma porcentagem maior de seu litoral protegido por Resex. A implementação das UCs já existentes nas Reentrâncias Maranhenses e Salgado Paraense e o planejamento da criação de novas áreas considerando a localização dos habitats prioritários para as aves limícolas migratórias são medidas que fortalecem as estratégias de conservação da biodiversidade na região. Adicionalmente no nível internacional, considerando a grande importância da região brasileira como sítio de invernada de aves migratórias neárticas