

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**

**Férias na Amazônia? Uso e seleção de hábitat de uma ave migratória, a andorinha-azul (*Progne subis*, Hirundinidae), durante o período de invernagem na Amazônia brasileira**

**MARIA PHAMELA BARBOSA COELHO**

**Manaus, AM**

**Dezembro/2020**

**MARIA PHAMELA BARBOSA COELHO**

**Férias na Amazônia? Uso e seleção de hábitat de uma ave migratória, a andorinha-azul (*Progne subis*, Hirundinidae), durante o período de invernagem na Amazônia brasileira**

**Dra. Cintia Cornelius**

**Orientadora**

**Dr. Kevin Fraser**

**Coorientador**

Dissertação apresentada a Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zoologia.

**Manaus, AM**

**Dezembro/2020**

## **BANCA AVALIADORA**

Dra. Thais Billalba (UFAM)

Dra. Juliana Hipólito (INPA)

Dra. Cintia Cornelius (UFAM)

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

C672f Coelho, Maria Phamaela Barbosa  
Férias na Amazônia? Uso e seleção de hábitat de uma ave migratória, a andorinha-azul (*Progne subis*, Hirundinidae), durante o período de invernagem na Amazônia brasileira / Maria Phamaela Barbosa Coelho . 2020  
47 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Cintia Cornelius  
Coorientador: Kevin Fraser  
Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Ecologia de Paisagem. 2. Uso e Seleção de Hábitat . 3. Área de Invernagem. 4. Aves Insetívoras Migratórias. 5. Conservação. I. Cornelius, Cintia. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

## DEDICATÓRIA

“À Emilie Snethlage e todas as mulheres cientistas  
que sabem como é difícil, ainda nos dias de hoje,  
a luta contra o machismo dentro da comunidade científica.  
Há espaço para todes, juntes somos melhores.”

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM), pela infraestrutura concedida, pela excelência em ensino, e por oferecer oportunidades incríveis dentro da academia. Por ter sido minha casa desde a graduação, onde cresci não apenas como cientista, mas como pessoa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas (FAPEAM), pela bolsa concedida, sendo esta imprescindível para o meu sustento dentro da minha profissão.

À minha orientadora, Professora Cintia Cornelius, peça fundamental para que eu chegasse até o final. Primeiramente por ter se disponibilizado a me orientar, mais tarde descobri que se não fosse por ela, eu estaria totalmente perdida. Obrigada por toda a contribuição, ideias, direcionamentos, apoio, confiança, compreensão, parceria e paciência durante essa jornada tão desafiadora para nós duas.

Ao meu coorientador, Professor Kevin Fraser, por toda a gentileza desde sempre. Por ter me proporcionado momentos únicos de aprendizado em campo, pelos dados cedidos, pelo incentivo, por me ouvir e acreditar em mim. Serei eternamente grata.

Aos meus colaboradores, Joe Siegrist, pela paciência e disposição em me ensinar as técnicas de campo, por ter me proporcionado a incrível experiência de conhecer o megadormitório de andorinhas-azuis, muito obrigada por tudo; e André Gonçalves, por ter aceitado o desafio de me ajudar com a parte de geoprocessamento, sem você eu não sei o que seria de mim, hahaha, MUITO OBRIGADAAA!!

Aos meus amigos do Laboratório de Biologia da Conservação (LABICO), do qual faço parte. Natasha, Gigi, Aline, Stefano, Lucas, Helena, Juliana e Milla, obrigada por todos os campos divertidos, pelas reuniões de terapia em grupo, pelas discussões de artigo. Foi muito bom ter conhecido e convivido com vocês nesses últimos três anos. Só desejo muita sanidade e sucesso na carreira de vocês!

À Fernanda Werneck, pelo acolhimento e por ter me cedido espaço na sala de alunos. Te admiro demais, obrigada!

Aos membros da banca de defesa de dissertação, por terem aceitado o convite e pelas valiosas considerações.

Aos professores, Marcelo Menin e Fabricio Baccaro, por ouvir e acreditar em mim durante o episódio de assédio sexual e moral no primeiro ano de mestrado. O apoio de vocês, como coordenação do Programa de Pós-Graduação, foi muito importante e fundamental para que eu não desistisse do mestrado. Muito obrigada.

À minha turma de mestrado por todos os momentos juntos, disciplinas, perrengues, conversas do intervalo etc., especialmente: Gabriel, Natasha, Nerynha e Tavaroca.

Aos meus amigos da salinha, Gaba, Alan e Lids. Sou muito grata por ter conhecido vocês. Vocês são incríveis. Obrigada pelo apoio de sempre. Amo vocês.

À Anaís, ex companheira de lab e amiga. Obrigada pela amizade, pelas conversas e apoio nos momentos difíceis.

Aos melhores amigos que a Biologia me deu, Sara, Tarci, Mag, Gab, Sheila, Lu, Carol, Lucas, Guga, Merkel e especialmente, Nerynha e Tavares. Obrigada por tudo, pela diversão, apoio, companheirismo, amizade. Os melhores momentos da minha vida são quase sempre ao lado de vocês, amo muito!

Aos meus outros grandes amigos da vida, Karol, Ian, Rafa, Yago, Eliza, Carola, Yasmin e Duda. Obrigada por tudo que vivemos, pela amizade segura e reconfortante que temos, por estarem sempre presentes apesar da distância. Que estejamos sempre juntos. Amo vocês!

À Gabi, por ser de longe uma das pessoas mais importantes durante essa fase. Por ter segurado a minha barra em todos os meus momentos de desespero, sendo paciente e compreensiva, me oferecendo conforto nos melhores abraços. Obrigada pela amizade, companheirismo, parceria e por ser

a melhor pessoa que eu precisava, nos momentos tristes e felizes. Você sempre esteve lá. Amo você demais.

À minha família e ao meu bebê, Sushi. Em especial, minha Mãe, Tia Joicy e Tio Jarbas. Que apesar de toda a dificuldade, sempre fizeram de tudo para que eu tivesse acesso à educação, sempre me incentivando a não desistir, me lembrando que a educação é um dos bens mais preciosos que podemos ter, mas que infelizmente, nem todos tem acesso e por isso, sou privilegiada em vários aspectos. Serei eternamente grata por tudo, obrigada por serem minha base. Amo vocês para sempre!

À todas as pessoas que me ajudaram direta ou indiretamente, cada pessoa, com cada ato de ajuda, suporte, foi importante. Meu muito obrigada!

Por fim, eu gostaria de agradecer a mim por não ter desistido, mesmo quando o momento foi propício.



“I’m alive in spite of me and I’m on the move”

Hayley Williams

“The planet has a funny way of stopping a fight.  
Mother nature’s dying,  
nobody’s keeping score.  
I don’t wanna live in a man’s world anymore”

Marina Diamandis

## RESUMO

A Amazônia brasileira, é parte da maior floresta tropical úmida do mundo e detentora da maior biodiversidade encontrada no planeta. Abriga não só espécies nativas, mas também espécies migratórias, como a andorinha-azul, *Progne subis*. Esta espécie faz parte do grupo de insetívoros aéreos migratórios com registros de declínios populacionais, cujos motivos não são bem entendidos. Apesar de serem bem estudadas quanto a sua área de reprodução, as andorinhas-azuis ainda não foram amplamente estudadas em sua área de invernagem. Por isso, neste trabalho buscamos entender de que forma as andorinhas-azuis tem usado a paisagem, se está ocorrendo seleção de diferentes tipos de hábitat e de que forma essas informações variam entre os períodos do dia e em duas escalas contrastantes. Para isso, utilizamos um conjunto de pontos de localizações de 33 indivíduos e funções de seleção de recursos implementados com modelos lineares generalizados. A partir disso, descrevemos um padrão de seleção de hábitat para as andorinhas, mostrando que há diferenças no uso e seleção entre o dia e a noite. Estes dados inéditos sobre utilização da paisagem pelas andorinhas-azuis, dão novos direcionamentos acerca do seu comportamento nas áreas de invernagem. Sendo estes, importantes para o entendimento e desenvolvimento de planos de conservação não só para esta espécie, mas para as aves insetívoras aéreas como um todo.

**Palavras-chave:** ave migratória, área de invernagem, uso e seleção de hábitat, ecologia de paisagem, conservação.

## **ABSTRACT**

The Brazilian Amazon Rainforest is part of the largest humid tropical forest in the world and it houses the greatest biodiversity found on the planet. It hosts not only native species, but also migratory species, such as the Purple Martin, *Progne subis*. This species is part of the group of migratory aerial insectivores that show marked population declines in the last decades, that are not yet fully understood. Despite being well studied in terms of their breeding area, they have not yet been studied in their wintering area. Therefore, in this study we seek to understand how the Purple Martin have used the landscape, whether different types of habitat are being selected and how the information varies between periods of the day, using two contrasting scales. For this, we used a set of points of 33 GPS localizations of individuals and Resource Selection Functions (RSF) implemented with Generalized Linear Models (GLM's). From this, we describe a pattern of habitat selection for swallows, showing that there are differences in use and selection between day and night. These unprecedented data on the use of the landscape by the Purple Martin, give new directions about their behavior in the wintering areas. These new perspectives are important for the understanding and development of conservation plans, not only for this species, but for aerial insectivorous birds.

**Keywords:** migratory bird, wintering area, use and habitat selection, landscape ecology, conservation.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
OBJETIVOS.....	15
MÉTODOS.....	15
Espécie focal .....	15
Área de Estudo .....	16
Base de dados e escalas de estudo .....	17
Geoprocessamento e caracterização da estrutura da paisagem.....	19
Análises .....	21
RESULTADOS.....	24
Uso de hábitat.....	24
Seleção de hábitat .....	26
DISCUSSÃO.....	33
CONCLUSÃO .....	38
REFERÊNCIAS .....	39
ANEXO 1 .....	45
ANEXO 2 .....	46

## INTRODUÇÃO

Todos os animais estão inseridos em um ambiente, onde vivem e interagem. Este ambiente possui características físicas, bióticas e/ou abióticas, e o podemos chamar de hábitat. Ou seja, um subconjunto de fatores ambientais necessários para que uma espécie sobreviva e se reproduza (BLOCK E BRENNAN, 1993; HUTTO, 1985). O estudo do hábitat, especialmente voltado para as aves, pode ser dividido em duas escalas diferentes. A escala em macrohábitat, como o próprio nome já diz, possui uma ampla visão, englobando a análise de regiões geográficas, paisagens e manchas. Enquanto que, em uma escala de microhábitat, a visão é mais específica, as análises são voltadas para uma mancha, uma árvore, ou até mesmo as folhas das árvores (BLOCK E BRENNAN, 1993).

A maneira pela qual as aves utilizam os componentes ambientais do hábitat é chamada de “uso do hábitat”. O uso do hábitat consiste em atos ou necessidades específicas de acordo com a espécie, como por exemplo, forrageamento, nidificação, descanso, entre outros (MORRISON *et al.*, 2012). Porém, as aves são capazes de distinguir os componentes físicos do hábitat, fazendo com que elas selecionem e tenham uma preferência por certos tipos de ambientes, resultando em um uso desproporcional destes componentes que irão afetar a sobrevivência, o sucesso reprodutivo de cada indivíduo, e conseqüentemente, da população. Este comportamento inato e aprendido é chamado de “seleção de hábitat” (BLOCK E BRENNAN, 1993).

A seleção e a preferência do hábitat não ocorrem de forma aleatória. Cada tipo de hábitat possui características que indicam sua qualidade, através do seu estado e capacidade de prover condições para a sobrevivência, reprodução e persistência da população. A seleção, somada às mudanças na qualidade do hábitat por ações antrópicas, pode estar associada com os declínios de diversas populações de aves (CORNELIUS, 2008; HINSLEY *et al.*, 2007; PEACH *et al.*, 2004). Principalmente após a publicação de estudos que sugerem que as aves nem sempre fazem escolhas de hábitat adaptativas, prejudicando a persistência das populações (BATTIN, 2004; SCHLAEPFER *et al.*, 2002; TITEUX *et al.*, 2020).

Aves migratórias neárticas são caracterizadas por terem origem no hemisfério norte, e invernarem no hemisfério sul. Estas aves, se reproduzem durante os meses de primavera e verão em locais de clima temperado da América do Norte, onde há poucos predadores de ninho e uma superabundância de alimento naquele determinado período. No entanto, passam os meses de inverno em lugares com clima mais quente na região tropical da América do Sul, onde há disponibilidade de alimento ao longo de todo o ano (RAPPOLE E MCDONALD, 1994; SUTHERLAND *et al.*, 2004). Nas últimas duas décadas, as aves migratórias neárticas, especialmente as insetívoras aéreas, começaram a sofrer súbitos declínios em suas populações (CEBALLOS *et al.*, 2015; KELLER E YAHNER, 2006; NEBEL *et al.*, 2010). Por conta deste cenário, as aves migratórias neárticas têm sido o maior foco na conservação de aves, em especial sobre o que acontece nas áreas onde passam o inverno (FRASER *et al.*, 2012; LOON *et al.*, 2017; MCKINNON *et al.*, 2013; STUTCHBURY *et al.*, 2009).

A persistência das populações das aves migratórias pode ser afetada pelos fatores que existem nos locais de reprodução, como disponibilidade de alimento, predação, competição e qualidade do hábitat. Mas também é afetada por aqueles fatores que afetam o sucesso da migração em si, que dependem das condições do hábitat de parada, ocorrência de tempestades, e a presença de obstáculos como torres de telefonia, estações eólicas, edifícios, agrotóxicos e patógenos (MOORE E ROTENBERRY, 2000; SANDERSON *et al.*, 2006; FAABORG *et al.*, 2007). Mas os fatores menos entendidos atualmente são os fatores relacionados aos desafios nas áreas não reprodutivas, de invernagem, onde o maior problema tem sido a fragmentação e perda de hábitat (DUNN *et al.*, 2014; FAABORG *et al.*, 2010).

De uma perspectiva conservacionista, as aves migratórias enfrentam o dobro de ameaças por se reproduzirem e invernarem em regiões geográficas diferentes, e durante a migração fazem paradas em áreas onde a antropização pode causar declínios nas populações (HOLMES, 2007). Por exemplo, durante o período de invernagem, andorinhas migratórias neárticas costumam descansar em fios, galpões, praças, e algumas cidades do Brasil começaram a sofrer prejuízos econômicos por conta das grandes aglomerações de andorinhas e a sujeira causada pelas fezes (SICK, 1994; relatos da população). Os moradores

das cidades e gestores, por sua vez, por falta de informação ou de medidas de manejo e conservação, acabam adotando medidas inadequadas para impedir o uso dessas áreas pelas andorinhas (SICK, 1994), o que pode ser um fator importante no declínio observado das populações de andorinhas migratórias.

Uma vez que espécies migratórias desempenham importantes funções no ecossistema, entender fatores que influenciam declínios populacionais é fundamental para garantir a persistência dessas espécies nas regiões tropicais onde invernam. Nas áreas de invernagem tropical, aves neárticas migratórias são conhecidas por serem polinizadores-chave, dispersores de sementes, e importantes predadores de insetos – no caso das insetívoras aéreas (BAEL *et al.*, 2008; MOONEY *et al.*, 2010). Assim, a perda dessas espécies pode acarretar um grande desequilíbrio para a cadeia trófica e para o ecossistema como um todo.

Uma das espécies de aves insetívoras aéreas e migratórias neárticas mais estudadas é a andorinha-azul, *Progne subis* (Hirundinidae). Estudos recentes apontam a Bacia Amazônica como principal região de invernagem para esta espécie. De todas as áreas utilizadas pelas andorinhas, apenas 16,7% estão em áreas protegidas, enquanto a maioria estão em áreas abertas e mais propensas a perturbações humanas (FRASER *et al.*, 2017).

Apesar de ser uma espécie relativamente bem estudada na sua área de reprodução, não há trabalhos mais detalhados sobre esta espécie nos locais de invernagem. Neste estudo utilizamos uma base de dados gerada por transmissores com um sistema de posicionamento global acoplado, colocados nas andorinhas nas áreas reprodutivas do hemisfério norte, que entrega informações inéditas sobre as áreas utilizadas por elas durante a invernagem na região amazônica. Aqui, pretendemos descrever as características da paisagem do macrohabitat utilizados pelos bandos de *Progne subis* durante o período de invernagem na Amazônia brasileira, em duas escalas espaciais contrastantes. Sendo o objetivo deste trabalho responder as seguintes perguntas 1) Quais são as características da paisagem das áreas utilizadas por *Progne subis* durante a invernagem nos período de dia e de noite?; e 2) Existe preferência por certos ambientes por parte das andorinhas, e essa preferência é diferente durante o dia

e a noite?. Estudos sobre a ecologia dessas populações durante o período de invernagem são importantes para preencher as lacunas acerca do assunto, além de contribuir para o entendimento sobre declínios populacionais, e para o desenvolvimento de ações de conservação.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo geral**

Descrever de que forma os bandos de *Progne subis*, utilizam e selecionam o hábitat na paisagem durante o período de invernagem na Amazônia brasileira.

### **Objetivos específicos**

1. Caracterizar a estrutura da paisagem das áreas utilizadas pelos bandos de *Progne subis* durante o período de dia e de noite, utilizando duas escalas espaciais;
2. Descrever os padrões de seleção de hábitat e verificar se a seleção é diferente durante o dia e a noite, em duas escalas espaciais.

## **MÉTODOS**

### **Espécie focal**

As andorinhas são conhecidas por serem grandes migradoras. A sua família, Hirundinidae, possui o maior número de representantes migratórios. Em suas migrações, andorinhas são capazes de percorrer milhares de quilômetros, indo de um continente a outro. As andorinhas costumam se aglomerar em grandes bandos durante as migrações, inclusive à noite em dormitórios compostos de até milhares de indivíduos de uma ou mais espécies (SICK, 1997; BROWN E TAROF, 2013). Durante o dia, também costumam alimentar-se juntas durante o voo. Sua dieta é insetívora, aproveitando as revoadas de cupins e efemerópteras, mas também se alimentam de outros insetos como moscas, formigas, libélulas, entre outros (SICK, 1997).

A andorinha-azul, *Progne subis*, é a maior (20cm, 55g) e mais popular andorinha da América do Norte, comumente chamada de “Purple Martin” (Fig.



1). Esta espécie possui asas longas e afiadas, cauda curta e bifurcada; tais características morfológicas conferem aos indivíduos rapidez e agilidade em voo, uma vez que se alimentam durante o voo. O macho adulto possui uma coloração azul-escuro iridescente uniforme, enquanto as fêmeas e os indivíduos jovens são menos brilhantes, têm a cabeça e o peito de cor cinza, com a barriga esbranquiçada (SICK, 1997; NILES *et al.*, 1972).

Estas andorinhas se reproduzem na América do Norte, e são caracterizados por serem aninhadores de cavidades secundárias, ou seja, dependem de cavidades existentes, que geralmente se formam em árvores antigas por conta de troncos e galhos em processo de decomposição devido a fatores ambientais, ou cavidades feitas e abandonadas por outros animais. Originalmente, na época de reprodução, as andorinhas-azuis utilizavam as cavidades pré-existent nas árvores, cavidades em cactos saguaro, ou as cavidades presentes em formações rochosas. Porém, os povos tradicionais começaram a oferecer cavidades feitas com cabaças secas e ocas, somado a isso, a crescente perda de hábitat e conseqüentemente das cavidades naturais, as andorinhas-azuis passaram por uma mudança de comportamento. Atualmente grande parte da população não utiliza mais cavidades naturais, e dependem das cavidades oferecidas pelos humanos, bem perto das cidades (KAUFMAN, 2001; BROWN E TAROF, 2013).

Sua área de distribuição reprodutiva compreende os países do Canadá, México e Estados Unidos. O período de reprodução é durante a primavera e o verão boreal, de março a agosto. A invernagem acontece durante o outono e inverno, de setembro a fevereiro, e é quando as andorinhas-azuis empreendem sua viagem às áreas de não reprodução/invernagem. Há alguns anos, a Amazônia não era tratada como uma área de invernagem e sim apenas como uma área de passagem, mas estudos recentes (FRASER *et al.*, 2017) mostram a Amazônia como um grande foco de invernagem para esta espécie.

### **Área de Estudo**

Para caracterizar o uso de hábitat na área de invernagem de *P. subis*, delimitamos nossa área de estudo à Amazônia brasileira, parte da maior floresta

tropical úmida do mundo. Cerca de 60% da floresta Amazônica encontra-se em território brasileiro, distribuída pelos estados do Acre, Amazonas, Roraima, Pará, Amapá, Rondônia, Mato Grosso, Tocantins e mais da metade do Maranhão.

A floresta Amazônica é caracterizada por ser latifoliada e úmida, com árvores altas e copas largas, porém, longe de ter uma estrutura homogênea. A heterogeneidade da região faz com que o ambiente seja subdividido em floresta de terra firme (floresta não alagada), floresta alagada (igapó e várzea), florestas e formações vegetacionais abertas que crescem sobre solos de areia conhecidas como campinaranas e campinas, respectivamente (DUCK E BLACK, 1954; ADENEY *et al.*, 2016). Devido ao seu histórico geológico, características ecológicas e climáticas, a Amazônia – e consequentemente, a Amazônia brasileira – é detentora da maior biodiversidade encontrada no planeta (ANTONELLI *et al.*, 2018; HOORN *et al.*, 2010).

Além de uma vasta floresta, a região da Amazônia conta com sete estados e parte do estado do Maranhão. Tendo como maiores e principais cidades, que possuem uma população superior a um milhão de habitantes, apenas Manaus, capital do Amazonas e Belém, capital do Pará. Enquanto as demais cidades são muito menores, a maioria tendo menos de 300 mil habitantes (IBGE, 2019). As cidades situadas na Amazônia, geralmente, estão localizadas nas margens dos rios que são a principal via de acesso à estas. Com a colonização, consequentemente, há também grandes índices de desmatamento e perda de habitat, principalmente nas proximidades dos centros urbanos (INPE, 2020).

### **Base de dados e escalas de estudo**

A base de dados utilizada neste estudo corresponde a um conjunto de pontos de localizações de 33 indivíduos de *P. subis* durante a invernagem, contendo informação de coordenada geográfica, data e hora. Estes dados foram obtidos através de unidades de rastreamento GPS (PinPoint 10, 1,1g, Lotek Wireless), os quais foram colocados nas andorinhas utilizando um arnês de mochila leg-loop, feito com fita Teflon (STUTCHBURY *et al.*, 2009), em suas respectivas áreas de reprodução no Canadá e Estados Unidos. Os dados de localização são referentes às temporadas de invernagem do ano de 2014, 2015,

2016 e 2017, a frequência do registro de localização se dava a cada 15 dias, no período matutino e noturno. Esta base de dados foi cedida pelo Dr. Kevin Fraser (Universidade de Winnipeg, Canadá).

A partir destes dados, fizemos uma filtragem dos pontos que estão localizados na Amazônia brasileira utilizando uma camada vetorial da Amazônia brasileira e o programa ArcMap (v 10.2.2), totalizando 146 pontos de localização. Para classificarmos estes pontos em diurnos (D) e noturnos (N), utilizamos a hora local registrada pelo próprio aparelho de GPS, após conferirmos a hora do nascer e pôr do sol para cada localização e de acordo com cada data específica. Para a caracterização das áreas utilizadas pelas andorinhas, trabalhamos com duas escalas, que são projetadas em forma de círculos com centro no ponto de localização que chamamos de *buffer*. Os *buffers* possuem um raio de 5 e 50 km, respectivamente, centrados no ponto de localização. Escolhemos essas escalas a partir de dados de movimentação diária dos indivíduos uma vez que a maioria dos deslocamentos diários eram de no máximo 5km. Porém, devido à alguns movimentos diários serem mais extensos, utilizamos uma segunda escala de análise de 50 km. Uma vez definidas as escalas e para garantir que houvesse independência espacial entre os pontos, selecionamos ao acaso pontos com uma distância mínima entre eles de 10 km, resultando em 61 pontos para a escala de 5km. Para a escala de 50 km, selecionamos ao acaso pontos com uma distância mínima entre si de 100 km, resultando em 34 pontos para a escala de 50km. Assim, garantindo as distâncias entre pontos, e com base no conhecimento das características de movimentações diárias das andorinhas, os pontos selecionados representam eventos independentes de escolha de hábitat.

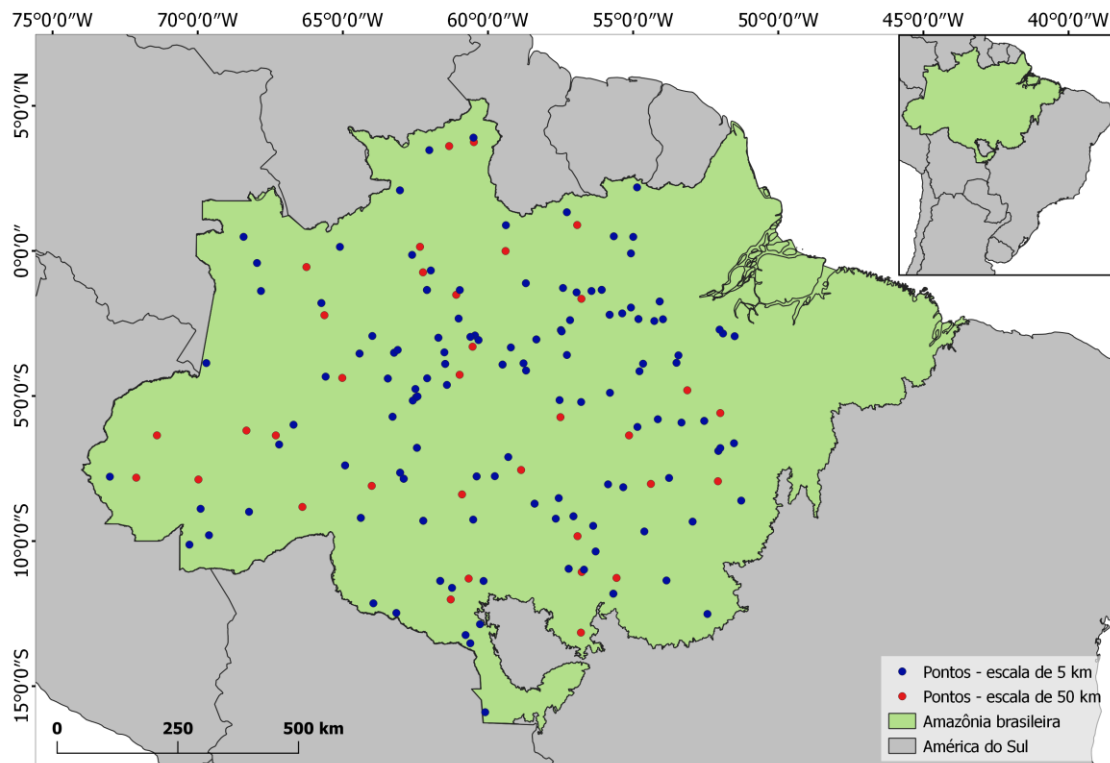


Figura 1. Área de amostragem e distribuição dos pontos.

### Geoprocessamento e caracterização da estrutura da paisagem

Para obtermos as informações de cobertura de solo associadas aos pontos de localização das andorinhas, utilizamos ferramentas de geoprocessamento e o programa ArcMap da Esri, versão 10.2.2. Para nossas análises, combinamos a informação de dois mapas categóricos de cobertura de solo em formato raster, o mapa obtido da plataforma MAPBIOMAS (Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil) para o bioma Amazônia (2017), e o mapa de áreas alagadas que inclui os diferentes tipos de vegetação alagada e estado de inundação de toda a bacia amazônica (HESS *et al.*, 2015). Para unir as informações dos dois mapas, utilizamos uma série de ferramentas no programa ArcMap (v 10.2.2). Primeiramente, utilizamos a ferramenta *Resample*, para alterar o conjunto de dados raster do mapa de áreas alagadas, fazendo com que os tamanhos dos pixels fossem iguais aos do MAPBIOMAS (30 m); após essa padronização, usamos a ferramenta *Plus*, que soma os valores de dois rasters, tornando-o um único valor. Como produto desta

soma, obtivemos um raster com uma resolução de 30m com todas as informações necessárias. Este processo de soma dos rasters foi necessária porque não é possível diferenciar floresta alagável e floresta não alagável no mapa obtido no MAPBIOMAS e no mapa de áreas alagáveis os diferentes tipos de uso de solo antrópico não estão diferenciados. Nosso mapa final de cobertura de hábitat permitiu uma análise mais refinada (com resolução espacial de 30 m) e atualizada (coberturas de 2012 para as áreas alagadas e 2017 para as demais coberturas de solo) quando comparada à realizada anteriormente por Fraser *et al.* (2017) que utilizou o mapa de cobertura de vegetação para América do Sul de Eva *et al.* (2002) com resolução de 1 km e coberturas dos anos 1999 – 2001.

Após este processo, ainda usando o programa de geoprocessamento digital ArcMap, fizemos os buffers de 5 e 50 km centrados nos pontos selecionados para cada escala que representam uma área de 157 km<sup>2</sup> e 15.700 km<sup>2</sup> respectivamente. Usamos a ferramenta *Reclassify*, de acordo com os valores do MAPBIOMAS para as coberturas de floresta e uso do solo, e para as áreas alagáveis adicionamos valores novos. Feito isto, calculamos os valores de área (km<sup>2</sup>) para cada classe de cobertura dentro de cada buffer: floresta não alagável (**flo**), pastagem e agricultura (**pagr**), floresta alagável (**alag**), e água (**agua**).

Para calcular a distância (m) de cada ponto à cidade mais próxima (**dist\_cid**), utilizamos a camada vetorial de capitais dos municípios, disponível no banco de dados do IBGE, e usamos a ferramenta *Generate near table*, que calcula a distância geodésica de um ponto a outro mais próximo. Para o cálculo da distância (m) de cada ponto ao rio mais próximo (**dist\_rio**), também usamos uma camada vetorial para rios e linhas centrais do lago da base de dados *Natural Earth*, e a ferramenta *distGeo*, presente no pacote *Geosphere* (KARNEY, 2013) no programa R, versão 3.6.2.

Para a análise de seleção de hábitat (i.e., preferência por certos tipos de vegetação ou ambiente, ver o próximo tópico), geramos a mesma quantidade de pontos aleatórios - 61 pontos para a escala de 5km e 34 pontos para a escala de 50km - utilizando o programa ArcMap, com a ferramenta *create random points*, usando a delimitação do raster, e respeitando os critérios de independência

espacial. Calculamos as mesmas áreas de cobertura de solo dentro dos buffers e distâncias para os pontos aleatórios. Tendo os dois conjuntos de dados (pontos usados e pontos aleatórios), podemos comparar as características das áreas usadas em relação as características dos pontos aleatórios (i.e., não usados que representam a disponibilidade).

## **Análises**

Para analisar de que forma os bandos fazem uso do hábitat, descrevemos as áreas usadas quanto a porcentagem de cada cobertura de solo nas duas escalas de estudo (5km e 50 km). Para este primeiro objetivo descritivo, fizemos também um Teste G de independência (GOTELLI E ELLISON, 2004), comparando se a proporção de uso dos diferentes ambientes é diferente entre o dia (D) e a noite (N). Para comparar as distâncias médias às cidades e rios durante o dia e a noite, usamos um modelo linear com a função  $\ln$  e com transformação  $\ln$  (logaritmo niperiano) das distâncias.

Para verificar se existe seleção de hábitat, utilizamos funções de seleção de recursos (MICHELOT *et al.*, 2019) implementados com Modelos Lineares Generalizados (GLM), usando a função *glm*, com variável resposta binária, *logit link*, presente no pacote *stats*. A variável resposta binária indica se o ponto é um ponto utilizado ou gerado aleatoriamente (i.e não utilizado, mas disponível). Como variáveis preditoras, usamos as quantidades de coberturas de solo nos buffers e as distâncias aos rios e cidades dos pontos utilizados e dos pontos gerados aleatoriamente. Quando o uso é proporcional à disponibilidade não existe seleção, do contrário, quando o uso é maior que a disponibilidade existe seleção para esse determinado tipo de ambiente.

Em um primeiro momento, criamos então um conjunto de modelos para cada variável preditora para testar se existe seleção dessa variável, ou seja, se o uso dessa variável é diferente do esperado ao acaso, e se a seleção é diferente durante o período de dia ou de noite (Tabela 1). Os modelos simples testam se o uso de hábitat é diferente do esperado ao acaso e se ocorre independentemente do período (uso ~ variável de habitat); quanto que os modelos aditivos (uso ~ variável de habitat + período) testam se o uso é diferente

que o esperado ao acaso é maior ou menor durante o dia ou a noite; e os modelos com interação (uso ~ variável de habitat + período + variável de habitat \* período) testam se o uso de habitat é diferente do esperado ao acaso e se varia ao longo do gradiente da variável de habitat entre o dia e a noite, e por fim o modelo constante (uso ~1) testa se o uso não é diferente do esperado ao acaso, ou seja nesse caso não existe seleção. Cada conjunto de modelos (para a escala de 5 km e 50 km) foi contrastado e o melhor modelo foi selecionado de acordo com a estatística *Akaike Information Criterion* (AIC) ajustado para amostras pequenas (AICc). Usamos como critério de escolha discreta e parcimoniosa os modelos com  $\Delta AICc \leq 2,0$  para inferir conclusões sobre a seleção de hábitat (COELHO *et al.*, 2019; BURNHAM E ANDERSON, 2002), e utilizamos o valor de  $w_i$  (peso do modelo) como um indicador de força de evidência de cada modelo.

Em um segundo momento, para determinar se uma ou mais variáveis de hábitat são mais fortemente seleccionadas que outras, contrastamos um conjunto de modelos em que o modelo global inclui todas as variáveis de hábitat e interações com o período enquanto que os demais modelos mais simples incluem diferentes combinações das variáveis e interações com o período (ver Anexo 1). Utilizamos a mesma abordagem de seleção com base no critério de Akaike (AICc), mas neste caso contrastamos dois conjuntos de modelos, um para cada escala (5km e 50km). Testamos a correlação entre as variáveis preditoras para o conjunto de dados de 5 km e 50 km, utilizando o teste de correlação de Pearson sendo que todas as variáveis estão correlacionadas com um coeficiente  $< 0,7$  (ver matrizes de correlação no Anexo 2). Todas as análises foram feitas no programa R, versão 3.6.2, com os pacotes *bbmle*, *stats* e *corrplot*.

Tabela 1. Conjuntos de modelos contrastados para cada variável de cobertura de solo e distância aos rios e cidades mais próximas. Estes conjuntos de modelos foram testados para a escala de 5 km e 50 km.

Variável	Combinação de variáveis	Tipo de modelo
Floresta não alagável	uso~flo	Simples
	uso~flo+periodo	Aditivo
	uso~flo+perido + flo*periodo	Interação
	uso~1	Constante
Pastagem e agricultura	uso~pagr	Simples
	uso~pagr+periodo	Aditivo
	uso~ pagr+periodo + pagr*periodo	Interação
	uso~1	Constante
Água	uso~agua	Simples
	uso~agua+periodo	Aditivo
	uso~ agua+periodo + agua*periodo	Interação
	uso~1	Constante
Floresta Alagável	uso~alag	Simples
	uso~alag+periodo	Aditivo
	uso~ alag+periodo + alag*periodo	Interação
	uso~1	Constante
Rios	uso~distrio	Simples
	uso~distrio+periodo	Aditivo
	uso~distrio+periodo + distrio*periodo	Interação
	uso~1	Constante
Cidades	uso~distcid	Simples
	uso~distcid+periodo	Aditivo
	uso~ distcid+periodo + distcid*periodo	Interação
	uso~1	Constante



## RESULTADOS

### Uso de hábitat

Na escala de 5km as áreas utilizadas pelas andorinhas em média estão compostas por  $44,1\% \pm 0,04$  de cobertura de floresta não alagável,  $4,4\% \pm 0,01$  de cobertura de pastagem e agricultura,  $28\% \pm 0,03$  de cobertura de água e  $23,5\% \pm 0,02$  de cobertura de floresta alagável, (Figura 2-A). Para a escala de 50 km a área está composta por um  $60,9\% \pm 0,03$  de cobertura de floresta não alagável,  $12,3\% \pm 0,03$  de cobertura de pastagem e agricultura,  $8,2\% \pm 0,01$  de cobertura de água e  $18,58\% \pm 0,03$  de cobertura de floresta alagável, (Figura 2-B).

Para ambas as escalas, houve diferença nas proporções de uso das diferentes coberturas, entre o dia e a noite para 5 km ( $G = 945,7$   $p < 0,001$ ) e 50 km ( $G = 10552$   $p < 0,001$ ), indicando um padrão de uso de hábitat diferente entre o dia e a noite com áreas de uso noturno com uma maior proporção de água que durante o dia na escala de 5 km, e na escala de 50 km com uma maior proporção de floresta não alagada durante a noite (Figura 2-A, 2-B).

A distância aos rios dos pontos utilizados foi em média  $21,11$  km  $\pm 3,68$  para a escala de 5 km, (Figura 3-A) e  $19,05$  km  $\pm 4,66$  para a escala de 50 km, (Figura 3-B), e foi similar durante o dia e a noite em ambas escalas ( $F = 0,482$   $p = 0,49$  e  $F = 0,021$   $p = 0,89$ , respectivamente). A distância às cidades foi em média  $48,48$  km  $\pm 3,67$  para o conjunto de pontos da escala de 5 km (Figura 3-A) e  $50,07$  km  $\pm 5,38$  para o conjunto de pontos da escala de 50 km (Figura 3-B), também sendo similar durante o dia e a noite para ambos conjuntos de pontos ( $F = 0,152$   $p = 0,68$  e  $F = 0,061$   $p = 0,81$ , respectivamente).

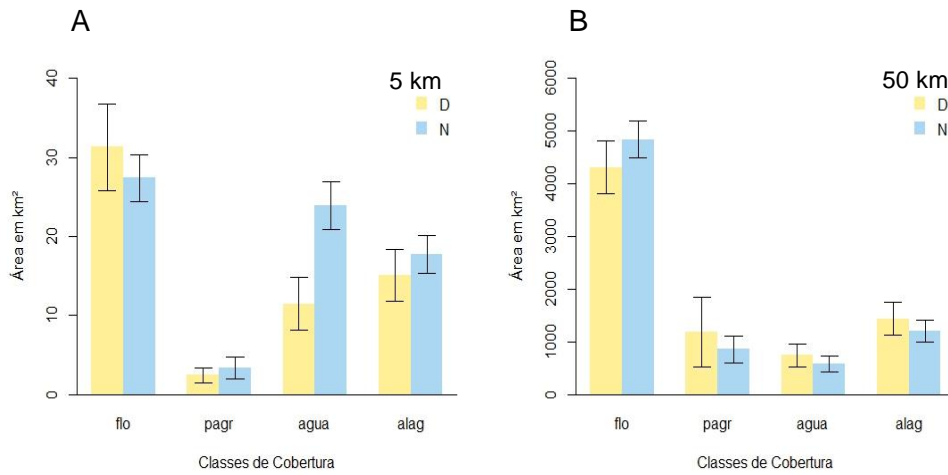


Figura 2. Média e erro padrão da área em km<sup>2</sup> de cobertura para cada classe de cobertura (flo: floresta não alagável, pagr: pastagem e agricultura, água: rios e lagos, alag: floresta alagável), durante o dia e a noite e para a escala de 5 km (A) e 50 km (B).

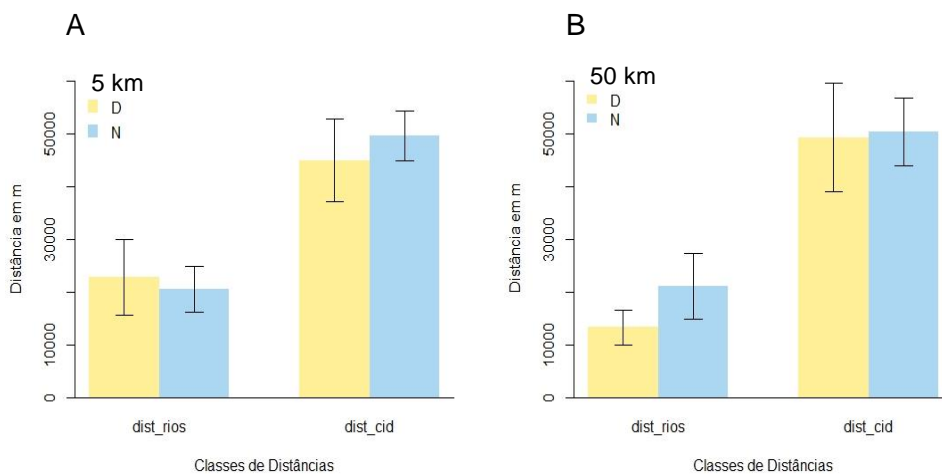


Figura 3. Média e erro padrão da distância em metros aos rios (dist\_rios) e a cidades (dist\_cid) durante o dia e a noite para a escala de 5 km (A) e 50 km (B).

## Seleção de hábitat

As Figuras 4 e 5 representam o melhor modelo selecionado dentre os modelos candidatos para cada variável de hábitat, e mostram se o uso de um determinado ambiente é diferente do esperado ao acaso, e se sim, como muda a probabilidade de uso do ambiente ao longo do gradiente de sua cobertura ou distância, ou seja, se está ou não e como está ocorrendo a seleção desses ambientes pelas andorinhas.

Com relação ao uso da floresta não alagável, na escala de 5 km, três modelos foram selecionados dentre o subconjunto de modelos candidatos, mas os três com peso ( $w_i$ ) relativamente baixo (Tabela 1). O melhor modelo foi o modelo com um efeito aditivo da cobertura de floresta não alagável e o período ( $w_i = 0,48$ ), indicando uma menor probabilidade de uso conforme aumenta a cobertura de floresta não alagável, mas com uma maior probabilidade de uso da floresta não alagável durante a noite (Figura 4-A). Para a escala de 50 km (Figura 4-B), o resultado foi similar, mas com apenas um modelo selecionado, com maior força de evidência para o modelo ( $w_i = 0,75$ ) também com efeito aditivo entre a cobertura da floresta e o período. Ou seja, para ambas escalas está ocorrendo seleção de áreas com menos cobertura de floresta não alagável e, o período está influenciando na seleção de hábitat (Figuras 4-A e 4-B), o que indica que durante a noite, as andorinhas usam áreas com mais cobertura de floresta não alagável do que durante o dia.

Para a pastagem e agricultura na escala de 5 km, apesar do modelo aditivo ter sido selecionado (Tabela 2), o modelo constante também está entre os modelos selecionados, indicando ausência de seleção ou preferência por este ambiente nesta escala (Figura 4-C). Já para a escala de 50 km, dois modelos foram selecionados (Tabela 2). O melhor modelo ( $w_i = 0,5811$ ) foi o modelo com um efeito aditivo entre a cobertura de agricultura e pastagem e o período, indicando que quanto maior a cobertura de pastagem e agricultura, maior é a probabilidade de uso por parte das andorinhas com uma maior probabilidade de uso de áreas com cobertura antrópicas durante a noite (Figura 4-D).

Para a floresta alagável, em ambas as escalas, apenas um modelo foi selecionado com relativamente alta força de evidência (5 km,  $w_i = 0,7$ ; 50 km,  $w_i$

= 0,8259) (Tabela 2). Em ambos os casos o melhor modelo foi o modelo que apresenta uma interação entre a cobertura de floresta alagável e o período. A probabilidade de uso aumenta com o aumento da cobertura de floresta alagável além de que, durante a noite, a probabilidade de uso de áreas com cobertura de floresta alagável é maior, mas a diferença entre o dia e a noite varia ao longo do gradiente de cobertura. Na escala de 5 km durante a noite há maior probabilidade de uso de locais com coberturas intermediárias (Figura 4-E), e na escala de 50 km, durante a noite há maior probabilidade de uso de áreas com pouca cobertura de florestas alagáveis, mas locais com alta cobertura tem alta probabilidade de uso e a mesma probabilidade de uso tanto de dia como de noite (Figura 4-E e 4-F).

Quanto à cobertura de água, na escala de 5 km, dois modelos foram selecionados (Tabela 2). O melhor modelo ( $w_i = 0,59$ ) é o modelo simples que indica apenas um efeito da cobertura de água, sem efeito do período. Ou seja, existe uma alta probabilidade de uso nas áreas com maior cobertura de água, sem diferenças na seleção durante o dia e a noite (Figura 4-G). Já na escala de 50 km, apenas um modelo foi selecionado com alta força de evidência ( $w_i = 0,912$ ). O melhor modelo foi o modelo com um efeito de interação entre a cobertura de água e o período (Tabela 2). Durante o dia a probabilidade de uso aumenta com o aumento da quantidade de cobertura água; já durante a noite esta relação é negativa, ou seja, a probabilidade de uso diminui com o aumento da quantidade de água (Figura 4-H).

Quanto a distância dos pontos utilizados ao rio mais próximo, para ambas as escalas, apenas um modelo foi selecionado (Tabela 3). Para a escala de 5 km, o melhor modelo foi o com um efeito aditivo entre a distância ao rio e o período ( $w_i = 0,58$ ), indicando que, quanto mais distante de algum rio, menor é a probabilidade de uso, além de que durante a noite é mais provável que as andorinhas utilizem locais mais afastados dos rios (Figura 5-A). Para a escala de 50 km, o melhor modelo foi o com efeito de interação entre a distância ao rio e o período ( $w_i = 0,7316$ ). A probabilidade de uso de uma área diminui quanto mais longe do rio, e a noite, o efeito é um pouco mais forte do que durante o dia, porém nesta escala as diferenças de probabilidade de uso durante a noite é muito pequena (Figura 5-B).

E por fim, para a distância dos pontos utilizados à cidade mais próxima para a escala de 5 km dois modelos foram selecionados (Tabela 3). O melhor modelo ( $w_i = 0,6$ ) é o modelo com um efeito aditivo entre a distância à cidade e o período. Para a escala de 50 km (Tabela 3), foram selecionados dois modelos sendo também o melhor ( $w_i = 0,68$ ), o modelo com um efeito aditivo entre a distância à cidade e o período (Figura 5-D). Em ambas as escalas a probabilidade de uso aumenta com a proximidade das cidades sendo maior a probabilidade de uso dos locais próximos as cidades durante a noite (Figura 5-C e 5-D).

Quanto a importância relativa das variáveis para a escala de 5 km, quatro modelos foram selecionados, porém todos com baixa força de evidência ( $w_i < 0,3$ , Tabela 4). Sendo o melhor, o modelo simples com um efeito positivo da cobertura de água sobre a probabilidade de uso sem efeito do período ( $w_i = 0,26$ ). Mas o segundo melhor modelo selecionado, com peso similar ( $w_i = 0,23$ ), indica um efeito conjunto de todas as variáveis de hábitat (exceto a variável distância aos rios) sobre a probabilidade de uso. Para a escala de 50 km, apenas um modelo com maior força de evidência ( $w_i = 0,52$ ) foi selecionado (Tabela 4), indicando que nesta escala a variável mais importante na probabilidade de uso é a distância aos rios, sendo que a probabilidade de uso diminui com o aumento da distância aos rios.

Tabela 2: Resultado da seleção de modelos avaliando a seleção de hábitat das classes de cobertura (em km<sup>2</sup>) de Floresta não alagável (flo); Pastagem e agricultura (pagr); Floresta alagável (alag) e Água (agua) sobre a ocorrência (obs) dos pontos em cada hábitat. Apenas os modelos com  $\Delta AICc < 2$  foram considerados como melhores modelos.

Classes de cobertura	Modelo	5km				Modelo	50 km			
		AICc	$\Delta AICc$	k	$w_i$		AICc	$\Delta AICc$	k	$w_i$
Flo	Aditivo	108,8	0	3	0,48	Aditivo	83,5	0	3	0,7514
	Simples	109,5	0,7	2	0,34	Interação	85,8	2,3	4	0,2377
	Interação	110,7	1,9	4	0,18	Simples	92,2	8,7	2	0,0096
	Constante	171,2	62,3	1	<0,001	Constante	96,3	12,8	1	0,0012
Pagr	Aditivo	170,1	0	3	0,450	Aditivo	88,8	0	3	0,5811
	Constante	171,2	1,1	1	0,263	Interação	89,6	0,8	4	0,3993
	Interação	171,8	1,7	4	0,192	Constante	96,3	7,5	1	0,0134
	Simples	173,2	3,1	2	0,095	Simples	97,6	9,1	2	0,0062
Alag	Interação	122,7	0	4	0,7	Interação	83,9	0	4	0,8259
	Aditivo	125,4	2,7	3	0,18	Aditivo	87,1	3,2	3	0,1658
	Simples	126,2	3,5	2	0,12	Simples	93,5	9,6	2	0,0068
	Constante	171,2	48,5	1	<0,001	Constante	96,3	12,5	1	0,0016
Água	Simples	65,2	0	2	0,59	Interação	72,4	0	4	0,9142
	Aditivo	66,7	1,5	3	0,28	Aditivo	77,2	4,8	3	0,082
	Interação	68,2	3	4	0,13	Simples	83,4	11	2	0,0038
	Constante	171,2	106	1	<0,001	Constante	96,3	24	1	<0,001

AICc: critério de informação de Akaike;  $\Delta AICc$ : ajustado com relação ao melhor modelo; k: número de parâmetros;  $w_i$ : peso normalizado do modelo.

Tabela 3: Resultado da seleção de modelos avaliando a seleção de hábitat das distâncias do ponto ao rio (dist\_rio); do ponto à cidade (dist\_cid) sobre a ocorrência (obs) dos pontos em cada hábitat. Apenas os modelos com  $\Delta AICc < 2$  foram considerados como melhores modelos.

Classes de distância	Modelo	5km				Modelo	50 km			
		AICc	$\Delta AICc$	k	$w_i$		AICc	$\Delta AICc$	k	$w_i$
Dist_rio	Aditivo	144,5	0	3	0,58	Interação	69,4	0	4	0,7316
	Simples	146,5	2	2	0,21	Aditivo	71,4	2	3	0,2656
	Interação	146,6	2,1	4	0,20	Simples	80,5	11,1	2	0,0028
	Constante	171,2	26,7	1	<0,001	Constante	96,3	27	1	<0,001
Dist_cid	Aditivo	143,7	0	3	0,6	Aditivo	78,2	0	3	0,6835
	Interativo	145,6	1,8	4	0,24	Interativo	79,8	1,6	4	0,3091
	Simples	146,4	2,6	2	0,16	Simples	87,3	9,1	2	0,0074
	Constante	171,2	27,4	1	<0,001	Constante	96,3	18,1	1	<0,001

AICc: critério de informação de Akaike;  $\Delta AICc$ : ajustado com relação ao melhor modelo; k: número de parâmetros;  $w_i$ : peso normalizado do modelo.

Tabela 4: Resultado da seleção de modelos avaliando a seleção de hábitat incorporando todas as variáveis preditoras (modelo global) e contrastando com modelos com diferentes combinações das variáveis (ver Anexo 1). Cobertura em km<sup>2</sup> de floresta não alagável (flo); pastagem e agricultura (pagr); floresta alagável (alag), água (agua), distância aos rios (dist\_rios), distância às cidades (dist\_cid) e período dia ou noite (período). Apenas os modelos com  $\Delta AICc < 2$  foram considerados como melhores modelos e estão apresentados aqui.

Modelos para a escala de 5 km	AICc	$\Delta AICc$	k	$w_i$
Uso ~ agua	65,2	0	2	0,26
Uso ~ agua + alag + flo + pagr + dist_cid	65,4	0,2	6	0,24
Uso ~ agua + alag + flo + pagr	66,4	1,2	5	0,14
Uso ~ agua + período	66,6	1,5	3	0,127
Modelos para a escala de 50 km	AICc	$\Delta AICc$	k	$w_i$
Uso ~ dist_rios + período + dist_rios * período	69,2	0	4	0,53

AICc: critério de informação de Akaike;  $\Delta AICc$ : ajustado com relação ao melhor modelo; k: número de parâmetros;  $w_i$ : peso normalizado do modelo.

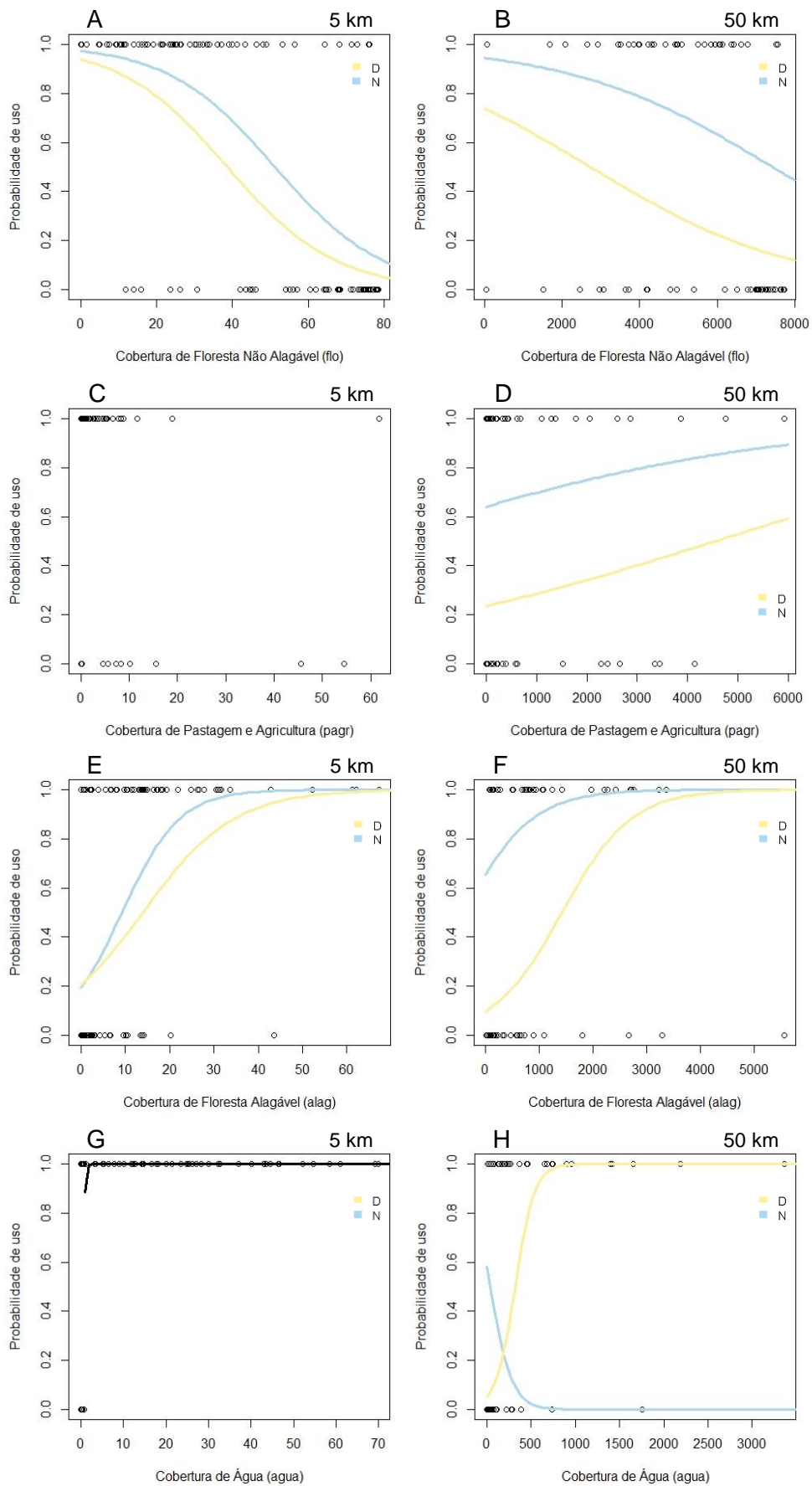


Figura 4. Relação entre a probabilidade de uso por parte de indivíduos de *P. subis* e cobertura de (A) floresta não alagável (flo), (B) pastagem e agricultura (pagr), (C) floresta alagável (alag) e (D) água (agua) em km<sup>2</sup> para ambas as escalas de 5 km (coluna esquerda) e 50 km (coluna direita). 31



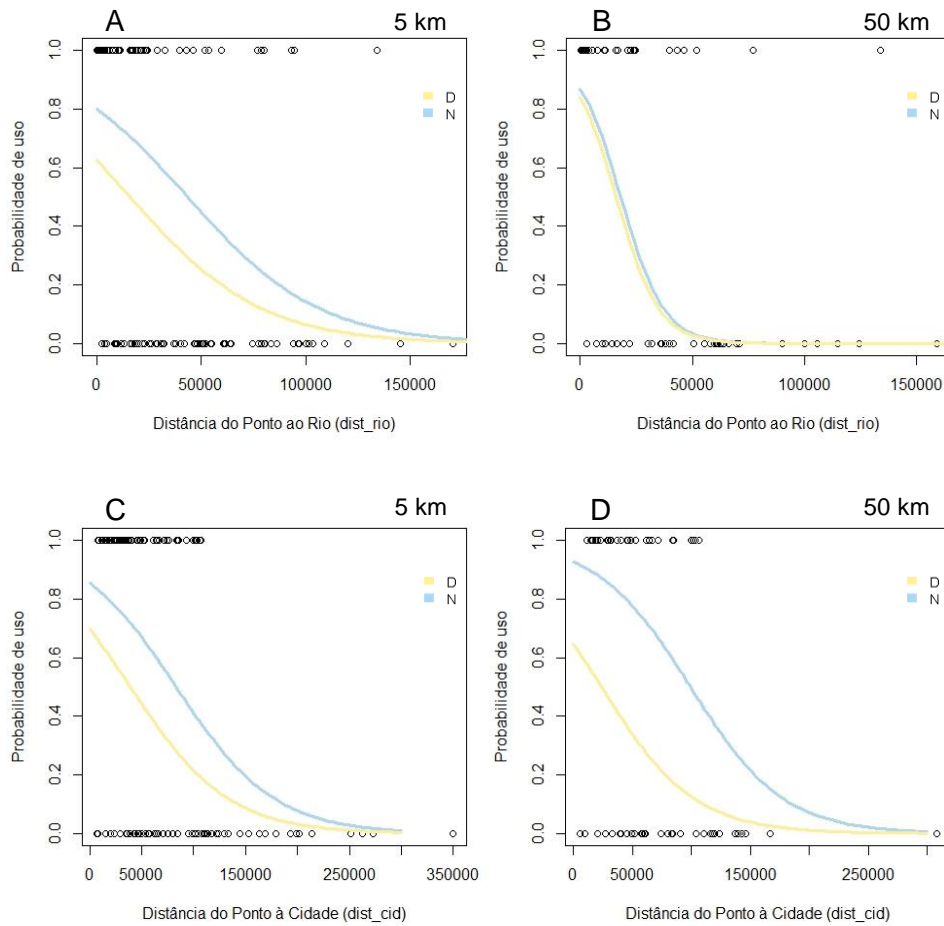


Figura 5. Relação entre a probabilidade de uso por parte de indivíduos de *P. subis* e distância do (E) ponto ao rio (dist\_rio) e (F) do ponto à cidade (dist\_cid) em km<sup>2</sup> para ambas as escalas de 5 km (coluna esquerda) e 50 km (coluna direita).

## DISCUSSÃO

Em um estudo recente de Fraser *et al.* (2017), infere-se que as andorinhas-azuis não estão em áreas de floresta contínua (não alagáveis), além de preferirem áreas com ilhas, próximas ou no meio do rio, e apenas 17% das áreas de descanso noturno estão em áreas protegidas. Em nosso estudo, os padrões de seleção para locais com maior cobertura de água no período de internada na Amazônia são também consistentes. Além de que, utilizando uma abordagem quantitativa, com maior resolução espacial, com mapas de cobertura mais recentes, nossos dados mostram que as andorinhas-azuis possuem padrões de seleção de habitat que diferem durante o dia e a noite, e que também podem variar de acordo com a escala de análise.

No geral, nas escalas analisadas aqui, as áreas utilizadas pelas andorinhas-azuis estão compostas em maioria por cobertura de floresta não alagada (i.e., floresta de terra firme), com relativamente pouca cobertura de áreas desmatadas (pastagem e agricultura <15%). Porém, a cobertura de água e floresta alagável, juntas ocupam a metade da área total na escala de 5 km, sendo que na escala de 50 km, somente cerca de 30% está ocupado por cobertura de água e floresta alagável. Isto pode estar refletindo dois aspectos, o primeiro é a questão da área entre as duas escalas, na qual a escala de 50 km vai englobar uma área de cobertura de floresta muito maior do que em comparação com a escala de 5 km. O que nos leva ao segundo ponto, que é sobre o padrão de cobertura da Amazônia, uma vez que apenas 14% da área da Amazônia Central é coberta por água ou por áreas que são sazonalmente alagadas (HESS *et al.*, 2015). Em relação às distâncias, as áreas utilizadas estão mais próximas aos rios do que em relação às cidades, não sendo diferentes as distâncias entre o dia e a noite, mas há diferença na proporção de uso das coberturas entre o dia e a noite. Apesar disso, dados de uso não refletem a realidade sobre seleção e preferência de habitat (HOLLANDER *et al.*, 2011).

Enquanto os dados de uso nos apontam que as andorinhas utilizam mais áreas com cobertura de floresta não alagável e menos áreas com cobertura de água e floresta alagável, quando analisamos a nível de seleção e preferência de habitat, vimos que todas as coberturas de solo analisadas parecem ser

importantes em pelo menos alguma escala de análise. Dentre as variáveis analisadas, a quantidade de cobertura de água e a distância aos rios são as variáveis mais importantes. Áreas com maior cobertura de floresta não alagada são evitadas, enquanto as andorinhas têm selecionado locais com maior cobertura de floresta alagada e maior cobertura de água. Este resultado corrobora os dados publicados por Fraser *et al.* (2017) para os pontos de uso noturno. Acreditamos que as andorinhas-azuis prefiram áreas próximas à água por serem áreas com maior disponibilidade de recurso (RIBEIRO *et al.*, 1998; WANTZEN *et al.*, 2016). Além de possivelmente estarem utilizando os rios como rota durante a migração, já que uma das principais rotas de migração no Brasil é a Amazônia Central, onde as principais chegadas são pelos rios Negro, Branco e Trombetas, passando pela região de Manaus, Santarém, seguindo pelo vale dos rios Madeira e Tapajós (CEMAVE, 2016).

A comparação das áreas selecionadas durante o dia e a noite trouxe nova informação sobre a preferência de áreas de forrageio (áreas usadas durante o dia) e de descanso, chamadas de “dormitórios” (áreas usadas a noite), durante o período de invernagem. Por exemplo, áreas com pouca cobertura de floresta alagada têm baixa probabilidade de serem usadas pelas andorinhas durante o dia e a noite, assim como áreas com muita cobertura, sempre, seja de dia ou a noite, têm alta probabilidade de uso. No entanto, é interessante que áreas com cobertura intermediária têm menor probabilidade de uso durante o dia, indicando que as áreas de forrageio podem estar associadas a outros tipos de cobertura. Geralmente, as andorinhas-azuis forrageiam perto dos ninhos, no caso das áreas de reprodução, tendo uma maior preferência por campos, seguido por áreas de arbustos, campos de aveia, soja, alfafa e milho; já em dias chuvosos, se alimentam sobre lagoas e lagos, aparentemente perseguindo insetos aquáticos ao longo da superfície da água (BROWN E TAROF, 2013). Nas áreas de invernagem elas não estão restritas à proximidade dos ninhos e podem se deslocar para outros ambientes durante o dia para forrageio, enquanto utilizam áreas mais seguras como dormitórios. Na escala espacial maior (50 km), emergem alguns padrões interessantes que corroboram esta ideia, primeiro porque a diferença entre dia e noite é muito mais marcante, com uma

probabilidade de uso relativamente alta (> 60%) das áreas com floresta alagada durante a noite e uma menor probabilidade de uso dessas áreas durante o dia.

Por outro lado, durante o dia, a probabilidade de uso aumenta, à medida que a cobertura de água também aumenta. Enquanto que durante a noite, a relação é negativa, há uma maior probabilidade de uso de áreas com menor cobertura de água. Isto pode estar indicando que as áreas de forrageio ocorrem em locais mais abertos, sobre as grandes extensões de água disponíveis nos principais rios amazônicos. Já os locais selecionados para dormitórios têm maior cobertura de floresta (alagada e não alagada), em áreas mais próximas às margens do rio ou em conjuntos de ilhas com floresta alagada. Essa mudança no padrão das escolhas entre o dia e a noite pode estar relacionada aos dois principais comportamentos observados até então na área de invernagem: forrageamento e descanso. Durante o dia, as escolhas de hábitat tendem a estar relacionadas a disponibilidade de alimento, enquanto que durante a noite, tendem a estar ligadas à escolhas de áreas mais seguras, onde podem haver menores chances de predação e maiores oportunidades de fuga (CONKLIN E COLWELL, 2007; ROGERS *et al.*, 2006).

Em relação à distância aos rios, nossos resultados estão alinhados com a seleção de áreas com cobertura de floresta alagável e estão de acordo com os resultados reportados por Fraser *et al.* (2017). Tanto de dia como de noite, as andorinhas-azuis selecionam locais próximos aos rios. No entanto, também encontramos uma preferência por locais próximos às cidades, um padrão não descrito anteriormente. Praticamente todas as cedes municipais na Amazônia estão localizadas ao longo dos rios, apesar disso, conseguimos sugerir com certa confiança que existe um efeito independente entre a seleção de pontos próximos aos rios e cidades. Primeiro porque os valores de distância aos rios e cidades não estão correlacionados, sendo assim, os resultados de uma variável não influenciam o resultado da outra. E segundo, há muito mais ambientes sem cidades que estão disponíveis ao longo dos rios, do que ambientes urbanos às margens dos rios, como é o caso da cidade de Manaus e demais municípios do interior do Amazonas. Bem como, na Amazônia, ainda há muito mais florestas do que cidades espalhadas ao longo do seu território. Portanto, sugerimos que existe um padrão de seleção por locais próximos aos rios, mas também mais

próximos às áreas urbanas, o que pode explicar os declínios populacionais reportados atualmente para as aves migratórias, e em especial para as andorinhas azuis.

Dito isto, é possível que a preferência das andorinhas por áreas próximas às cidades nas áreas de invernagem pode estar relacionada a escolhas não ótimas explicadas pela teoria de armadilhas ecológicas (BATTIN, 2004; BOAL E MANNAN, 1999; KERSHNER E BOLLINGER, 1996). A pressão ambiental sofrida há centenas de anos nas suas áreas de reprodução pela perda de hábitat e oferecimento de cavidades artificiais, pode ter causado mudanças comportamentais fazendo com que parte da população preferisse áreas próximas às cidades e abandonassem o hábito de viver em cavidades naturais. De acordo com a teoria de armadilhas ecológicas (DWERNYCHUK E BOAG, 1972; HALE; SWEARER, 2016), os indivíduos nem sempre possuem a capacidade de interpretar corretamente as pistas ambientais que indicam qualidade de hábitat e assim cometem “erros” ao selecionar o ambiente a ser utilizado, fazendo com que escolham preferencialmente um hábitat de qualidade inferior ao invés de um hábitat de qualidade superior, como por exemplo áreas próximas as cidades na área de invernagem que podem não oferecer hábitat de boa qualidade como no hemisfério norte (com oferta de cavidades artificiais). Uma série de estudos tem relatado seleção de hábitat não ótima em contextos de áreas modificadas pelo homem (e.g., DONOVAN E THOMPSON, 2001; KOKKO E SUTHERLAND, 2001; SCHLAEPFER *et al.*, 2002; HOLLANDER *et al.*, 2011). Esse fenômeno foi observado por Hollander e colaboradores (2011), que investigaram se a preferência a diferentes tipos de hábitats de uma ave migratória de longa distância, *Lanius collurio* (picanço-de-costas-vermelhas), estava refletindo na qualidade do hábitat. Os autores observaram que, ao invés de estarem selecionando áreas onde as taxas de sobrevivência eram maiores, os picanços acabavam mostrando preferência por uma área onde as taxas de sobrevivência e a qualidade do hábitat eram menores, demonstrando um caso de seleção de hábitat mal-adaptativo.

Sugere-se que um dos motivos que dão origem às escolhas não-ótimas no hábitat seja a mudança radical do mesmo (BATTIN, 2004). A maioria dos estudos sobre armadilhas ecológicas são em áreas que sofreram rápidas

mudanças antropogênicas, como por exemplo, desmatamentos e queimadas, associados às áreas de pastagem, agricultura e urbanização, indicando que tais atividades humanas podem ser centrais no surgimento de armadilhas ecológicas (KRISTAN, 2003; SCHLAEPFER *et al.*, 2002). Infelizmente, este cenário coincide com o momento atual vivido nas florestas tropicais. A fragmentação, desmatamento, queimadas, e conseqüentemente, a perda de hábitat, é um processo relativamente recente, e um mal que cresce exponencialmente a cada ano (INPE, 2014). Outros estudos também sugeriram como armadilhas as áreas aeroportuárias e cidades (BOAL E MANNAN, 1999; KERSHNER E BOLLINGER, 1996) pois cidades influenciam diretamente nas taxas de mortalidade em aves em situações como: predação por animais domésticos, em especial gatos; colisões em vidraças, linhas de transmissão, automóveis; eletrocuções em cabos de energia (LOSS *et al.*, 2015; SERESS E LIKER, 2015; TINTÓ *et al.*, 2010). Além de que a exposição à luz artificial proveniente das cidades pode afetar a orientação das aves durante as migrações (HORTON *et al.*, 2019). Arriscamos dizer que a preferência das andorinhas-azuis por áreas mais próximas às cidades pode estar sendo influenciada por dois fatores: disponibilidade de alimento e mudança histórica de comportamento. A disponibilidade de alimento nas áreas abertas de pasto em que elas normalmente preferem forragear, talvez estejam sofrendo baixa de recursos por conta do uso indevido de agrotóxicos (BEKETOV *et al.*, 2013; SANCHÉZ-BAYO, 2011; TESFAHUNEGNY E MULUALEM, 2016); ou também pelo efeito que a luz polarizada das cidades causam sobre os insetos, atraindo-os para mais perto das cidades (MEYER E SULLIVAN, 2013), assim como seus predadores – no caso, as andorinhas – o que levaria a falta de adaptação da cidade e seus habitantes, aumentando as taxas de mortalidade das andorinhas. Quanto ao segundo fator, a sua mudança de comportamento, ocorrido há centenas de anos atrás por conta dos povos tradicionais, na América do Norte, as andorinhas-azuis começaram a se abrigar próximas às habitações humanas (KAUFMAN, 2001; BROWN E TAROF, 2013). Uma vez que ações humanas podem influenciar o comportamento das aves de diversas maneiras, encorajando-as ou desencorajando-as, e ato direto de oferecer alternativas de locais para nidificação para as andorinhas no passado pode ter sido um fator motivador/encorajador (CLUCAS E MARZLUFF, 2012).

Apesar das características do caso, não podemos afirmar que este seja um caso de armadilha ecológica. Porém, é uma hipótese a ser considerada e testada com por exemplo dados específicos de sobrevivência e taxas de forrageamento. Até porque as armadilhas ecológicas são uma séria ameaça à conservação das espécies. Uma vez que, declínios em uma população podem fazer com que ela atinja o seu limite mínimo de tamanho populacional, tornando-as vulneráveis primeiramente à extinção local, podendo evoluir para extinções em maiores escalas (BATTIN, 2004; KRISTAN, 2003).

## **CONCLUSÃO**

Com este estudo, utilizando uma abordagem de diferentes escalas e com maior resolução da heterogeneidade do hábitat, mostramos quais tipos de hábitats as andorinhas-azuis estão selecionando, e pela primeira vez, podemos dizer que possuem um padrão de seleção de hábitat diferenciado entre o dia e a noite, anteriormente desconhecido. Apesar de todos os hábitats analisados possuírem certa importância, demonstraram preferências por áreas com cobertura de floresta alagada e água, logo, sendo próximas aos rios e surpreendentemente, às cidades. Além disso, é importante ressaltar a mudança da preferência de hábitat entre os períodos do dia e da noite, permitindo-nos conhecer e fazer mais inferências sobre seu comportamento.

A partir de agora, nossos dados nos dão novos direcionamentos acerca dos estudos sobre os declínios de insetívoros aéreos migrantes de uma forma geral, como no caso de possíveis armadilhas ecológicas nos locais de invernagem. Um outro ponto que requer atenção é a infraestrutura das cidades, associadas às atividades de ciência cidadã, já que as andorinhas estão perto delas e muitas vezes, dentro delas. Tais direcionamentos são valiosíssimos para aprimorar o entendimento da situação geral e desenvolvimento de planos de conservação.

## REFERÊNCIAS

- ADENEY, J. M.; CHRISTENSEN, N. L.; VINCENTINI, A.; COHN-HAFT, M. White-sand ecosystems in Amazonia. **Biotropica**, 48(1), 7-23, 2016.
- ANTONELLI, A.; ZIZKA, A.; CARVALHO, F. A.; SCHARN, R.; BACON, C. D.; SILVESTRO, D.; CONDAMINE, F. L. Amazonia is the primary source of Neotropical biodiversity. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, vol. 115, no. 23, p. 6034–6039, 2018.
- BAEL, S. A. Van; PHILPOTT, S. M.; GREENBERG, R.; BICHER, P.; BARBER, N. A.; MOONEY, K. A.; GRUNER, D. S. Birds As Predators in Tropical Agroforestry Systems. **Ecology**, vol. 89, no. 4, p. 928–934, 2008.
- BATTIN, J. When good animals love bad habitats: Ecological traps and the conservation of animal populations. **Conservation Biology**, vol. 18, no. 6, p. 1482–1491, 2004.
- BEKETOV, M. A.; KEFFORD, B. J.; SCHÄFER, R. B.; LIESS, M. Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, vol. 110, no. 27, p. 11039–11043, 2013.
- BLOCK, W. M.; BRENNAN, L. A. THE HABITAT CONCEPT Theory and Applications. **Current Ornithology vol.11**, vol. 11, no. 781 I, p. 35-, 1993.
- BOAL, C. W.; MANNAN, W. Comparative breeding ecology of Mississippi Kites in urban and exurban areas of West Texas. **Journal of Field Ornithology**, vol. 90, no. 3, p. 248–257, 1999.
- BROWN, CR; TAROF, S. Purple Martin (Progne subis), versão 2.0. The Birds of North America (AF Poole, Editor). **Cornell Lab of Ornithology**, Ithaca, NY, EUA. v. 287, 2013.
- BURNHAM, K. P; ANDERSON, D. R. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. 2 ed. Colorado State University. 2002.
- CEBALLOS, G.; GARCIA, A.; PRINGLE, R. M.; CEBALLOS, G.; EHRLICH, P. R.; BARNOSKY, A. D.; GARCÍA, A.; PRINGLE, R. M.; PALMER, T. M. Accelerated modern human – induced species losses : Entering the sixth mass extinction Accelerated modern human – induced species losses : Entering the sixth mass extinction. **Science Advances**, vol. 1, no. June, p. 1–6, 2015.
- CEMAVE. Annual Report of Flyways and Priority Areas for Migratory Birds in Brazil (Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil). no. January, 2016. .
- CLUCAS, B.; MARZLUFF, J. M. Attitudes and actions toward birds in Urban areas: Human cultural differences influence bird behavior. **Auk**, vol. 129, no. 1, p. 8–16, 2012.
- COELHO, M. T. P.; DINIZ-FILHO, J. A.; RANGEL, T. F. A parsimonious view of the parsimony principle in ecology and evolution. **Ecography**, vol. 42, no. 5, p. 968–976, 2019.
- CONKLIN, J. R.; COLWELL, M. A. Diurnal and nocturnal roost site fidelity of



Dunlin (*Calidris alpina pacifica*) at Humboldt Bay, California. **Auk**, vol. 124, no. 2, p. 677–689, 2007.

CORNELIUS, C. Spatial variation in nest-site selection by a secondary cavity nesting bird in a human-altered landscape. **The Condor** vol. 110, no. 4, p. 615–626, 2008.

DONOVAN, T. M.; THOMPSON, F. R. Modeling the ecological trap hypothesis: A habitat and demographic analysis for migrant songbirds. **Ecological Applications**, vol. 11, no. 3, p. 871–882, 2001.

DUNN, R. R.; HAHABUDDIN, S.; EDELER, D. O. V.; ICHAE, M. M. U.; BOECKLEN, W. J.; ANDRÉN, H.; ANDREN, H.; ALAHUHTA, J.; JOHNSON, L. B.; OLKER, J.; HEINO, J.; BARLOW, J.; MESTRE, L. a M.; GARDNER, T. a.; PERES, C. a.; HANSEN, A. J.; NEILSON, R. P.; DALE, V. H.; FLATHER, C. H.; ZELAZOWSKI, P. Global Change in Forests: Responses of Species, Communities, and Biomes. **Biological Conservation**, vol. 5, no. 1, p. 355, 2014.

DWERNYCHUK, L. W.; BOAG, D. A. Ducks nesting in association. **Canadian Journal of Zoology**, vol. 50, p. 559–563, 1972.

EVA, Hugh D. et al. A vegetation map of south America. **European Commission-Research Joint Program**, Luxembourg, 2002.

FAABORG, J.; HOLMES, R. T.; ANDERS, a. D.; BILDSTEIN, K. L.; DUGGER, K. M.; GAUTHREAU, S. a.; HEGLUND, P.; HOBSON, K. a; JAHN, a. E.; JOHNSON, D. H.; OTHERS. Conserving migratory landbirds in the New World: Do we know enough? **Ecological Applications**, vol. 20, no. 2, p. 398–418, 2010.

FAABORG, John; DUGGER, K. M.; ARENDT, W. J. Long-term variation in the winter resident bird community of Guánica Forest, Puerto Rico: Lessons for measuring and monitoring species richness. **Journal of Field Ornithology**, vol. 78, no. 3, p. 270–278, 2007.

FRASER, K. C.; SHAVE, A.; SAVAGE, A.; RITCHIE, A.; BELL, K.; SIEGRIST, J.; RAY, J. D.; APPELATE, K.; PEARMAN, M. Determining fine-scale migratory connectivity and habitat selection for a migratory songbird by using new GPS technology. **Journal of Avian Biology**, vol. 48, no. 3, p. 339–345, 2017.

FRASER, Kevin C.; STUTCHBURY, B. J. M.; SILVERIO, C.; KRAMER, P. M.; BARROW, J.; NEWSTEAD, D.; MICKLE, N.; COUSENS, B. F.; CHARLENE LEE, J.; MORRISON, D. M.; SHAHEEN, T.; MAMMENA, P.; APPELATE, K.; TAUTIN, J. Continent-wide tracking to determine migratory connectivity and tropical habitat associations of a declining aerial insectivore. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, vol. 279, no. 1749, p. 4901–4906, 2012.

GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **Gotelli Aaron M. Ellison**. [S. l.: s. n.], 2004.

HALE, R.; SWEARER, S. E. Ecological traps: Current evidence and future directions. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, vol. 283, no. 1824, p. 1–8, 2016.

HESS, L. L.; MELACK, J. M.; AFFONSO, A. G.; BARBOSA, C.; GASTIL-BUHL, M.; NOVO, E. M. L. M. Wetlands of the Lowland Amazon Basin: Extent, Vegetative Cover, and Dual-season Inundated Area as Mapped with JERS-1

- Synthetic Aperture Radar. **Wetlands**, vol. 35, no. 4, p. 745–756, 2015.
- HINSLEY, S. A.; CARPENTER, J. E.; BROUGHTON, R. K.; BELLAMY, P. E.; ROTHERY, P.; AMAR, A.; HEWSON, C. M.; GOSLER, A. G. Habitat selection by Marsh Tits *Poecile palustris* in the UK. **Ibis**, vol. 149, no. SUPPL. 2, p. 224–233, 2007.
- HOLLANDER, F. A.; VAN DYCK, H.; SAN MARTIN, G.; TITEUX, N. Maladaptive habitat selection of a migratory passerine bird in a human-modified landscape. **PLoS ONE**, vol. 6, no. 9, 2011.
- HOLMES, R. T. Understanding population change in migratory songbirds: Long-term and experimental studies of Neotropical migrants in breeding and wintering areas. **Ibis**, vol. 149, no. SUPPL. 2, p. 2–13, 2007.
- HOORN, C.; WESSELINGH, F. P.; TER STEEGE, H.; BERMUDEZ, M. A.; MORA, A.; SEVINK, J.; SANMARTÍN, I.; SANCHEZ-MESEGUER, A.; ANDERSON, C. L.; FIGUEIREDO, J. P.; JARAMILLO, C.; RIFF, D.; NEGRI, F. R.; HOOGHIEMSTRA, H.; LUNDBERG, J.; STADLER, T.; SÄRKINEN, T.; ANTONELLI, A. Amazonia Through Time: Andean. **Science**, vol. 330, no. November, p. 927–931, 2010. .
- HORTON, K. G.; NILSSON, C.; VAN DOREN, B. M.; LA SORTE, F. A.; DOKTER, A. M.; FARNSWORTH, A. Bright lights in the big cities: migratory birds' exposure to artificial light. **Frontiers in Ecology and the Environment**, vol. 17, no. 4, p. 209–214, 2019.
- HUTTO, R. L. Habitat selection by nonbreeding, migratory land birds. **Habitat Selection in Birds**, no. January 1985, p. 455–476, 1985.
- IBGE -INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *População estimada*: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2020.
- INPE. Detecção de Desmatamento em Tempo Real. Available at: [obt.inpe.br/deter/](http://obt.inpe.br/deter/). 2020.
- KARNEY, C.F.F. Algorithms for geodesics, *J. Geodesy* 87: 43-55. <https://dx.doi.org/10.1007/s00190-012-0578-z>. Addenda: <http://geographiclib.sf.net/geod-addenda.html>. Also see <http://geographiclib.sourceforge.net/>. 2013.
- KAUFMAN, K. Lives of North American Birds. **Houghton Mifflin Harcourt**, 2001.
- KELLER, G. S.; YAHNER, R. H. Declines of migratory songbirds? Evidence for wintering-ground causes. **Northeastern Naturalist**, vol. 13, no. 1, p. 83–92, 2006.
- KERSHNER, E.; BOLLINGER, E. Reproductive Success of Grassland Birds at East-central Illinois Airports Author ( s ): Eric L . Kershner and Eric K . Bollinger Published by : **The University of Notre Dame Stable**. vol. 136, no. 2, p. 358–366, 1996. .
- KOKKO, H.; SUTHERLAND, W. J. Ecological traps in changing environments:

Ecological and evolutionary consequences of a behaviourally mediated Allee effect. **Evolutionary Ecology Research**, vol. 3, no. 5, p. 537–551, 2001.

KRISTAN, W. B. The role of habitat selection behavior in population dynamics: Source-sink systems and ecological traps. **Oikos**, vol. 103, no. 3, p. 457–468, 2003.

LOON, A. Van; RAY, J. D.; SAVAGE, A.; MEJEUR, J.; MOSCAR, L.; PEARSON, M.; PEARMAN, M.; HVENEGAARD, G. T.; MICKLE, N.; APPLGATE, K.; FRASER, K. C. Migratory stopover timing is predicted by breeding latitude, not habitat quality, in a long-distance migratory songbird. **Journal of Ornithology**, vol. 158, no. 3, p. 745–752, 2017.

LOSS, S. R.; WILL, T.; MARRA, P. P. Direct Mortality of Birds from Anthropogenic Causes. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, vol. 46, no. August, p. 99–120, 2015.

MCKINNON, E. A.; FRASER, K. C.; STUTCHBURY, B. J. M. New discoveries in landbird migration using geolocators, and a flightplan for the future. **The Auk**, vol. 130, no. 2, p. 211–222, 2013. DOI 10.1525/auk.2013.

MEYER, L. A.; SULLIVAN, S. M. P. Bright lights, big city: Influences of ecological light pollution on reciprocal stream-riparian invertebrate fluxes. **Ecological Applications**, vol. 23, no. 6, p. 1322–1330, 2013.

MICHELOT, T.; BLACKWELL, P. G.; MATTHIOPOULOS, J. Linking resource selection and step selection models for habitat preferences in animals. **Ecology**, vol. 100, no. 1, p. 1–12, 2019.

MOONEY, K. A.; GRUNER, D. S.; BARBER, N. A.; VAN BAELE, S. A.; PHILPOTT, S. M.; GREENBERG, R. Interactions among predators and the cascading effects of vertebrate insectivores on arthropod communities and plants. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, vol. 107, no. 16, p. 7335–7340, 2010.

MOORE, F. R.; ROTENBERRY, J. T. STOPOVER ECOLOGY OF 1 NEARCTIC-NEOTROPICAL LANDBIRD MIGRANTS: HABITAT RELATIONS AND CONSERVATION IMPLICATIONS Cover drawing of Gray Catbirds (*Dumetella carolinensis*) winging over the Gulf of Mexico by Michelle Davis STUDIES IN AVIAN BIOLOGY Edited by. [*S. l.: s. n.*], 2000.

MORRISON, Michael L.; MARCOT, Bruce; MANNAN, William. **Wildlife-habitat relationships: concepts and applications**. Island Press, 2012.

NEBEL, S.; MILLS, A.; MCCRACKEN, J. D.; TAYLOR, P. D. Declines of aerial insectivores in North America follow a geographic gradient. **Avian Conservation & Ecology**, vol. 5, no. 2, p. 1, 2010.

NILES, D. M.; CONDOR, S. T.; SPRING, N.; NILES, D. M. Molt Cycles of Purple Martins (*Progne subis*) Published by: Cooper Ornithological Society Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/1366450> REFERENCES Linked references are available on JSTOR for this article : You may need to log in to JSTOR to access t. vol. 74, no. 1, p. 61–71, 1972. .

PEACH, W. J.; DENNY, M.; COTTON, P. A.; HILL, I. F.; GRUAR, D.; BARRITT, D.; IMPEY, A.; MALLORD, J. Habitat selection by song thrushes in stable and

declining farmland populations. **Journal of Applied Ecology**, vol. 41, no. 2, p. 275–293, 2004.

Projeto MapBiomas – **Coleção 4.0** da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, acessado em **24 de julho de 2019** através do link: [https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas?cama\\_set\\_language=pt-BR](https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas?cama_set_language=pt-BR)".

RAPPOLE, J.; MCDONALD, M. Cause and effect in population declines of migratory birds. **The Auk**, vol. 111, no. 3, p. 652–660, 1994.

RIBEIRO, J. R. I.; NESSIMIAN, J. L.; MENDONÇA, E. C. Aspectos da distribuição dos nepomorpha (Hemiptera: Heteroptera) em corpos d'água na restinga de maricá, estado do Rio de Janeiro. **Ecologia Brasiliensis**, vol V. **PPGE-UFRJ**. Rio de Janeiro, Brasil.

ROGERS, D. I.; BATTLE, P. F.; PIERSMA, T.; VAN GILS, J. A.; ROGERS, K. G. High-tide habitat choice: insights from modelling roost selection by shorebirds around a tropical bay. **Animal Behaviour**, vol. 72, no. 3, p. 563–575, 2006.

SANCHÉZ-BAYO, F. Impacts of Agricultural Pesticides on Terrestrial Ecosystems. **Ecological Impacts of Toxic Chemicals (Open Access)**, , p. 63–87, 2011.

SANDERSON, F. J.; DONALD, P. F.; PAIN, D. J.; BURFIELD, I. J.; VAN BOMMEL, F. P. J. Long-term population declines in Afro-Palearctic migrant birds. **Biological Conservation**, vol. 131, no. 1, p. 93–105, 2006.

SCHLAEPFER, M. A.; RUNGE, M. C.; SHERMAN, P. W. Ecological and evolutionary traps. **Trends in Ecology and Evolution**, vol. 17, no. 10, p. 474–480, 2002.

SERESS, G.; LIKER, A. Habitat urbanization and its effects on birds. **Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae**, vol. 61, no. 4, p. 373–408, 2015.

SICK, H. Ornitologia brasileira [Brazilian ornithology]. **Rio de Janeiro (Brasil): Editora Nova Fronteira. Portuguese**, 1997.

STUTCHBURY, B. J. M.; HILL III, J. R.; KRAMER, P. M.; RUSH, S. A.; TAROF, S. A. Sex and Age-specific Annual Survival in a Neotropical Migratory Songbird, the Purple Martin ( *Progne subis* ). **The Auk**, vol. 126, no. 2, p. 278–287, 2009.

SUTHERLAND, W. J.; NEWTON, I.; GREEN, R. **Bird Ecology and Conservation**. 2004.

TESFAHUNEGNY, W.; MULUALEM, G. Impact of pesticides on birds from DDT to current fatality : A Literature Review. vol. 3, no. 2, p. 44–55, 2016. .

TINTÓ, A.; REAL, J.; MAÑOSA, S. Predicting and Correcting Electrocutation of Birds in Mediterranean Areas. **Journal of Wildlife Management**, vol. 74, no. 8, p. 1852–1862, 2010.

TITEUX, N.; AIZPURUA, O.; HOLLANDER, F. A.; SARDÀ-PALOMERA, F.; HERMOSO, V.; PAQUET, J. Y.; MESTDAGH, X.; SETTELE, J.; BROTONS, L.; VAN DYCK, H. Ecological traps and species distribution models: a challenge for

prioritizing areas of conservation importance. **Ecography**, vol. 43, no. 3, p. 365–375, 2020.

WANTZEN, K.; MARCHESE, M.; MARQUES, M.; BATTIROLA, L. **Invertebrates in freshwater wetlands: An international perspective on their ecology**. [S. l.: s. n.], 2016.

## ANEXO 1

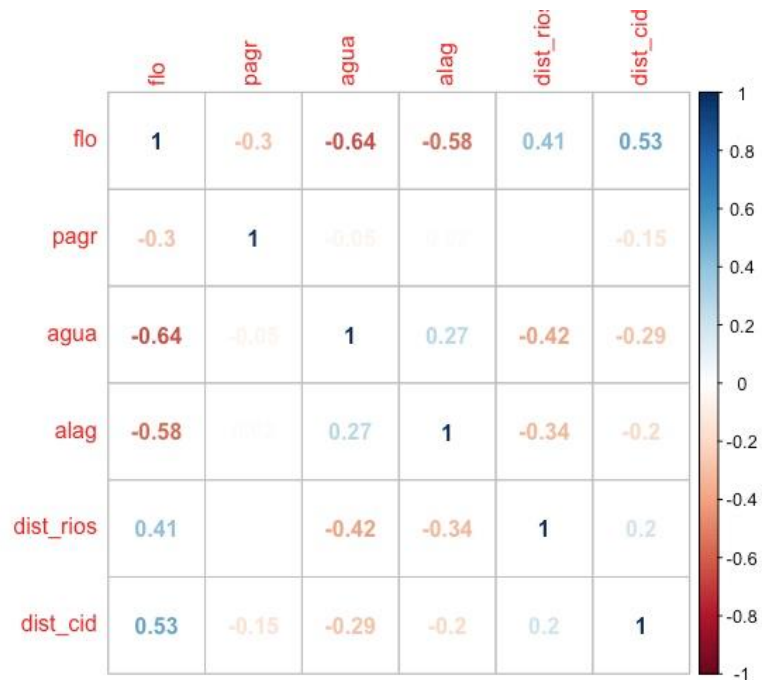
Conjuntos de modelos contrastados para diferentes combinações das variáveis de distância aos rios (dist\_rios) e cidades mais próximas (dist\_cid) e coberturas de solo: Floresta não alagável (flo), Floresta alagável (alag), água (agua), e Pastagem e Agricultura (pagr). Este conjunto de modelos foi testado para a escala de 5 km e 50 km.

MODELO	CONJUNTO DE VARIÁVEIS
1	uso ~ flo + alag + agua + pagr+ dist_rios + dist_cid + periodo + flo*periodo + alag*periodo + agua*periodo + pagr*periodo + dist_cid*periodo + dist_cid*periodo
2	uso ~ flo + alag + agua + pagr+ dist_rios + dist_cid + período
3	uso ~ flo + alag + agua + pagr + dist_rios + dist_cid
4	uso ~ flo + alag + agua + pagr+ dist_rios
5	uso ~ flo + alag + agua + pagr+ dist_cid
6	uso ~ flo + alag + agua + pagr
7	uso ~ flo + período + flo*periodo
8	uso ~ alag + período + alag*periodo
9	uso ~ agua + período + agua*periodo
10	uso ~ pagr + período + pagr*periodo
11	uso ~ dist_rios + período + dist_rios*periodo
12	uso ~ dist_cid + período + dist_cid*periodo
13	uso ~ flo + periodo
14	uso ~ alag + periodo
15	uso ~ agua + periodo
16	uso ~ pagr + periodo
17	uso ~ dist_rios + periodo
18	uso ~ dist_rios + periodo
19	uso ~ flo
20	uso ~ alag
21	uso ~ agua
22	uso ~ pagr
23	uso ~ dist_rios
24	uso ~ dist_cid
25	uso ~ 1

## ANEXO 2

Matrizes de correlação entre as variáveis preditoras para a escala de 5 km (A) e 50 km (B). Os números representam o valor do coeficiente de correlação de Pearson.

A)



B)

