



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA)

HERMÍNIO ALFREDO LEITE SILVA VILELA

**SELEÇÃO DE HABITAT DE *Myrmotherula snowi* TEIXEIRA & GONZAGA, 1985
(AVES, THAMNOPHILIDAE), UMA ESPÉCIE CRITICAMENTE AMEAÇADA DE
EXTINÇÃO**

JOÃO PESSOA, PARAÍBA

2020

HERMÍNIO ALFREDO LEITE SILVA VILELA

**SELEÇÃO DE HABITAT DE *Myrmotherula snowi* TEIXEIRA & GONZAGA, 1985
(AVES, THAMNOPHILIDAE), UMA ESPÉCIE CRITICAMENTE AMEAÇADA DE
EXTINÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Helder Farias Pereira De Araujo

PARAÍBA, 2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

V699s Vilela, Hermínio Alfredo Leite Silva.

Seleção de habitat de *Myrmotherula snowi* Teixeira & Gonzaga, 1985 (Aves, *Thamnophilidae*), uma espécie criticamente ameaçada de extinção / Hermínio Alfredo Leite Silva Vilela. - João Pessoa, 2020.

31 f. : il.

Orientação: Helder Farias Pereira de Araujo.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Aves - Conservação. 2. *Myrmotherula snowi* - Ocupação. 3. Seleção de habitat - Choquinha-de-alagoas.
I. Araujo, Helder Farias Pereira de. II. Título.

UFPB/BC

CDU 598.2(043)

Ata de defesa

Ata da 332ª Apresentação e Banca de Defesa de Mestrado de Herminio Alfredo Leite Silva Vilela

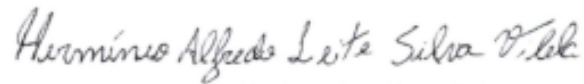
1
2
3
4
5 Ao(s) vinte e oito dias do mês de maio de dois mil e vinte, às 09:00 horas, no(a) Ambiente Virtual,
6 da Universidade Federal da Paraíba, reuniram-se, em caráter de solenidade pública, membros da
7 banca examinadora para avaliar a dissertação de mestrado de Herminio Alfredo Leite Silva
8 Vilela, candidato(a) ao grau de Mestre em Ciências Biológicas. A banca examinadora foi composta
9 por orientador(es) Dr. Helder Farias Pereira de Araujo, UFPB/PB, ; e examinadores Dr. Mauro
10 Pichorim, UFRN/RN e Dr. Luiz Antônio Pedreira Gonzaga, UFRJ/RJ. Compareceram à
11 solenidade, além do(a) candidato(a) e membros da banca examinadora, alunos e professores do
12 PPGCB. Dando início à sessão, a coordenação fez a abertura dos trabalhos, apresentando o(a)
13 discente e os membros da banca. Foi passada a palavra ao(à) orientador(a), para que assumisse a
14 posição de presidente da sessão. A partir de então, o(a) presidente, após declarar o objeto da
15 solenidade, concedeu a palavra a Herminio Alfredo Leite Silva Vilela, para que dissertasse, oral
16 e sucintamente, a respeito de seu trabalho intitulado "SELEÇÃO DE HABITAT DE
17 Myrmotherula snowi TEIXEIRA & GONZAGA, 1985 (AVES, THAMNOPHILIDAE),
18 UMA ESPÉCIE CRITICAMENTE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO". Passando então a
19 discorrer sobre o aludido tema, dentro do prazo legal, o(a) candidato(a) foi a seguir arguido(a)
20 pelos examinadores na forma regimental. Em seguida, passou a Comissão, em caráter secreto, a
21 proceder à avaliação e julgamento do trabalho, concluindo por atribuir-lhe o conceito
22 Aprovado. Perante o resultado proclamado, os documentos da banca foram
23 preparados para trâmites seguintes. Encerrados os trabalhos, nada mais havendo a tratar, eu, Dr.
24 Helder Farias Pereira de Araujo, como presidente, lavrei a presente ata que, lida e aprovada,
25 assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

26
27 João Pessoa, 28/05/2020.


Dr. Helder Farias Pereira de Araujo


Dr. Mauro Pichorim


Dr. Luiz Antônio Pedreira Gonzaga


Herminio Alfredo Leite Silva Vilela
(discente ciente do resultado)

*Em modo de webconferência, assinaturas digitalizadas são certificadas pelo Orientador, presidente da banca

Dedicatória

Dedicado a esperança na conservação da biodiversidade: todo esforço feito foi para tentar entender um pouco sobre uma espécie de ave ameaçada de extinção e como poderemos salvá-la. Que não acabemos como a tragédia dos comuns.

Dedico as pessoas que vieram antes de mim e contribuíram para construção dessa história e para os que ainda virão.

Agradecimentos

Ao Pedro Develey, pois foi quem demonstrou a maior preocupação e sensibilidade pela *M. snowi*. Ele me inspirou, empolgou e incentivou a continuar estudando a ave, oferecendo toda o suporte possível, principalmente na conversa. Sem ele essa pesquisa não teria nem sido esboçada. Responsável por trazer à tona novamente a questão de Murici, um verdadeiro herói da conservação.

Ao Helder que aceitou de prontidão me orientar nesse desafio, e me recebeu com todo apoio possível, sempre aberto a discussões (as vezes a gente se empolgava e perdia a hora), e extremamente paciente. Além disso, me fez conhecer a cidade de Areia-PB, lugar incrível com pessoas incríveis, uma região especial pelo clima e pela história.

Ao meu grande e admirável amigo, Arthur com quem mais subi e desci grotas a procura da *M. snowi*, rapaz que despendeu esforço inigualável para tentar achar esse passarinho e que por muitas vezes o conseguiu, e com quem mais compartilhei a felicidade de encontrar um novo indivíduo de *M. snowi*, quando isso acontecia era fenomenal, uma sensação difícil de descrever, acho que só entende, quem procura por algo raro e inestimável. Além disso, sempre me ajudou com a logística da execução das expedições e com quem eu mais discuti sobre os cenários das aves de Murici e os possíveis planos para tentar contribuir para a conservação de Murici.

Ao Luiz Gonzaga e Mauro Pichorim por terem aceitado fazer parte da banca da minha dissertação, tenho certeza de que as contribuições de ambos servirão como forma de melhorar na construção crítica sobre o tema, visando a consolidação de um conhecimento mais robusto.

Ao Ben Phalan que pela genuína preocupação na ave, acaba nos contagiando pela sua empolgação, e por um interesse constante de entender o que poderia ser feito para tentar salvá-la. Ainda tive a oportunidade de ver a disposição dele em caminhar por mais de 14 horas, em um único dia de campo em Murici, para me ajudar nas coletas e tentar achar a *M. snowi*.

Ao Marco de Freitas, fiscal do ICMBio, que é uma pessoa excepcional no trabalho que faz. Não raro, passava no nosso acampamento para saber como estavam as coisas, tomava um café e logo puxava uma rede para passar ao menos uma noite com a gente. Forneceu com maior prontidão o apoio a pesquisa, como eu nunca havia visto antes e a todo momento ensinando algo novo para quem esteja ao lado dele.

A todos os meus novos amigos que fiz em Areia, pessoas incríveis. Em especial aos que aceitavam compartilhar uma dose de café enquanto eu divagava sobre assuntos aleatórios.

A coordenação do Programa de Pós-Graduação, pelos esclarecimentos e ajuda no que eu precisei, especialmente Josias que rapidamente conseguia me ajudar.

Ao ICMBio, por conta do apoio a pesquisa, pois quase todos os campos que nos conduziu até a área de estudo foram eles, à duas equipes de brigadas de incêndios diferentes (2018-19 e 2019-20).

Ao CNPq por me conceder uma bolsa de pesquisa.

A equipe da SAVE Brasil pelas estratégias de conservação, apoio logístico e no esclarecimento de dúvidas. Em especial a Bárbara e Alice com quem tive mais contato, mas toda equipe foi fundamental, como elas sempre diziam.

Ao auxílio Bolsas Funbio, Conservando o Futuro concedido pelo FUNBIO junto do instituto Humanize, que foi de extrema importância para a execução dessa pesquisa que exige tanta dedicação e esforço para que seja feita.

A todos envolvidos no Workshop para a conservação da *M. snowi*, que serviu para começarmos a traçar estratégias importantes na conservação dessa ave.

A minha família, que apesar da distância, meus pais nunca deixaram de me dar suporte nas minhas decisões e sempre me deram todo apoio moral para eu conseguir seguir em frente e não desistir. Simplesmente um amor incondicional.

Resumo

Seleção de habitat é o processo de uso desproporcional do habitat que envolve a troca entre os benefícios e os custos para o indivíduo, onde alguns fatores podem influenciar nesse processo, como questões populacionais intrínsecas, variações ambientais, estrutura da vegetação e disponibilidade de alimento. Dessa maneira, compreender a relação indivíduo e habitat pode ser fundamental para salvar espécies ameaçadas. Nesse cenário, a choquinha-de-alagoas, *Myrmotherula snowi* uma ave criticamente ameaçada de extinção em nível global, com uma população restrita a Murici-AL e com menos de 40 indivíduos, foi objeto de estudo para testar a hipótese que a reduzida competição interespecífica seria suficiente para os habitats mais adequados serem selecionados, além disso, verificamos se há outra ave bioindicadora dos mesmos tipos de habitat da *M. snowi*. A coleta de dados ocorreu na Estação Ecológica de Murici, uma Floresta Ombrófila Densa, onde foram selecionados 28 sítios com oito características que possam estar relacionado com a ocupação de *M. snowi*. Durante os meses de outubro a março de 2018-19 e 2019-20, em cada sítio, verificamos a presença de *M. snowi* e avifauna local. Foram gerados 256 modelos de ocupação *single-season* com as oito variáveis no programa Mark para verificar os melhores indicadores da ocupação de *M. snowi*. Para identificar se alguma espécie de ave pode ser bioindicadora dos sítios ocupados por *M. snowi*, foi feito o teste estatístico *Indicator Value*. No total, foram observados 17 indivíduos de *M. snowi* em nove sítios, as detecções foram predominantes nos meses de outubro a dezembro e o melhor modelo foi o que considerou a altura média das árvores, distância para riacho e declividade. *Trogon muriciensis* foi uma espécie indicadora dos mesmos habitats da *M. snowi*. Nossos dados suportam a ideia de que *M. snowi* ocupa habitats que apresentem ao menos três características importantes, sendo altura média das árvores ser um fator mais decisivo na seleção dos sítios. Destacamos que a maior chance de detecção da ave nos últimos meses do ano pode estar associada a defesa de território que coincide com o início do período seco. Provavelmente a não ocupação de sítios adequados está relacionado com a reduzida população e que fatores intrínsecos da população podem estar impedindo seu crescimento, por conta disso, consideramos urgente compreender essas causas que impedem a ocupação desses habitats adequados. Além disso, é preciso fazer buscas prioritárias da ave em outros locais entre os meses de outubro a dezembro, com especial atenção para regiões que apresentem um aspecto avançado de conservação da vegetação, assim como, para locais próximo a riachos e com baixa declividade, notando também na eventual presença de *T. muriciensis* na região. Dessa forma, os melhores sítios para eventual reprodução em cativeiro e soltura dos indivíduos. Essas informações podem trazer luz para subsidiar estratégias de conservação e manejo da *M. snowi*.

Palavras-chave: conservação, ocupação, estrutura da vegetação.

ABSTRACT

Habitat selection is the process of disproportionately using the habitat, which involves the trade-off between the benefits and costs for the individual. Some factors can influence this process, such as intrinsic population issues, environmental variations, vegetation structure and food availability. In this way, understanding the individual-habitat relationship can be fundamental to save threatened species. In this scenario, the Alagoas Antwren (*Myrmotherula snowi*), a critically endangered bird at the global level, with a population restricted to Murici-AL and with fewer than 40 individuals, was the subject of a study to test the hypothesis that reduced interspecific competition would be sufficient for the most suitable habitats to be selected. Additionally, we checked if there is another bird bioindicator of the same types of habitats as *M. snowi*. The data collection occurred in the Murici Ecological Station, a Dense Ombrophilous Forest, where 28 sites with eight characteristics that may be related to the occupation of *M. snowi* were selected. During the months of October to March 2018-19 and 2019-20, at each site, we checked the presence of *M. snowi* and the local avifauna. The Mark program was used to generate 256 single-season occupancy models with the eight variables to verify the best indicators of *M. snowi* occupation. To identify if any bird species can be a bioindicator of the sites occupied by *M. snowi*, the Indicator Value statistical test was performed. In total, 17 individuals of *M. snowi* were observed in nine sites, the detections were predominant in the months of October to December and the best model was the one that considered the average height of the trees, distance to the stream and slope. *Trogon muriciensis* was a species indicator of the same habitats as *M. snowi*. Our data support the idea that *M. snowi* occupies habitats that have at least three important characteristics, with the average height of the trees being a more decisive factor in site selection. We highlight that the highest chance of detecting the bird in the last months of the year may be associated with territory defense that coincides with the beginning of the dry period. Probably the non-occupation of suitable sites is related to the reduced population and that intrinsic population factors may be preventing its growth, for this reason, we consider it urgent to understand these causes that prevent the occupation of these suitable habitats. In addition, it is necessary to make priority searches for the bird in other locations between the months of October to December, with special attention to regions that present an advanced conservation aspect of the vegetation, as well as to places close to stream and with low slope, noting also the eventual presence of *T. muriciensis* in the region. In this way, the best sites for eventual captive breeding and release of individuals. These information can bring light to subsidize conservation and management strategies of *M. snowi*.

Keywords: conservation, occupancy, vegetation structure

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudo na ESEC Murici, Alagoas, Brasil, com 28 sítios amostrados (círculo) com detalhe nas unidades amostrais.	15
Figura 2. Ocupação de <i>Myrmotherula snowi</i> de acordo com covariável de altura média das árvores.....	23
Figura 3. Ocupação de <i>Myrmotherula snowi</i> de acordo com covariável de declividade.	23
Figura 4. Ocupação de <i>Myrmotherula snowi</i> de acordo com covariável de distância para riacho.	24
Figura 5. Variação da detecção de <i>Myrmotherula snowi</i> de acordo com os meses ao longo de duas seasons (2018 e 2020).	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Sítios ocupados por <i>Myrmotherula snowi</i> em duas temporadas (seasons) entre outubro-2018 e março-2020, e informações de sexo e idade de indivíduos registrados. M: macho; F: fêmea; J: jovem.....	21
Tabela 2. Modelos de ocupação da <i>Myrmotherula snowi</i> durante duas seasons (2018 a 2020) sob efeito de oito variáveis ambientais.....	22
Tabela 3. Resultado do teste Indicator value (IndVal) para as duas espécies que tiveram valor significativo no grupo 1, que representa os sítios ocupados pela <i>Myrmotherula snowi</i> . Grupos 2 e 3, representam os restantes dos sítios da área de estudo.	25

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
MATERIAL E MÉTODOS	15
Área de estudo	15
Amostragem e caracterização do habitat.....	16
Sítios de ocupação de <i>Myrmotherula snowi</i> e identificação da avifauna	17
Modelos e probabilidade de ocupação por <i>Myrmotherula snowi</i>	18
Espécies indicadoras	19
RESULTADOS	21
DISCUSSÃO	25
CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
ANEXOS	32

INTRODUÇÃO

Seleção de habitat é o processo de uso desproporcional do habitat pelo indivíduo (JONES, 2001), onde espera-se que os indivíduos utilizem os habitats que ofereçam as melhores condições de sobrevivência e reprodução (JONES, 2001; ROSENZWEIG, 1991). Esse processo é uma troca entre os benefícios e os custos que o habitat proporciona para o indivíduo (GODVIK et al., 2009; MYSTERUD; IMS, 1998). Contudo, compreender fatores relacionados à seleção de habitat não é uma relação simples (BEYER et al., 2010), pois a interação entre espécies e habitat é influenciada por diversos fatores (DIAMOND, 1978; ROSENZWEIG, 1991). Esses fatores consistem no conjunto de recursos e condições ambientais que irão determinar a presença, sobrevivência e reprodução de uma população (GAILLARD et al., 2010), que podem ser estáticos ou dinâmicos (BEYER et al., 2010).

Alguns dos fatores que podem contribuir para o entendimento da seleção de habitat por espécies florestais são: questões populacionais intrínsecas relacionadas à distribuição, variações ambientais (relevo, rios, etc), estrutura da vegetação e a disponibilidade de alimento (CHUDZÍŃSKA et al., 2015; CODY, 1981; ROTENBERRY, 1985). Algumas teorias são comumente evocadas para explicar como as populações irão se comportar diante de diferentes situações, como, efeito Allee, teoria da distribuição livre ideal e a teoria de fonte e sumidouro (FRETWELL; LUCAS, 1969; PULLIAM, 1988; STEPHENS; SUTHERLAND, 1999; STEPHENS; SUTHERLAND; FRECKLETON, 1999). O primeiro estabelece que haveria benefícios na aproximação espacial dos indivíduos e isso seria mais importante do que as características do habitat (e.g. diminuição do risco de predação e maior chance de encontrar um parceiro). Enquanto o segundo prediz que os indivíduos terão preferências por ambientes com menor densidade populacional para aproveitar ao máximo os benefícios do habitat. Por fim, a terceira teoria assume que os melhores habitats podem estar distribuídos de forma heterogênea no ambiente e serem locais de dispersão de novos indivíduos (fonte), os quais poderiam ocupar habitats inadequados com consequente redução na sobrevivência (sumidouro).

Dessa maneira, essas explicações não são excludentes entre si, ou seja, para cada situação específica elas podem fornecer capacidades explicativas mais satisfatórias. Sendo assim, com o cenário de alterações ambientais (e.g. perda de

habitat e fragmentação), compreender como se dá a relação dos animais com o ambiente pode ser decisivo para tomadas de decisões de manejo e conservação, principalmente para os grupos mais afetados, como as espécies ameaçadas de extinção (BEHNKE; PEJCHAR; CRAMPTON, 2016).

A choquinha-de-alagoas, *Myrmotherula snowi* Teixeira & Gonzaga, 1985, é uma ave que está criticamente ameaçada de extinção (INTERNATIONAL, 2019; MMA, 2014). Atualmente, essa espécie habita o interior de remanescentes florestais restritas à Estação Ecológica de Murici, no nordeste brasileiro com uma população menor que 40 indivíduos (PEREIRA et al., 2014). Foi descrita em 1985 como uma espécie que ocorre na Mata Atlântica ombrófila de altitude média (550m) de Murici, no estado de Alagoas (TEIXEIRA; GONZAGA, 1985). Apenas 20 anos depois da primeira observação (1979) é que essa espécie foi registrada no estado de Pernambuco, inicialmente na Mata do Estado em 1999, São Vicente Férrer-PE, posteriormente na RPPN Frei Caneca em 2003, Jaqueira-PE, e por último no Engenho Jussará em 2005, Gravatá-PE (BARNETT; CARLOS; RODA, 2005; RODA; CARLOS, 2003; RODA; PEREIRA; DE MELO DANTAS, 2009). No entanto, o último registro da espécie em Pernambuco foi em 2009, na RPPN Frei Caneca (GUSSONI; FILHO, 2009), e atualmente é conhecida apenas a população de Murici-AL, o que torna a situação da *M. snowi* extremamente crítica.

Dessa maneira, considerando que a competição intraespecífica seja menor em populações pequenas, esses indivíduos teriam mais chances de serem encontrados nos locais com as melhores condições ambientais entre uma variedade de habitats disponíveis (PULLIAM; DANIELSON, 1991). Assumindo que a *M. snowi* encontra-se nesse cenário, iremos testar essa hipótese e elencar quais são as características ambientais que podem indicar os locais com maiores chances de ocupação da espécie. Além disso, iremos verificar se a detectabilidade da *M. snowi* varia ao longo do período reprodutivo e se existe outras espécies de aves bioindicadoras dos mesmos tipos de habitat que a *M. snowi* ocupa.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

As atividades de campo foram realizadas nos remanescentes florestais da Estação Ecológica (ESEC) de Murici (coordenadas geográficas 9° 12"S, 35° 52"O), uma unidade de conservação federal com 6.116 hectares (ICMBIO, 2017). A coleta de dados ocorreu no principal fragmento contínuo, composto pelas fazendas Bananeira, Angelim e Retiro que compreende em torno de 2 000 ha. Sua maior parte está situada no município de Murici no Estado de Alagoas, Brasil (Figura 1). A área é caracterizada como Floresta Ombrófila Densa (BRASIL, 2006), com altitude variando entre 200m a 660m, sendo a precipitação concentrada entre os meses de abril a setembro. Nas décadas anteriores ao ano 2000, houve intensa retirada de madeira e corte raso na área, sendo possível observar evidências dessas ações em trechos nos fragmentos florestais.

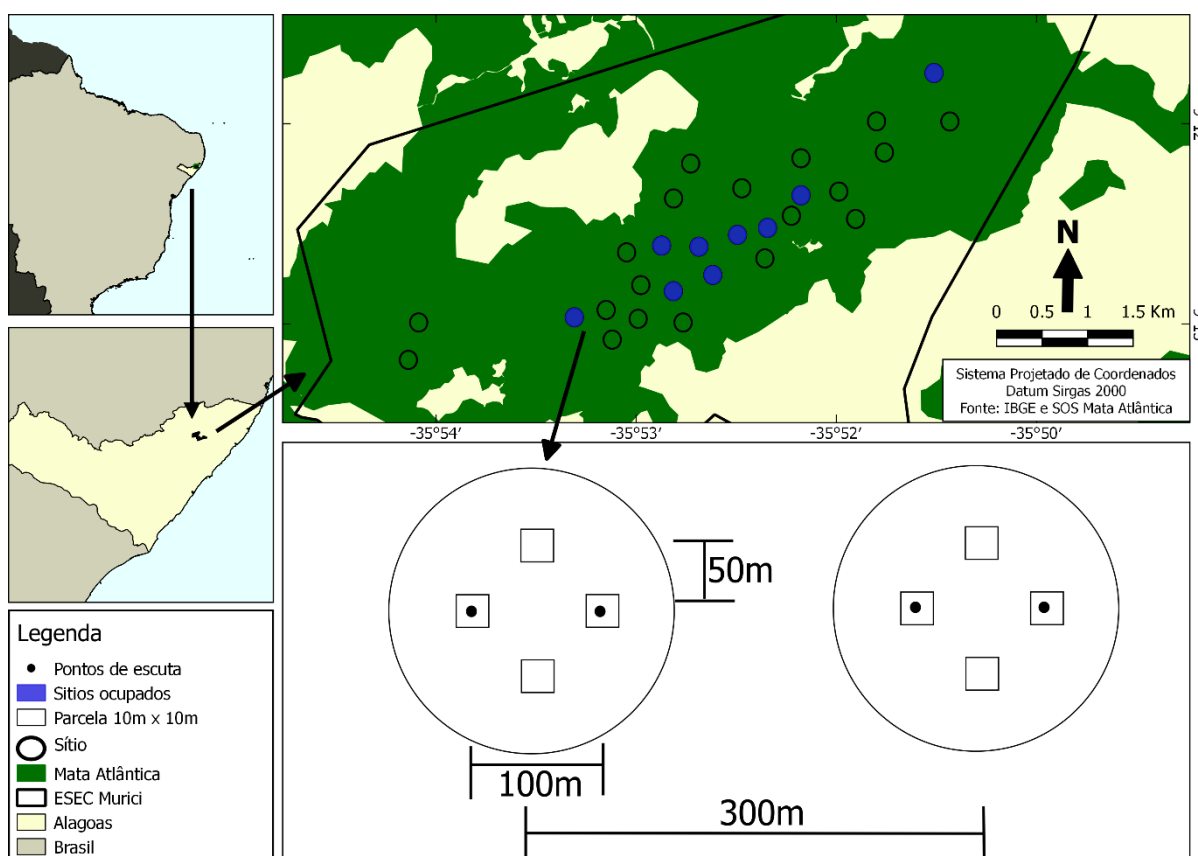


Figura 1. Área de estudo na ESEC Murici, Alagoas, Brasil, com 28 sítios amostrados (círculo) com detalhe nas unidades amostrais.

A pesquisa foi autorizada pelo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), através do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), sob o número 63650.

Amostragem e caracterização do habitat

Para verificar a existência da relação entre variáveis do habitat com os locais que *M. snowi* ocupa, foram selecionados 28 sítios, sendo 14 previamente escolhidos por serem sítios onde a ave havia sido registrada ao menos uma vez no período de 2016 a 2018, enquanto os outros 14 sítios foram distribuídos aleatoriamente, com uma distância mínima de 300 metros entre si. Cada sítio consistiu em uma área circular com 200 metros de diâmetro (aproximadamente 1,5 vezes ao tamanho do território de *M. snowi*, em torno de 2 hectares, dados não publicados) (Figura 1).

Myrmotherula snowi é uma ave que ocupa o interior de florestas úmidas (ESEC Murici, AL) e semi-úmidas (RPPN Frei Caneca, Mata do Estado e Engenho Jussará, PE) montanhosas com altitude média de 600m (RODA; CARLOS, 2003; RODA; PEREIRA; DE MELO DANTAS, 2009; TEIXEIRA; GONZAGA, 1985). Admite-se que ela ocupa ambientes íngremes, estreitos e próximo de riachos (RODA; CARLOS, 2003; RODA; PEREIRA; DE MELO DANTAS, 2009). Além disso, essa ave procura por pequenos invertebrados (e.g. aranha, baratas, grilos) ao longo da verticalidade da mata, ocupando principalmente o sub-bosque da floresta, sendo os substratos de folhas mortas suspensas e folhas verdes os locais mais investigados por ela (TEIXEIRA; GONZAGA, 1985; WHITNEY; PACHECO, 1997). De acordo com esses aspectos da história natural da ave, foram escolhidos oito potenciais fatores que caracterizam o habitat de *M. snowi*, a saber: altitude, declividade, distância para riacho, distância para borda, média da circunferência na altura do peito das 10 árvores mais largas (CAP10), altura média das árvores, densidade de árvores e quantidade de invertebrados nos substratos.

Informações de altitude e declividade média do terreno foram obtidas através de dados de elevação digital de satélites com 1 Arc-Sec de resolução (<https://glovis.usgs.gov/app>) e analisado no software QGis (versão 2.18.22). A distância para corpo d'água e borda mais próximo foi calculada com auxílio do

software QGis (versão 2.18.22). A média da circunferência a altura do peito (CAP) das 10 árvores mais largas (critério adotado para extrair informação mais representativa para cada sítio), a altura média das árvores e densidade de árvores foram mensurados em quatro parcelas de 10 x 10 m em direção aos quatro pontos cardeais (N, S, L e O), distante 50 metros do ponto central do sítio (Figura 1). Em cada parcela, foi mensurada a altura das árvores maiores ou igual a 1,5m e com CAP maior ou igual a 16 cm, com uso de trena digital, Leica Disto D5 e fita métrica, respectivamente. A disponibilidade de invertebrados nos substratos foi calculada a partir da identificação dos grupos taxonômicos e somatório de todos os indivíduos presentes nas folhas mortas suspensas e folhas verdes. As coletas foram feitas em três alturas distintas: baixo (0,5 a 1,9 metros), médio (2 a 4,5 metros) e alto (4,6 a 6 metros), para cada altura foram coletados três aglomerados de folhas (geralmente de 2 a 5 folhas) por substrato (folha morta ou verde). Em toda captura houve o cuidado para que os invertebrados não fugissem e no caso de fuga informações do tamanho aproximado e nível taxonômico eram anotados (GRADWOHL; GREENBERG, 1984). As folhas localizadas até 1,9 metros de altura foram capturadas manualmente e acomodados em saco plástico de 200 litros de gramatura espessa, enquanto para a captura das folhas a partir de 2 metros foi utilizado hastes de alumínio que continha um aro fixado na extremidade com um sistema de fechamento da abertura do saco por corda. Após cada captura, era depositado um algodão umedecido em acetato de etila dentro do saco. As coletas foram feitas andando aleatoriamente dentro do sítio (Figura 1) em duas ocasiões distintas, uma no começo do período reprodutivo (novembro e dezembro de 2018) e a outra no final do período reprodutivo (fevereiro e março de 2019). Dessa maneira, foi somado a quantidade de indivíduos de invertebrados desses dois períodos para obter os valores de disponibilidade de recurso.

A correlação entre todas variáveis foi checada para evitar superparametrização nos modelos. Para isso, foi usado uma matriz de correlação de spearman no software R (2019), onde nenhuma variável autocorrelacionada ($r > 0.7$) foi encontrada (Anexo 1).

Sítios de ocupação de *Myrmotherula snowi* e identificação da avifauna

Para amostrar a ocupação de *M. snowi* e a avifauna local (Figura 1) foram realizados dois pontos de contagem, ambos com duração de 10 minutos e distante 100 metros entre si em cada sítio. Ao final do segundo ponto de contagem, caso a ave não fosse registrada, era utilizada a técnica de *playback* (reprodução da vocalização da ave por meio de caixa de som portátil, JBL modelo Clip 3) por menos 2 minutos não contínuo, e era esperado ao menos 5 minutos para eventual resposta da ave. No *playback*, vocalizações de canto e chamado eram intercaladas. Todos os pontos foram gravados com auxílio de gravadores (Marantz PMD661 MKII ou Zoom H5) e microfones direcionais (Sennheiser ME66 ou Yoga HT81) a fim de auxiliar na correta identificação da avifauna e obter registro testemunho de todas espécies encontradas. Os pontos foram feitos até 3 horas após o amanhecer, aproveitando a maior atividade das aves e dias muito nublados ou chuvosos foram evitados. As informações dos dois pontos de contagem foram usadas para caracterizar a avifauna de cada sítio. Todos os 28 sítios foram visitados mensalmente durante seis meses por dois anos, caracterizando cada *season* (temporada). O primeiro *season* ocorreu entre outubro-2018 a março-2019 e o segundo *season* entre outubro-2019 a março-2020.

Modelos e probabilidade de ocupação por *Myrmotherula snowi*

Para verificar se a ocupação da *M. snowi* foi influenciada pelas variáveis de habitat, foram utilizados modelos de ocupação *single-season* com detecção menor que 1 no software Mark (versão 9.0). Esse programa utiliza o conceito de detecção imperfeita para o registro da ocupação das espécies, o qual leva em consideração que nem sempre é possível encontrar o animal durante a visita em um determinado sítio, trocando a tradicional ideia de presença/ausência para um valor de probabilidade que varia entre 0 e 1 de detecção da espécie (MACKENZIE et al., 2002, 2005). Os modelos de ocupação levam em consideração algumas premissas, como: (i) a ocupação de cada sítios não tenha chance de ser alterada ao longo da *season* (sítios que são ocupados ou não, permanecerão assim até o final da *season*); (ii) a chance de detecção e ocupação seja a mesma para todos os sítios, caso seja heterogênea que ela seja apropriadamente modelada; (iii) as visitas para cada sítio são independentes entre si; (iv) a espécie em questão não pode ser identificada incorretamente (MACKENZIE et al., 2003, 2017; MACKENZIE; ROYLE, 2005).

Para selecionar o modelo que melhor explica a ocupação da ave foram geradas todas as possíveis combinações com as oito variáveis totalizando 256 modelos. Além desses, foram somados modelos de detectabilidade, *season*, nulo e global. Entre os modelos sob efeito das variáveis de habitat foi realizado a seleção daqueles que possuíam apenas parâmetros informativos, sendo os modelos não-informativo descartados para não enviesar as análises de peso médio de cada variável.

A escolha do modelo mais parcimonioso foi através do menor valor de AICc (Akaike's information criterion para pequenas amostras) e diferença de até 2 AICc ($\Delta AICc \leq 2$) pro modelo melhor ranqueado, observando a capacidade explicativa do modelo através do peso do modelo (w_i) (ARNOLD, 2010).

Espécies indicadoras

Para identificar se alguma espécie de ave pode ser bioindicadora dos locais que *M. snowi* ocupou, foi usado o teste estatístico *Indicator Value*, função *multipatt* do pacote *indicspecies* (DE CÁCERES; LEGENDRE, 2009) no software R (2019). Esse teste é comumente utilizado para encontrar “espécies indicadores” para monitorar mudanças ambientais e acessar os impactos de um distúrbio no ecossistema (CARIGNAN; VILLARD, 2002). Porém, Mcgeoch (1998) sugeriu o uso desse teste como indicador da diversidade de outras espécies ou comunidade de algum tipo de área em particular. O *Indicator Value* baseia-se nos conceitos de especificidade (quando a espécie está presente no grupo-alvo, mas não em outros grupos, indicado pela letra ‘A’) e fidelidade (quando a espécie está presente em todos os sítios do grupo-alvo, indicado pela letra ‘B’). Um alto *Indicator Value* é obtido por uma combinação de alta especificidade e fidelidade. Porém, é preciso ficar atento para algumas considerações com o uso desse método, pois ele é sensível para espécies que são amplamente distribuídas na área de estudo, ou seja, que normalmente irão apresentar elevado nível de fidelidade (B) em vários grupos (LAWLER et al., 2003).

Para usar o teste *Indicator Value* é recomendado que os grupos tenham números semelhantes de sítios. Dessa forma, os 28 sítios foram separados em três grupos distintos: no primeiro grupo inclui todos os sítios de presença da *M. snowi* (n=9), enquanto o segundo (n=9) e o terceiro (n=10) grupo ficaram com o restante dos

sítio, dessa forma, o teste será capaz de verificar se há alguma espécie indicadora do primeiro grupo. O pacote do teste estatístico utilizado resolve a falta de equalização dos grupos (número diferente de sítio para cada grupo) como recomendado em Cáceres e Legendre (2009).

RESULTADOS

Foram observados 17 indivíduos de *M. snowi* (10 machos, 6 fêmeas e 1 jovem) em nove sítios dentre os 28 amostrados (Tabela 1). As detecções foram predominantes durante os três primeiros meses da pesquisa, que corresponde a outubro, novembro e dezembro (Tabela 2). No primeiro *season* foram registrados 12 indivíduos (7 machos, 4 fêmeas e 1 jovem), em sete sítios. Enquanto no segundo *season* foram observados 10 indivíduos (6 machos e 4 fêmeas) em seis sítios. No segundo *season* foram incorporados na população conhecida três machos e duas fêmeas, assim como dois novos sítios (Tabela 1).

Tabela 1. Sítios ocupados por *Myrmotherula snowi* em duas temporadas (*seasons*) entre outubro-2018 e março-2020, e informações de sexo e idade de indivíduos registrados. M: macho; F: fêmea; J: jovem.

Sítios	Season 1	Season 2	Season 1+2
B9-10	M / F / J	M / F	3
B19-20	M / F	M / F	3
B25-26	M / F	M	2
B27-28	M / F	Ausência	2
B29-30	M	Ausência	1
B37-38	M	Ausência	1
B41-42	Ausência	M / F	2
B45-46	Ausência	M	1
B59-60	M	M / F	2
Total	12	10	17

O melhor modelo encontrado indicou ao menos três variáveis como relevantes na ocupação da *M. snowi*, altura média das árvores, declividade e distância para o riacho, com peso de AICc 0,42, o segundo melhor modelo indicou duas variáveis, altura média das árvores e declividades, e apresentou peso de AICc de 0,24, seguido do modelo nulo com peso de AICc de 0,14 (Tabela 2). A partir da análise da média dos modelos, apenas altura média das árvores (0,61), declividade (0,61) e distância para o riacho (0,54) que tiveram valores superiores a 0,5. A relação da ocupação da *M. snowi* está associada aos ambientes com as árvores mais altas (Figura 2), em regiões planas (Figura 3) e próximos a riachos (Figura 4). Os modelos também indicaram que não houve diferença de ocupação entre as duas *seasons* (distância AICc de 2,54 para o melhor modelo), demonstrando pouca taxa de colonização e extinção de sítios. Além disso, a detecção da ave apresentou uma forte tendência para

os meses de outubro, novembro e dezembro e que esse padrão se repetiu nas duas seasons (Figura 5).

Tabela 2. Modelos de ocupação da *Myrmotherula snowi* durante duas seasons (2018 a 2020) sob efeito de oito variáveis ambientais.

Modelo	AICc	Δ AICc	wi	Likelihood do modelo	K	Desvio	$-2\log(L)$
p (período), ψ (Decli + DistR + AltuA)	149.62	0	0.46	1	6	135.91	135.91
p (período), ψ (Decli + AltuA)	150.93	1.31	0.24	0.52	5	139.73	139.73
p (período), ψ (.)	151.99	2.36	0.14	0.31	3	145.52	145.52
p (período), ψ (Decli + DistR + AltuA + Season)	152.16	2.54	0.12	0.28	7	135.83	135.83
p (período), ψ (Inver)	154.28	4.65	0.05	0.10	4	145.49	145.49
p (período), ψ (Dap)	154.30	4.68	0.04	0.10	4	145.52	145.52
p (período), ψ (DenA + Inver)	156.36	6.74	0.02	0.03	5	145.16	145.16
p (período), ψ (Dap + DenA)	156.38	6.76	0.02	0.03	5	145.18	145.18
p (período), ψ (Dap + Inver)	156.69	7.06	0.01	0.03	5	145.49	145.49
p (período), ψ (DistR + DenA + Inver)	158.36	8.74	0.01	0.01	6	144.65	144.65
p (período), ψ (Dap + DenA + Inver)	158.87	9.24	0.0	0.01	6	145.15	145.15
p (período), ψ (Alti + Decli + DistB + DistR + Dap + AltuA + DenA + Inver)	160.02	10.40	0.0	0.01	11	132.02	132.02
p (período), ψ (DistB + DistR + DenA + Inver)	160.38	10.76	0.0	0.00	7	144.05	144.05
p (período), ψ (DistB + DistR + Dap + DenA)	160.44	10.82	0.0	0.00	7	144.11	144.11
p (período), ψ (DistB + DistR + Dap + Inver)	160.48	10.86	0.0	0.00	7	144.15	144.15
p (período), ψ (DistB + Dap + DenA + Inver)	160.59	10.97	0.0	0.00	7	144.26	144.26
p (período), ψ (DistR + Dap + DenA + Inver)	160.98	11.36	0.0	0.00	7	144.65	144.65
p (período), ψ (DistB + DistR + Dap + DenA + Inver)	163.10	13.48	0.0	0.00	8	144.04	144.04
p (.), ψ (Altit + Decli + DistB + DistR + Dap + AltuA + DenA + Inver)	166.47	16.85	0.0	0.00	10	141.58	141.58
p (Season + período), ψ (Season + Altit + Decli + DistB + DistR + Dap + AltuA + DenA + Inver)	166.50	16.88	0.0	0.00	13	131.83	131.83
p (Season + t), ψ (Season + Altit + Decli + DistB + DistR + Dap + AltuA + DenA + Inver)	180.00	30.38	0.0	0	17	129.90	129.90

Legenda: ocupação (Ψ); detectabilidade (p); ausência de covariável testada (.); Critério de Informação de Akaike corrigido (AICc); diferença do modelo em questão para o melhor modelo ranqueado (Δ AICc); peso do modelo (wi); número de parâmetros (K); Decli: declividade; DistR: distância para riacho; AltuA: altura média das árvores; Inver: disponibilidade de invertebrados; DenA: densidade de árvores; Dap: diâmetro das 10 maiores árvores; Altit: altitude.

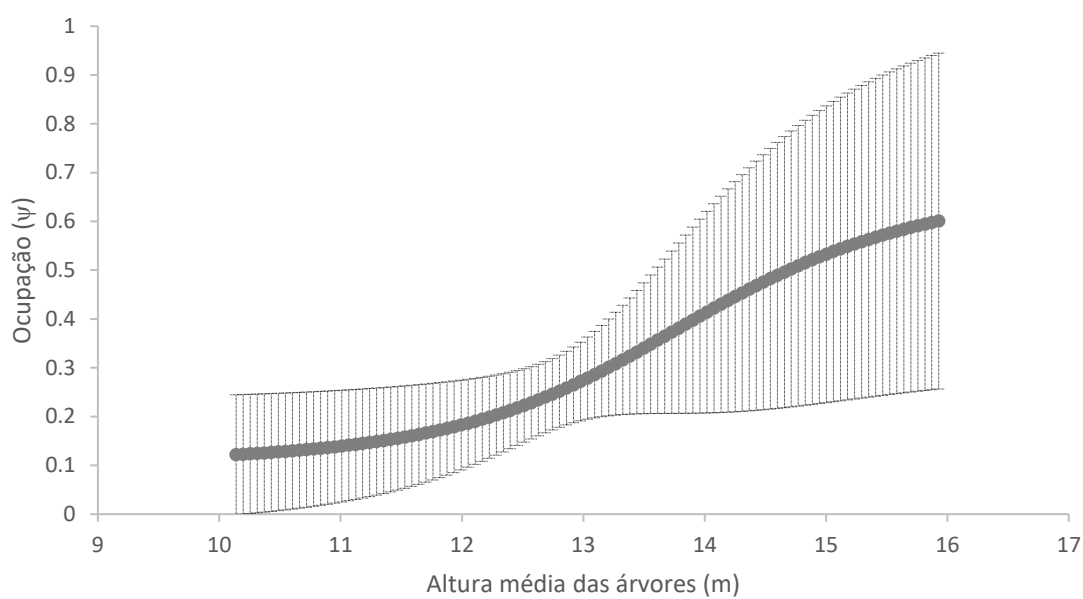


Figura 2. Ocupação de *Myrmotherula snowi* de acordo com covariável de altura média das árvores.

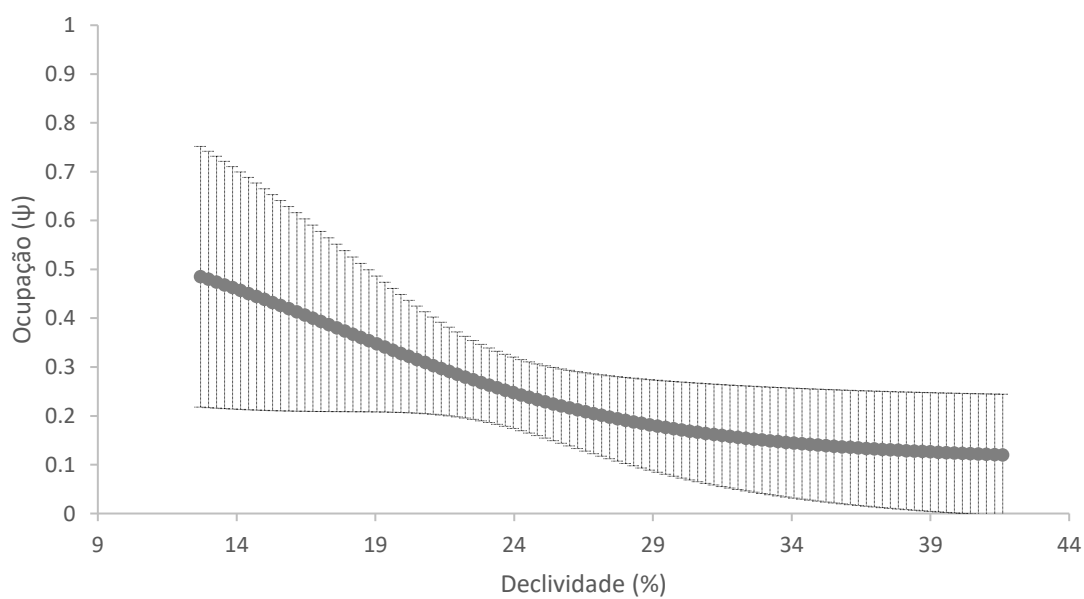


Figura 3. Ocupação de *Myrmotherula snowi* de acordo com covariável de declividade.

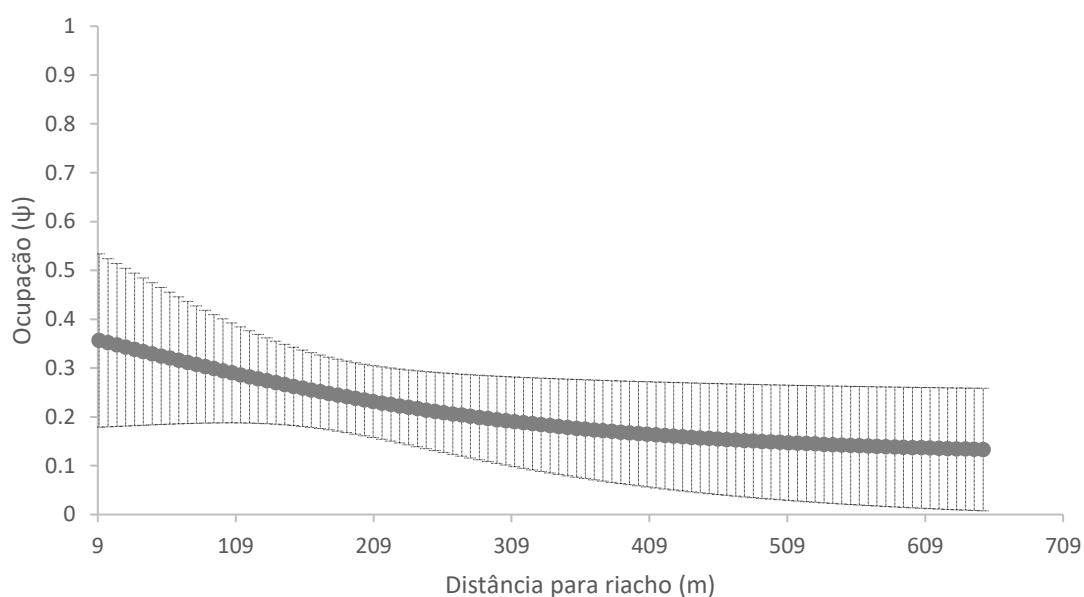


Figura 4. Ocupação de *Myrmotherula snowi* de acordo com covariável de distância para riacho.

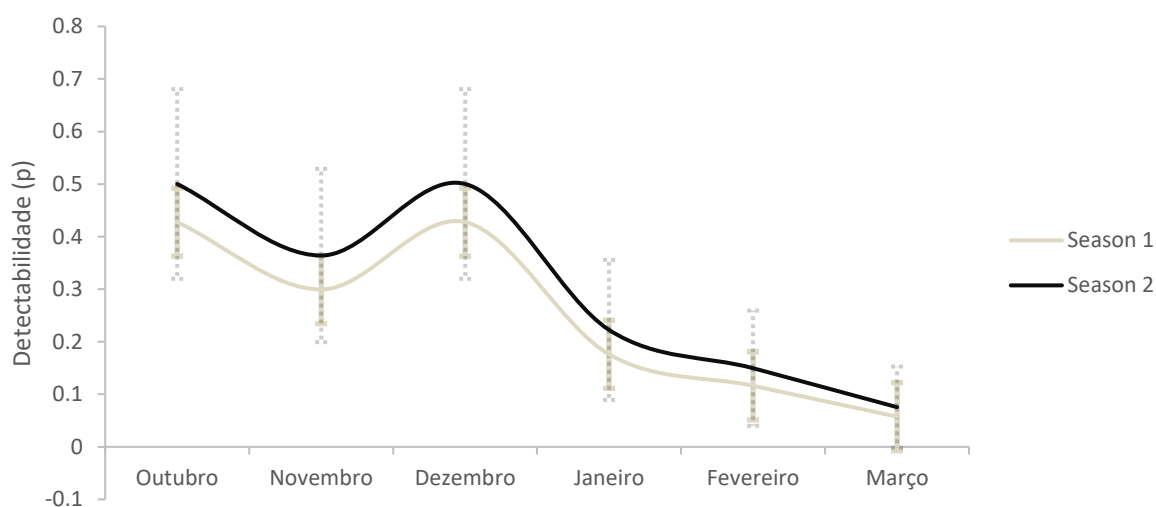


Figura 5. Variação da detecção de *Myrmotherula snowi* de acordo com os meses ao longo de duas seasons (2018 e 2020).

Foram registradas 97 espécies de aves nos 28 sítios amostrados. A riqueza média por sítio foi de 43 ± 5 (máx: 60 e mín: 34) espécies e abundância média de 80 ± 9 (máx: 112 e mín: 60) indivíduos. O picapauzinho-de-pernambuco, *Picumnus pernambucensis* Zimmer, 1947, e o surucuá-de-murici, *Trogon muriciensis* Dickens et al, 2021, foram as únicas espécies com significativo valor no teste do *Indicator Value*

(Tabela 6), com 0,69 (A: 0,47; B: 1,0 e p-value: 0,001) e 0,65 (A: 0,63, B: 0,67 e p-value: 0,04), respectivamente. Embora *P. pernambucensis* tenha atingido o valor máximo de fidelidade no grupo 1, ele também atingiu valor máximo no grupo 3 (Tabela 6). Essa espécie foi registrada em 25 sítios entre os 28 amostrados. Enquanto que *T. muriciensis*, foi observado em 12 sítios, dos quais seis foram sítios ocupados por *M. snowi*.

Tabela 3. Resultado do teste Indicator value (IndVal) para as duas espécies que tiveram valor significativo no grupo 1, que representa os sítios ocupados pela *Myrmotherula snowi*. Grupos 2 e 3, representam os restantes dos sítios da área de estudo.

Táxon	Grupo 1 (n:9)				Grupo 2 (n:9)			Grupo 3 (n:10)		
	A	B	IndVal	valor-p	A	B	IndVal	A	B	IndVal
<i>Myrmotherula snowi</i> Teixeira & Gonzaga 1985	1	1	1	0.001**	0	0	0	0	0	0
<i>Picumnus pernambucensis</i> Zimmer 1947	0.47	1	0.69	0.001**	0.16	0.67	0.32	0.38	1	0.61
<i>Trogon muriciensis</i> Dickens et al, 2021	0.63	0.67	0.65	0.036*	0.25	0.44	0.34	0.11	0.20	0.15

Legenda: especificidade (A); fidelidade (B); valores de significância entre 0.05 e 0.01 (*); valores de significância entre 0 e 0.001 (**).

DISCUSSÃO

Considerando que o baixo tamanho populacional favoreça a seleção dos habitats mais adequado para a espécie, é possível notar um padrão na seleção do habitat pela *M. snowi*, onde, em situação semelhante a atual população da ave, mas no estado de Pernambuco, os autores Roda; Carlos (2003) e Roda; Pereira, Dantas (2009) perceberam que a presença da ave era mais comum nos mesmos tipos de ambientes encontrado pela atual pesquisa, com exceção a declividade, pois eles relataram ambientes mais íngremes para presença da ave, o que foi percebido o contrário pelos modelos de ocupação. Sendo assim, a altura média das árvores e proximidade de riacho informações comumente associadas a presença da ave.

Os resultados indicam que a detecção da *M. snowi* é significativamente maior no período de outubro a dezembro, possivelmente associado ao aumento da frequência de vocalizações e defesa de território (MALLET-RODRIGUES; DE NORONHA, 2003), além disso, coincide com o início do período seco e com alta disponibilidade recurso alimentar para as aves insetívoras.

A especificidade da *M. snowi* para ocupar habitats próximo a riachos com árvores altas em regiões planas podem ter sido a justificativa para a atual raridade da

ave, visto que as duas últimas características ambientais são as preferidas no processo de desmatamento, visto o benefício do uso da madeira no comércio e dos locais planos preferíveis no uso do solo para agropecuário. Por conta disso, mesmo que alguns habitats voltem a apresentar as condições adequadas para a ocupação, o reduzido tamanho populacional da espécie pode ser o maior entrave atual para o recrutamento de novos indivíduos, visto que são mais suscetíveis ao risco de extinção por eventos estocásticos e fatores intrínsecos da população, como a taxa de recrutamento, idade de maturação dos jovens, razão sexual e sobrevivência dos adultos (DALE, 2001; PIMM; JONES; DIAMOND, 1988; TEMPLE, 1986). Há uma necessidade de estudos com esses focos na população de *M. snowi*.

Trogon muriciensis foi uma espécie que pode ser considerada indicadora dos ambientes ocupados por *M. snowi*. Vale ressaltar que *T. muriciensis* era raramente observado em Murici em 1986 (TEIXEIRA; NACINOVIC; TAVARES, 1986) e, atualmente, sua observação continua sendo rara e restrita a trechos específicos da floresta. Ainda, diferente de *M. snowi*, *T. muriciensis* é uma ave restrita aos estratos superiores da floresta e forrageia capturando frutos, insetos e pequenos vertebrados que ficam expostos na vegetação, em estratégias do tipo “senta e espera” (PARRINI, 2015). No entanto, registramos *T. muriciensis* em 12 sítios, dos quais 10 tem árvores com altura média maior que 12 metros. Apesar de *Picumnus pernambucensis* apresentar alta fidelidade, ele não é uma espécie recomendada como indicadora dos mesmos habitats da *M. snowi*, pois é possível encontrá-lo nos grupos onde a *M. snowi* é ausente com alta fidelidade (registrada em 25 dos 28 sítios), sendo uma espécie comum na área de estudo (LAWLER et al., 2003).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que exista mais habitat disponível do que se imaginava para a ocupação da *M. snowi*, torna-se urgente compreender quais são as causas que impedem que ela ocupe essas áreas. Utilizar modelos que consideram os habitats ocupados com pesos diferentes podem refletir modelos mais precisos, pois a ocupação do sítio não diz respeito se são locais com maiores chances de sobrevivência e reprodução (HORNE, 1983; PULLIAM; DANIELSON, 1991). Para acessar essas informações é preciso conhecer parâmetros reprodutivos,

sobrevivência, taxas de ocupação, extinção e colonização dos sítios (LELE et al., 2013; MACKENZIE et al., 2003; RESETARITS; SILBERBUSH, 2016). Além disso, é necessário ficar atento para os parâmetros demográficos que podem acelerar o processo de extinção em populações pequenas (DALE, 2001). Considerando ainda a possibilidade de ações ativas de conservação, como buscas prioritárias da ave em outros locais, reprodução em cativeiro e soltura de indivíduos de *M. snowi*, é possível priorizar as buscas nos meses de outubro a dezembro e sítios de soltura indicados nos locais com elevada altura média das árvores (ao menos superior a 12 metros), próximo a riachos e em regiões planas, assim como em locais com ocorrência de *T. muriciensis*.

Essa não é a primeira vez que estamos sendo capazes de acompanhar o processo de extinção de uma ave. Especialmente, nessa região, que várias espécies já desapareceram, com especial atenção a *Philydor novaesi* Teixeira & Gonzaga, 1983 e *Cichlocolaptes mazarbarnetti* Mazar Barnett & Buzzetti, 2014, consideradas extintas recentemente (MMA, 2014). Portanto, entender claramente como a ave interage com o ambiente é fundamental para concentrar esforços de conservação e nossos resultados demonstram uma contribuição para esse fim.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNOLD, T. W. Criterion Uninformative Parameters and Model Selection Using Akaike's Information Criterion. **Journal of W**, v. 74, n. 6, p. 1175–1178, 2010.
- BARNETT, J. M.; CARLOS, C. J.; RODA, S. A. Renewed hope for the threatened avian endemics of northeastern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 14, n. 9, p. 2265–2274, 2005.
- BEHNKE, L. A. H.; PEJCHAR, L.; CRAMPTON, L. H. Occupancy and habitat use of the endangered Akikiki and Akekee on Kauai Island, Hawaii. **The Condor**, v. 118, n. 1, p. 148–158, 2016.
- BRASIL, M. D. M. A. Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco. . 2006.
- CARIGNAN, V.; VILLARD, M. Selecting indicator species to monitor ecological

integrity: a review. **Environmental Monitoring and Assessment**, n. 78, p. 45–61, 2002.

CHUDZIŃSKA, M. E. et al. Using habitat selection theories to predict the spatiotemporal distribution of migratory birds during stopover - a case study of pink-footed geese *Anser brachyrhynchus*. **Oikos**, v. 124, n. 7, p. 851–860, 2015.

CODY, M. L. Habitat Selection in Birds: The Roles of Vegetation Structure, Competitors, and Productivity. **BioScience**, v. 31, n. 2, p. 107–113, 1981.

DALE, S. Female-biased dispersal, low female recruitment, unpaired males, and the extinction of small and isolated bird populations. **Oikos**, v. 2, n. 92, p. 344–356, 2001.

DE CÁCERES, M.; LEGENDRE, P. Associations between species and groups of sites: Indices and statistical inference. **Ecology**, v. 90, n. 12, p. 3566–3574, 2009.

DIAMOND, J. M. Niche Shifts and the Rediscovery Interspecific Competition: Why did field biologists so long overlook the of widespread evidence for interspecific competition that had already impressed Darwin? **American Scientist**, v. 66, n. 3, p. 322–331, 1978.

FRETWELL, S. D.; LUCAS, H. L. On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in birds. **Acta Biotheoretica**, v. 19, n. 1, p. 16–36, 1969.

GAILLARD, J. et al. Habitat – performance relationships : finding the right metric at a given spatial scale. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, p. 2255–2265, 2010.

GODVIK, I. M. R. et al. Temporal scales, trade-offs, and functional responses in red deer habitat selection. **Ecology**, v. 90, n. 3, p. 699–710, 2009.

GRADWOHL, J. A.; GREENBERG, R. Search behavior of the checker-throated antwren foraging in aerial leaf litter. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 15, p. 281–285, 1984.

HORNE, B. V. Density as a Misleading Indicator of Habitat Quality. **The Journal of Wildlife Management**, v. 47, n. 4, p. 893–901, 1983.

ICMBIO. **Diagnóstico Estação Ecológica de Murici**. [s.l: s.n.].

INTERNATIONAL, B. **Myrmotherula snowi**. **The IUCN Red List of Threatened Species** 2019. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/22724407/137581714>>. Acesso em: 11 maio. 2020.

JONES, J. Habitat Selection Studies in Avian Ecology: A Critical Review. **The Auk**, v. 118, n. 2, p. 557–562, 2001.

LAWLER, J. J. et al. Rare Species and the Use of Indicator Groups for Conservation Planning. **Conservation Biology**, v. 17, n. 3, p. 875–882, 2003.

LELE, S. R. et al. Selection, use, choice and occupancy: Clarifying concepts in resource selection studies. **Journal of Animal Ecology**, v. 82, n. 6, p. 1183–1191, 2013.

MACKENZIE, D. I. et al. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. **Ecology**, v. 83, n. 8, p. 2248–2255, 2002.

MACKENZIE, D. I. et al. Estimating site occupancy, colonization, and local extinction when a species is detected imperfectly. **Ecology**, v. 84, n. 8, p. 2200–2207, 2003.

MACKENZIE, D. I. et al. Improving inferences in population studies of rare species that are detected imperfectly. **Ecology**, v. 86, n. 5, p. 1101–1113, 2005.

MACKENZIE, D. I. et al. **Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence**. [s.l.] Elsevier, 2017.

MACKENZIE, D. I.; ROYLE, J. A. Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort. **Journal of Applied Ecology**, v. 42, n. 6, p. 1105–1114, 2005.

MALLET-RODRIGUES, F.; DE NORONHA, M. L. M. Variação na taxa de captura de passeriformes em um trecho de mata atlântica de encosta, no sudeste do Brasil. **Ararajuba**, v. 11, n. 1, p. 111–118, 2003.

MCGEOCH, M. A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological reviews**, v. 73, n. 2, p. 181–201, 1998.

MMA. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção. Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014. Ministério do Meio Ambiente. **Diário Oficial da**

União, v. 245, n. 1, p. 121–126, 2014.

MYSTERUD, A.; IMS, R. A. Functional responses in habitat use: Availability influences relative use in trade-off situations. **Ecology**, v. 79, n. 4, p. 1435–1441, 1998.

PARRINI, R. **Quatro Estações: história natural das aves na Mata Atlântica: uma abordagem trófica**. 1ª Ed ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2015.

PEREIRA, G. A. et al. Status of the globally threatened forest birds of Northeast Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)**, v. 54, n. 14, p. 177–194, 2014.

PIMM, S. L.; JONES, H. L.; DIAMOND, J. On the Risk of Extinction. **The American Naturalist**, v. 132, n. 6, p. 757–785, 1988.

PULLIAM, H. R.; DANIELSON, B. J. Sources, sinks, and habitat selection: a landscape perspective on population dynamics. **The American Naturalist**, v. 137, p. S50–S66, 1991.

PULLIAM, R. Sources, sinks, and population regulation. **The American Naturalist**, v. 132, n. 5, p. 652–661, 1988.

RESETARITS, W. J.; SILBERBUSH, A. Local contagion and regional compression: Habitat selection drives spatially explicit, multiscale dynamics of colonisation in experimental metacommunities. **Ecology Letters**, v. 19, n. 2, p. 191–200, 2016.

RODA, S. A.; CARLOS, C. J. New records for some poorly known birds of the Atlantic Forest in north-east Brazil Species accounts. **Cotinga**, v. 20, p. 17–20, 2003.

RODA, S. A.; PEREIRA, G. A.; DE MELO DANTAS, S. Alagoas Antwren *Myrmotherula snowi*: A new locality and remarks on its conservation. **Cotinga**, v. 31, n. 1, p. 74–75, 2009.

ROSENZWEIG, M. L. Habitat selection and population interactions: the search for mechanism. **The American Naturalist**, v. 137, p. S5–S28, 1991.

ROTENBERRY, J. T. The role of habitat in avian community composition: physiognomy or floristics? **Oecologia**, v. 67, n. 2, p. 213–217, 1985.

STEPHENS, P. A.; SUTHERLAND, W. J. Consequences of the Allee effect for behaviour, ecology and conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 14, n. 10,

p. 401–405, 1999.

STEPHENS, P. A.; SUTHERLAND, W. J.; FRECKLETON, R. P. What Is the Allee Effect ? **Oikos**, v. 87, n. 1, p. 185–190, 1999.

TEAM, R. C. **R: A Language and Environment for Statistical Computing, version 3.6.1. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing**, 2019.

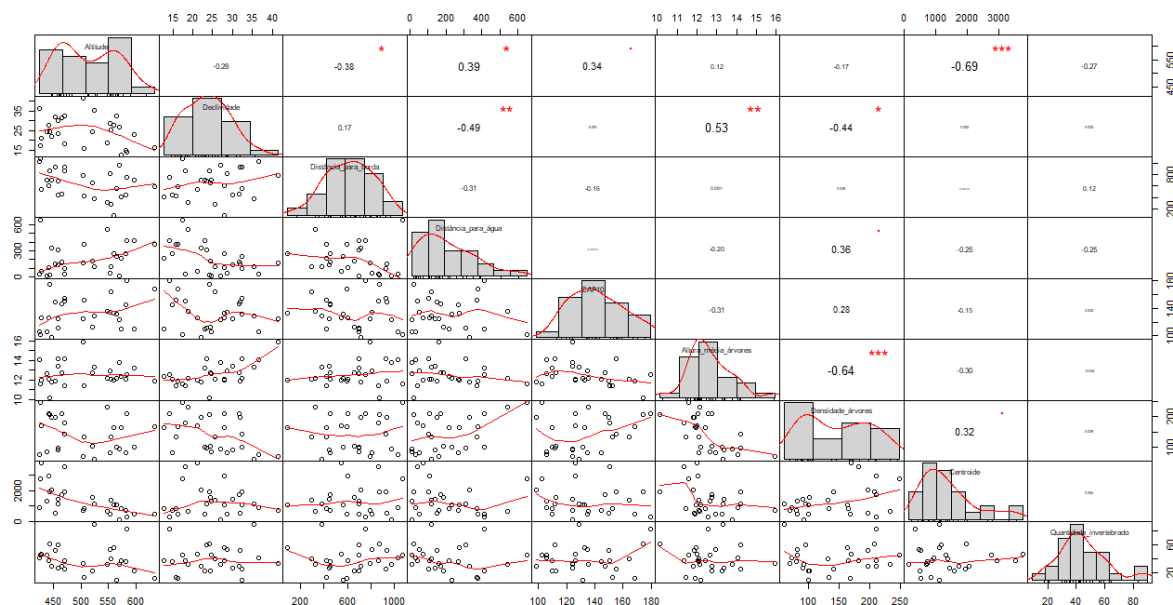
TEIXEIRA, D. M.; GONZAGA, L. P. Uma nova subespécie de *Myrmotherula unicolor* (Menétriés, 1835) (Passeriformes, Formicariidae) do nordeste do Brasil. **Boletim do Museu Nacional**, v. 310, p. 1–15, 1985.

TEIXEIRA, D. M.; NACINOVIC, J. B.; TAVARES, M. S. Notes on some birds of northeastern Brazil. **Bulletin of the British Ornithologists' Club.**, v. 106, p. 70–74, 1986.

TEMPLE, S. A. The Problem of Avian Extinctions. In: JOHNSTON, R. F. (Ed.). . **Current Ornithology: Volume 3**. Boston, MA: Springer US, 1986. p. 453–485.

WHITNEY, B. M.; PACHECO, J. F. Behavior, vocalizations, and relationships of some *Myrmotherula antwrens* (Thamnophilidae) in eastern Brazil, with comments on the "plain-winged" group. **Ornithological Monographs**, p. 809–819, 1997.

ANEXOS



Anexo 1. Correlação de spearman de todas as covariáveis utilizadas nos modelos de ocupação sequencial da diagonal das variáveis: altitude, declividade, distância para borda, distância para água, CAP das 10 maiores árvores, altura média das árvores, número de árvores, proximidade ao centroide.