UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº

NINHOS AZUIS: O PRIMEIRO REGISTRO DO USO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS NA NIDIFICAÇÃO DE AVES NA COSTA AMAZÔNICA, BRASIL

Dissertação apresentada por:

ADRIELLE CAROLINE LOPES

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho (UFPA)

Belém – Pará

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L864n Lopes, Adrielle Caroline.

Ninhos azuis: o primeiro registro do uso de resíduos plásticos na nidificação de aves na Costa Amazônica, Brasil / Adrielle Caroline Lopes. — 2024.

xiii, 69 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Belém, 2024.

1. Resíduos marinhos 2. Nidificação 3. Pesca 4. Pássaros 5. Amazônia brasileira. I. Título.

CDD 578.77

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PROGRAMADE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

NINHOS AZUIS: O PRIMEIRO REGISTRO DO USO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS NA NIDIFICAÇÃO DE AVES NA COSTA AMAZÔNICA, BRASIL

Dissertação apresentada por

ADRIELLE CAROLINE LOPES

Como requisito parcial à obtenção de Grau de Mestre em Ciências na Área de OCEANOGRAFIA e Linha de Pesquisa AVALIAÇÃO E GESTÃO DE RECURSOS AQUÁTICOS

Data de Aprovação: 21/06/2024

Banca Examinadora:

Prof.Dr. José Eduardo Martinelli Filho (Orientador – UFPA)

Prof. Dra. Lílian Lund Amado (Membro Interno – UFPA)

(Membro Externo – Museu de História Natural do Ceará - UECE)

Prof.Dra. Gabriela Silva Ribeiro Gonçalves (Membro Externo – BIOMACRO - UFPA)

Dedico este trabalho
à minha mãe, cuja
força, amor e apoio
sempre foram a
minha maior
motivação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por todas as vitórias conquistadas e por ter me dado forças para continuar diante de cada obstáculo (foram muitos) surgido até o presente momento.

A CAPES pela concessão da bolsa, a qual contribuiu para a realização e conclusão deste trabalho.

Agradeço ao meu orientador, Professor José Eduardo Martinelli Filho, por todos os ensinamentos, orientação e oportunidades. Obrigada por ter contribuído com meu processo de aprendizagem e compartilhado seus conhecimentos acadêmicos.

Gostaria de agradecer os professores da pós-graduação por todos os ensinamentos ao longo desses dois anos. Em especial gostaria de agradecer a professora Gabriela Gonçalves que foi da banca da minha qualificação, e me ajudou bastante depois disso, obrigada por todos os ensinamentos sobre aves! Ao professor Marco Crozariol que também me ajudou demais nesse quesito, inclusive me auxiliando na produção de um resumo para o II Congresso de Ornitologia das Américas.

Agradeço a toda minha família, em especial minha mãe, Andrea, por todo amor, orações e ajuda que recebi. Mesmo com todas as dificuldades, ela sempre esteve ao meu lado, me escutando, apoiando e dando o seu melhor para que eu finalizasse mais essa etapa da vida acadêmica. Cheguei até aqui principalmente graças a você, logo dedico este trabalho à senhora por todo o amor, apoio incondicional e por estar sempre ao meu lado. Sua força, dedicação e sacrifício foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Cada conquista minha é um reflexo do seu esforço. Esta vitória é nossa, e sou eternamente grata por tudo que você fez e continua fazendo por mim. Agradeço também aos meus primos/irmãos, Ivan, Ivanna e Igor, por todos os conselhos, apoio e torcida. Agradeço meus tios e tias por sempre me manterem em suas orações e apoio. Gostaria de deixar registrado meu obrigado à minha sobrinha Ana Luísa por todos os questionamentos sobre o trabalho que exerço, várias dúvidas suas me permitiram pesquisar ainda mais sobre determinados assuntos para poder sanar suas dúvidas, obrigada também por me ouvir reclamar, e me ouvir sobre como foram os trabalhos de campos e quanto estou com saudade de ir viajar pra campo (mesmo tendo voltado há um dia), seu apoio me ajudou demais nessa jornada.

Novamente, agradeço aos amigos que conheci ao longo do mestrado, Jessica,

Elaine, Alessandro, por todos as conversas e conhecimentos diquiridos em conjunto, em especial o Alessandro, que alem de colega de sala se tornou um amigo pra vida, obrigada por todos os campos, festas, conversas, cervejas, desabafos. Agradeço a todos os integrantes do Laboratório de Oceanografia Biológica (LOB), foi um prazer trabalhar e conviver com vocês todos esses anos. Espero levar os amigos que fiz ali para minha trajetória tanto profissional quanto pessoal. Obrigada pela amizade, por estarem ao meu lado, me escutarem reclamar, pelos campos, viagens, congressos, conversas, etc.; vocês fizeram com que essa jornada fosse mais feliz e leve.

Um agradecimento mais que especial para o Felipe Moreira, que esteve presente em dois campos deste mestrado e fez tudo para que o trabalho fosse realizado. Sou eternamente grata por sua ajuda e amizade, obrigada por me escutar durante horas falando sobre este trabalho e por me dar diversos insights sobre o assunto. Gostaria de agradecer também ao Thiago Maiandeua, que tornou os campos em Fortalezinha mais viáveis e contribuiu demais com conversas sobre aves e sobre a ilha. Gostaria de agradecer a todos que estiveram nos campos realizados nesse mestrado, apesar de todos os perrengues, Felipe, Thiago, Alyson, Marcos, Juan, Alicia e Leonardo obrigada por toda ajuda prestada em campo, vocês são incriveis. Gostaria de agradecer especialmente aos amigos do lab, Alicia, Allyson, Gabriel, Felipe, Luiza C., Victoria, Luiza F. e Juan por estarem ao meu lado e me ouvirem muito durante esses dois anos e me deixarem reclamar SEMPRE durante essa etapa (Eu falo muito rs). Aos demais amigos do LOB também agradeço: Thuareg, Daiane, Mayara, Marcos. Agradeço também meus amigos Jackison e Robinson por todas as conversas sobre o mestrado, e doutorado, obrigada por todo o apoio, por me deixarem chorar e reclamar que estava tudo dando errado enquanto bebíamos cerveja, vocês foram essenciais nesses dois anos. Aos demais amigos da academia, também agradeço por cada memória.

Agradeço também a todos os meus amigos de fora da academia, que estiveram comigo durante todo esse tempo. Obrigada por toda amizade, parceria e amor. Obrigada por sempre me ouvirem reclamar, pelos conselhos e por todo o apoio possível. Vocês foram essenciais para tornar essa jornada mais leve, e essa conquista não seria tão boa sem vocês. Não citarei nomes porque vou acabar esquecendo algum, mas vocês sabem, amo vocês.

"Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes".
(Marthin Luther King)

RESUMO

Embora a pesquisa sobre os efeitos do plástico nos ecossistemas marinhos tenha sido extensa, há uma lacuna de estudos relacionados à biota terrestre. Determinados táxons animais terrestres como as aves podem estar mais propensas à incorporação de detritos plásticos em seus habitats. Este estudo se concentrou na interação entre *Psarocolius decumanus*, uma ave comum na região amazônica e o uso de plástico durante a nidificação. Técnicas não invasivas para minimizar o impacto nos ninhos e na vida das aves foram utilizadas. Os ninhos caídos e abandonados foram coletados, já os ativos foram fotografados e registrados com GPS para comparação entre diferentes áreas de coleta. No laboratório, os ninhos foram analisados, pesados e medidos. A análise revelou diferenças significativas na largura e massa de plástico nos ninhos entre os locais de coleta. Os resultados também revelaram uma presença generalizada de plásticos nos ninhos: 24 de 36 apresentaram plásticos em sua composição, com a maior proporção encontrada na área de manguezal. Todos os ninhos do manguezal continham plástico (N= 9), com uma proporção entre 15,4 e 97,9% do peso seco. Na clareira próxima à praia do Farol (N= 17), apenas seis dos 17 ninhos continham plástico, com uma proporção menor em relação ao peso seco (0 a 0,2%). Em uma vila de pescadores (N= 10), 90% dos ninhos apresentaram plásticos, com proporção variando de 1,4 a 95,5%. As fibras e cordas plásticas foram os materiais mais comuns. A cor predominante foi o azul, sugerindo uma possível preferência por essa cor por parte da ave, ou refletindo a prevalência de determinados tipos de plásticos na região. As análises revelaram variações na incidência de plástico em diferentes áreas, indicando uma influência da disponibilidade de detritos no ambiente circundante. A presença de plástico nos ninhos pode ter consequências adversas para as aves e suas crias, incluindo impactos na alimentação, reprodução e mortalidade. O estudo também monitorou a atividade dos ninhos, revelando padrões na quantidade de ninhos ativos, ressaltando a importância do monitoramento contínuo da presença de detritos nos ninhos como potencial bioindicador dos níveis de poluição ambiental. Este estudo pioneiro fornece dados inéditos sobre os padrões de poluição e os impactos ambientais associados à presença de plásticos em ninhos de aves terrestres na Amazônia.

Palavras-chave: pássaros; resíduos marinhos; ninhos; pesca; Amazônia brasileira;

ABSTRACT

While extensive research has been conducted on the effects of plastic on marine ecosystems, a gap exists in studies related to terrestrial biota. Research indicates that certain terrestrial animal taxa, such as birds, may be more prone to incorporating plastic debris into their habitats. This study focused on the interaction between *Psarocolius decumanus*, a common bird species in the Amazon region, and plastic use during nesting. Non-invasive techniques were employed to minimize the impact on nests and bird life. Fallen and abandoned nests were collected, while active nests were photographed and recorded with GPS for comparison between different collection areas. In the laboratory, the nests were analyzed, weighed, and measured for a detailed analysis of plastic waste. The analysis revealed significant differences in plastic width and mass in nests between collection sites. The results also revealed a widespread presence of plastic in the nests: 24 out of 36 presented plastics in their composition, with the highest proportion found in the mangrove area. All mangrove nests contained plastic, with a proportion between 15.4 and 97.9% of dry weight. In the clearing near Farol beach, only six of the 17 nests contained plastic, with a much lower proportion relative to the dry weight of each nest (0 to 0.2%). On fishing village, 90% of the nests presented plastics, with a proportion ranging from 1.4 to 95.5%. Plastic fibers and cords were the most common materials. The predominant color was blue, suggesting a possible preference for this color by the bird or reflecting the prevalence of certain types of plastics in the region. The analyses revealed variations in the incidence of plastic in different areas, indicating an influence of the availability of debris in the surrounding environment. The presence of plastic in nests can have adverse consequences for birds and their young, including impacts on feeding, reproduction, and mortality. The study also monitored nest activity, revealing patterns in the number of active nests in each location. This highlights the importance of continuous monitoring of the presence of debris in nests as a potential bioindicator of environmental pollution levels. This pioneering study provides unprecedented data on pollution patterns and the environmental impacts associated with the presence of plastic debris in the nests of terrestrial birds in the Amazon rainforest.

Keywords: birds; plastic; nest; ghost fishing; Brazilian Amazon;

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Psarocolius decumanus (Pallas de 1769) Imagem: Autora. 5

Figura 2 - Ninho de Psarocolius decumanus. Imagem: Autora 6

Figura 3 - Mapa dos locais de coleta, no litoral do estado do Pará, Amazônia brasileira. 8

Figura 4 - Manguezal associado à praia do Maçarico, município de Salinópolis, um dos sítios de coleta 9

Figura 5 - Clareira próxima a praia do Farol, município de Salinópolis, um dos sítios de coleta. 10

Figura 6 - APA Algodoal/Maiandeua, Fortalezinha, vila de pescadores, local de coleta. 11

Figura 7 - Ilustração do ninho de P.decumanus – Comprimento, Largura (Vemelho) e Altura (Rosa)... 13

Figura 8 - Boxplot do comprimento e largura total dos ninhos coletados nas diferentes áreas. M.: Manguezal; Fa: Clareira - Farol Velho; APA: Vila dos pecadores - área de proteção ambiental; Lenght: comprimento; Width: largura. Estrela: diferenças significativas. 17

Figura 9- Boxplot do peso seco dos ninhos coletados nas diferentes áreas. 18

Figura 10 - Boxplot do peso do plástico e matéria orgânica dos ninhos nos três sítios de coleta. P. : massa do plástico; M.O.: massa da matéria orgânica. Estrela: diferenças significativas entre os locais. 19

Figura 11 - Correlação do peso de plástico x largura dos ninhos, considerando os três sitios de coleta (n = 36). 20

Figura 12 - Correlação da proporção de peso plástico x peso de Matéria orgânica nos três sitios de coleta (n = 36). 20

Figura 13 - Correlação da proporção de plástico x largura nos três sitios de coleta. 21

Figura 14 - Proporção de plástico e matéria orgânica (M.O.) nos ninhos analisados para cada um dos três sítios de coleta. 22

Figura 15 - Proporção de Plástico x matéria orgânica (M.O.) em cada ninho coletado no Manguezal, Salinópolis, Pará. 22

Figura 16 - Proporção de Plástico em cada ninho coletado na Clareira, Salinópolis, Pará. 23

Figura 17 - Proporção de Plástico x matéria orgânica (M.O.) em cada ninho coletado na vila de pescadores, Fortalezinha, APA de Algodoal/Maiandeua, Maracanã, Pará. 23

Figura 18 - Esquema com as cores de plásticos presente em cada ninho nas diferentes áreas de coleta.

Cores: azul, branco, transparente (cinza), preto e verde.*Presença de cordas no ninho. 24

Figura 19 - A) Ninho 1 (N1) da vila Fortalezinha, APA Algodoal-Maiandeua, fibras azuis e fibras pretas visíveis, B) Ninho 1 (N1) da clareira próxima à praia do Farol Velho, fibras azuis e fibra branca... 25

Figura 20 - A) Ninho de P.decumanus no Maçarico, com muito plástico em sua estrutura. B) Ninhos de P.decumanus no Farol, sem plástico visivel em sua estrutura. 25

Figura 21 - Ninhais encontrados por busca ativa, vila de Fortalezinha, APA Algodoal-Maiandeua, imagem do Google Earth com coordenadas da autora. 26

Figura 22 - Japu com material de nidificação no bico, ninhal 7 na vila de pecadores, Fortalezinha, APA Algodoal-Maiandeua, Pará, junho de 2023. 27

Figura 23 - Japu em um ninho em construção, com presença de plástico, ninhal 7, vila de pescadores, Fortalezinha, APA Algodoal-Maiandeua, Pará, Junho de 2023. Foto: Autora 28

Figura 24 - Monitoramento de aspectos comportamentais (número de observações) de ninhos ativos no três sitios de coleta. 29

Figura 25 - Monitoramento de aspectos comportamentais (número de observações) em ninhos ativos no ninhal do manguezal, Maçarico, durtante os meses de coleta, Salinópolis, Pará. 29

Figura 26 - Monitoramento de aspectos comportamentais (número de observações) em ninhos ativos no ninhal da clareira, Farol, durante os meses de coleta, Salinópolis, Pará. 30

Figura 27 - Psarocolius decumanus vocalizando e realizando display, ninhal da clareira, Farol Velho, fevereiro de 2023, Salinópolis, Pará. 31

Figura 28 - A: Japus no ninhal do Farol Velho, fevereiro de 2023 B: Japu com alimento, no ninhal da clareira, Farol Velho, fevereiro de 2023. 32

Figura 29 - Ninhal 7 da vila de pescadores, Fortalezinha, APA Algodoal- maiandeua, Pará. 33

Figura 30 - Monitoramento de ninhos ativos no ninhal 7 (número de observações), durante os meses de coleta, vila de pescadores, Fortalezinha, APA Algodoal-Maiandeua, Pará. 34

Figura 31 - A) Ninho 1. B) Padrão em ponto cruz do N1. C) Ninho 2. D) Padrão em ponto cruz do N2. E) Ninho 3. F) Padrão em ponto cruz do N3 – Manguezal da praia do Maçarico, mês de fevereiro de 2023. 34

Figura 32 - A) Ninho 1. B) Padrão em ponto cruz do N1. C) Ninho 2. D) Padrão em ponto cruz do N2. E) Ninho 3. F) Padrão em ponto cruz do N3 – Manguezal da praia do Maçarico, mês de setembro 2023. 35

Figura 33 - A) Ninho 1. B) Padrão em ponto cruz do N1. C) Ninho 2. D) Padrão em ponto cruz do N2. E) Ninho 3. F) Padrão em ponto cruz do N3 – vila de pescadores, APA Algodoal- Maindeua, Janeiro de 2023..... 35

Figura 34 - A) Ninho 1. B) Padrão em ponto cruz do N1. C) Ninho 2. D) Padrão em ponto cruz do N2. E) Ninho 3. F) Padrão em ponto cruz do N3 – vila de pescadores, APA Algodoal- Maindeua, Junho de 2023. 36

Figura 35 - A) Ninho 1. B) Padrão em ponto cruz do N1. C) Ninho 2. D) Padrão em ponto cruz do N2. E) Ninho 3. F) Padrão em ponto cruz do N3 – Clareira próxima à praia do Farol Velho, Salinópolis, fevereiro de 2023. 36

Figura 36 - A) Ninho N1. B) Padrão em ponto cruz do N1. C) Ninho 2. D) Padrão em ponto cruz do N2. E) Ninho 3. F) Padrão em ponto cruz do N3. – Farol, Salinopolis, Setembro de 2023. 37

Figura 37 - Ninho encontrado em Fortalezinha, com resquícios de casca de ovo e presença de material plástico, junho de 2023..... 41

A) Ninho de P.decumanus no Maçarico, com muito plástico em sua estrutura. B) Ninhos de P.decumanus no Farol, sem plástico visivel em sua estrutura. 26

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA iv

AGRADECIMENTOS v

EPÍGRAFE vii

RESUMO viii

ABSTRACT ix

LISTA DE ILUSTRAÇÕES x

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO 1

1.2 PROBLEMA 4

1.3 OBJETIVO GERAL 7

1.4 MATERIAL E MÉTODOS; 8

1.5 RESULTADOS 15

1.5.1 Quantidade e variáveis morfométricas de ninhos de Psarocolius decumanus nos diferentes locais de amostragem 15

1.5.2 Caracterização de resíduos plásticos em ninhos de Psarocolius decumanus 20

1.5.3 Distribuição de ninhos ativos e comportamento de Psarocolius decumanus 23

1.5.4 Observações comportamentais 28

1.5.5 Avaliação visual fotográfica do plástico em ninhos ativos 35

1.6 DISCUSSÃO 40

CAPITULO 2 BLUE NESTS: THE USE OF PLASTICS IN THE NESTS OF THE CRESTED OROPENDOLA (*PSAROCOLIUS DECUMANUS*) ON THE BRAZILIAN AMAZON COAST .46

CAPÍTULO 3 CONCLUSÕES 60

REFERENCIAS 61

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

A produção de resíduos sólidos vem aumentando exponencialmente ao longo dos anos, estimando-se que a mesma duplique até 2050. Anualmente cerca de dois bilhões de toneladas de resíduos são produzidas ao redor do globo, com 35% dessa produção tendo como destino final aterros sanitários ou ambientes naturais, onde estes resíduos acumulam e persistem (Kaza *et al.* 2018).

Diversos materiais de origem antrópica podem se acumular no meio ambiente. O plástico, um dos mais abundantes, é particularmente preocupante, visto o contínuo aumento de sua produção a nível global e sua durabilidade. Além disso os plásticos tradicionais não são biodegradáveis (Ter Halle *et al.* 2016). Concomitantemente, a contaminação por resíduos plásticos pode expor os organismos a compostos químicos adicionados à composição dos polímeros durante sua manufatura (Teuten *et al.* 2009) ou compostos tóxicos adsorvidos do ambiente (Branco *et al*. 2023).

A contaminação plástica trouxe um grande impacto global para a biodiversidade marinha e terrestre (Unep 2014). Diversos estudos sobre a contaminação plástica marinha estão sendo realizados, mas existe uma escassez de trabalhos sobre o efeito desse poluente sobre a biota terrestre, em relação à biota marinha (Jâms *et al.* 2020, MacLeod *et al.* 2021). Entretanto, alguns estudos sugerem que a probabilidade de incorporação de detritos seja maior nas espécies terrestres (Jagiello *et al*. 2019).

Vários estudos apontaram que a contaminação plástica vem aumentando a mortalidade da biota, seja devido ao enredamento, aprisionamento ou pela ingestão destes detritos (Gall & Thompson 2015, Santos *et al.* 2021). Um dos grupos mais afetados globalmente são as aves, táxon particularmente suscetível à poluição por lixo plástico (Gall & Thompson 2015, Wilcox *et al.* 2015). Diversos estudos já abordaram o tema e documentaram a interação de aves marinhas com detritos plásticos. Trabalhos dos anos 1970 e 80 já expunham a predominância de plásticos em aves marinhas ao longo de diversos territórios (Parslow *et al.* 1972, Rothstein 1973, Hays & Cormons 1974, Harper & Fowler 1987). Enquanto as aves marinhas possuem uma diversidade de estudos, a literatura sobre aves terrestres e suas interações com plástico ainda é diminuta e limitada a poucos trabalhos sobre a ingestão de plástico em aves predadoras (Carlin *et al.* 2020, Ballejo *et al.* 2021).

As aves vêm sofrendo diversas consequências advindas da ingestão de material

plástico, que impacta sua alimentação, reprodução e crescimento (Ryan 1988), além de provocar letalidade em diversos indivíduos por conta do bloqueio e/ou perfuração do trato gastrointestinal (Pierce *et al.* 2004, Roman *et al.* 2019). Além da ingestão, diversas aves costumam incorporar materiais sintéticos em seus ninhos, tais como fibras e cordas de plástico (Jagiello *et al.* 2019), descrito diversas vezes em aves marinhas (Sérgio *et al.* 2011, Tavares *et al.* 2016, Tavares, *et al.* 2017, Álvarez, *et al.* 2020, Delgado *et al.* 2020, Lopes *et al.* 2020). Porém poucos trabalhos quantificaram sistematicamente a incorporação destes detritos nos ninhos (Provencher *et al.* 2015, Hanlon *et al.* 2017, Jagiello *et al.* 2019).

A incidência de plástico em ninhos de aves varia consideravelmente à escala local (Witteveen *et al.* 2017, Grant *et al.* 2018). A probabilidade do plástico ser utilizado na construção do ninho depende não só da abundância de detritos nas imediações do ninho, mas também da disponibilidade de material natural de nidificação (Lavers *et al.* 2013, Witteveen *et al.* 2017).

As aves têm utilizado macro- e mesoplásticos na confecção dos seus ninhos (Sérgio *et al.* 2011, Tavares *et al.* 2016, Tavares *et al.* 2017, Álvarez *et al.* 2020, Delgado *et al.* 2020, Lopes *et al.* 2020). Este fenômeno pode trazer diversas consequências ao organismo e sua prole, pois os detritos plásticos, além de poderem causar o emaranhamento e serem ingeridos pelos indivíduos, também podem liberar poluentes químicos orgânicos presentes em sua composição ou adsorvidos do ambiente ao redor, que podem resultar em carcinogênese e disfunção endócrina (Gregory 2009, Teuten *et al.* 2009).

Aves como corvos, cegonhas e gaivotas já utilizam detritos sintéticos para construção de seus ninhos (Lopes *et al.* 2020). Porém, estudos sobre os efeitos dessa contaminação ainda são escassos (Antczak *et al.* 2010, Tavares *et al.* 2016, Jagiello *et al.* 2019, Reynolds *et al.* 2019). Por consequência tornam-se importantes trabalhos que avaliem os impactos da poluição por resíduos plásticos na construção de ninhos, principalmente em ambientes urbanos, onde o conhecimento dos impactos dessa contaminação são ainda mais limitados (Reynolds *et al.* 2019). Algumas aves parecem ter preferências de cor, e isso pode estar relacionado a alimentação ou disponibilidade de material (Rodríguez *et al.* 2012, Verlis *et al.* 2014).

Ninhos que possuem materiais sintéticos em sua composição podem ser considerados um bioindicador da poluição no ambiente (Tavares *et al.* 2016), porém alguns trabalhos sugerem que a utilização de materiais antropogênicos na confecção de

ninhos pode levar a uma maior predação, visto que os predadores conseguem detectar com maior facilidade tais ninhos (Møller 2017). Além da maior predação, o material sintético pode ocasionar emaranhamento e morte dos indivíduos (Blem *et al.* 2002, Parker & Blomme 2007, Votier *et al.* 2011). Apesar desses desafios, a repetida ocorrência de plástico em ninhos nas mesmas colônias ao longo de anos sucessivos pode ser considerada um indicador de mudanças temporais nas quantidades de poluição plástica (Ryan 2020).

A espécie *Psarocolius decumanus* (Pallas de 1769), também conhecido como 'JAPU', possui coloração marrom-preta com cauda amarelo reluzente e possui um bico branco-amarelado, tem um porte médio de 35 a 48 cm, é onívora e vive solitária ou em pequenos grupos (Perlo 2009, Valencia-Cardona *et al.* 2019) (Figura 1). A ave ocorre do Sul da América Central até a América do Sul, exceto pelo Chile e Uruguai. No Brasil, esta espécie ocorre em diversas regiões, habitando principalmente florestas úmidas, zonas costeiras como os manguezais, florestas secas, clareiras e áreas agrícolas, com árvores altas espalhadas (Perlo 2009, Fraga 2020). Atualmente, sua distribuição geográfica e situação populacional no Brasil são controversos (IUCN 2020, SIBBr 2020). Na Amazônia são ainda mais escassos os trabalhos sobre sua distribuição ou aspectos biológicos.

A reprodução do *P. decumanus* tem início em outubro e sua biologia reprodutiva é bastante estudada em algumas áreas da América do Sul (Drury 1962, Hilty & Brown 1986, Restall *et al.* 2007, Hoyos *et al.* 2021), porém, na costa da Amazônia brasileira ainda são ausentes as informações sobre a nidificação e reprodução. Na época de procriação, as árvores utilizadas para nidificação anteriores costumam ser reutilizadas (Machado-Stredel *et al.* 2020). Diversas espécies de angiospermas e gimnospermas são utilizadas por *P. decumanus* em sua nidificação, como, por exemplo, folhas de palmeiras e raízes de orquídeas (Di Giacomo & Lanús- 2000, Krauczuk *et al.* 2017, Machado-Stredel *et al.* 2020).

Durante a nidificação, que dura em média de duas a três semanas, são construídos ninhos em forma de sacos que possuem de 70 cm a dois metros de comprimento (Figura 2), construídos principalmente com fibras vegetais, folhas secas (Sick 1984, Di Giacomo

& Lanús 2000), raízes de orquídeas (Goeldi 1897), rizomorfos alongados de fungos (Goeldi 1903), caules de videiras da família Cucurbitaceae e fibras de folhas descascadas de bromélias (Tashian 1957). Recentemente, também foram registradas fibras sintéticas em sua estrutura (Hoyos *et al.* 2021).

Os detritos plásticos existem nos ambientes naturais devido aos comportamentos e as decisões humanas (Koelmans *et al.* 2019), por isso os efeitos deletérios devem ser identificados e quantificados para direcionar o gerenciamento ecológico adaptativo e embasar as políticas públicas de gestão ambiental. O estudo da contaminação plástica ainda representa lacunas na região amazônica (Morais *et al.* 2024) e o "fenômeno dos ninhos azuis", que consiste em utilizar fibras azuis para a confecção dos ninhos, ainda não foi avaliado sistematicamente na literatura científica. Portanto, este estudo tem como objetivo caracterizar e quantificar as partículas plásticas utilizadas na construção de ninhos de *Psarocolius decumanus* em áreas com diferentes níveis de antropização ao longo da zona costeira do Pará.

1.2 PROBLEMA

O problema que levou a este estudo surge do pressuposto de que há descarte inadequado e acúmulo de resíduos, em diferentes proporções, ao longo da zona costeira do estado do Pará e do registro prévio de ninhos com presença de detritos plásticos na região. Tais fatos sugerem o uso de plástico por *P. decumanus* durante a nidificação, um fenômeno com impactos ainda desconhecidos. Além do mais, o uso do plástico para a construção dos ninhos deve estar diretamente relacionado à disponibilidade destes resíduos no ambiente adjacente. Desta forma, o presente projeto tem a finalidade de averiguar tais premissas e avaliar as hipóteses abaixo.

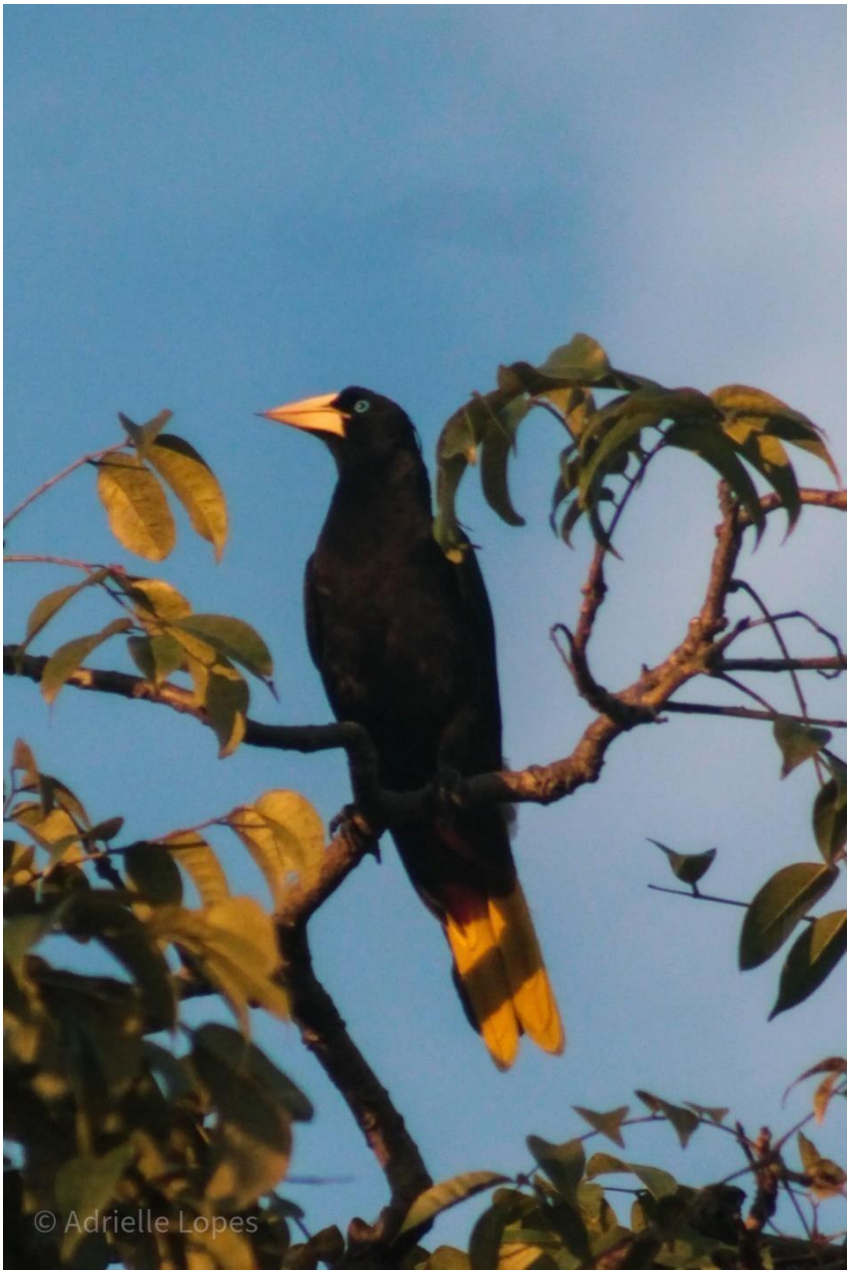

Figura 1 - *Psarocolius decumanus* (Pallas de 1769) Imagem: Autora.

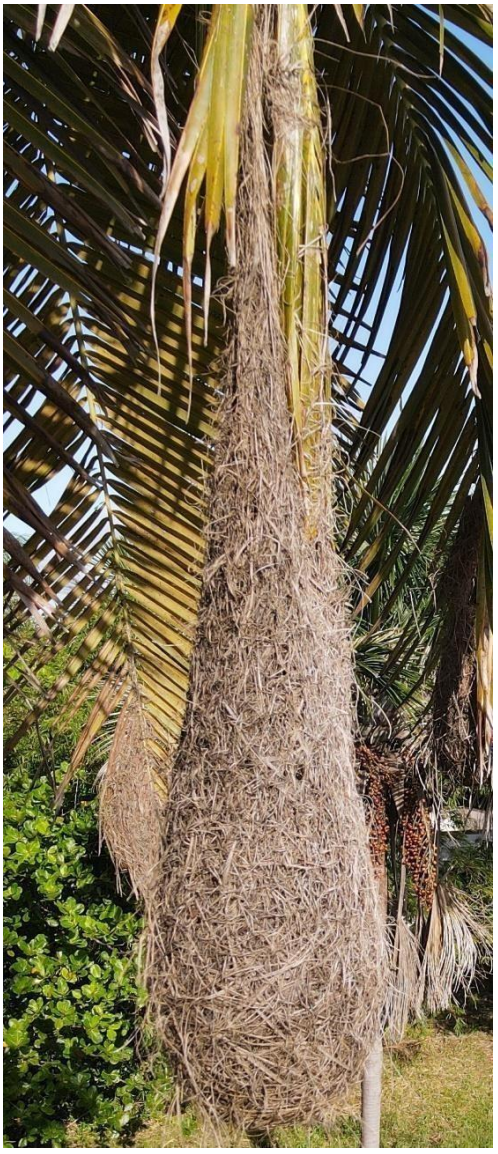

Figura 2 - Ninho de *Psarocolius decumanus*. Imagem: Autora

HIPÓTESES

1) A espécie *Psarocolius decumanus* exibe padrões específicos na escolha e incorporação dos tipos de resíduos plásticos em seus ninhos;

2) As maiores proporções de plástico na estrutura dos ninhos de *P. decumanus* ocorrem em áreas de manguezais, pois essa área funciona como uma barreira para detritos plásticos;

3) Acredita-se que existe uma possível correlação entre os tamanhos dos ninhos e a quantidade de materiais sintéticos em sua composição.

1.3 OBJETIVOS

Objetivo geral

Analisar a frequência, abundância e composição dos detritos plásticos presentes na estrutura dos ninhos de *Psarocolius decumanus*, em diferentes localidades da zona costeira paraense.

Objetivos específicos

- Quantificaros resíduos plásticos encontrados nos ninhos e caracterizá-los quanto a cor, tipo e composição observados;
- Verificar a frequência e proporção de detritos plásticos nos ninhos;
- Verificar se ocorrem diferenças entre as áreas amostradas, em relação a prevalência de detritos plásticos nos ninhos de *P. decumanus;*
- Verificar se os tamanhos dos ninhos possuem correlação com a quantidade de materiais sintéticos em sua composição;

1.4 MATERIAL E MÉTODOS;

Área de estudo

O estudo foi realizado em três locais diferentes, em dois municípios da costa paraense, nordeste do estado do Pará (Figura 3).

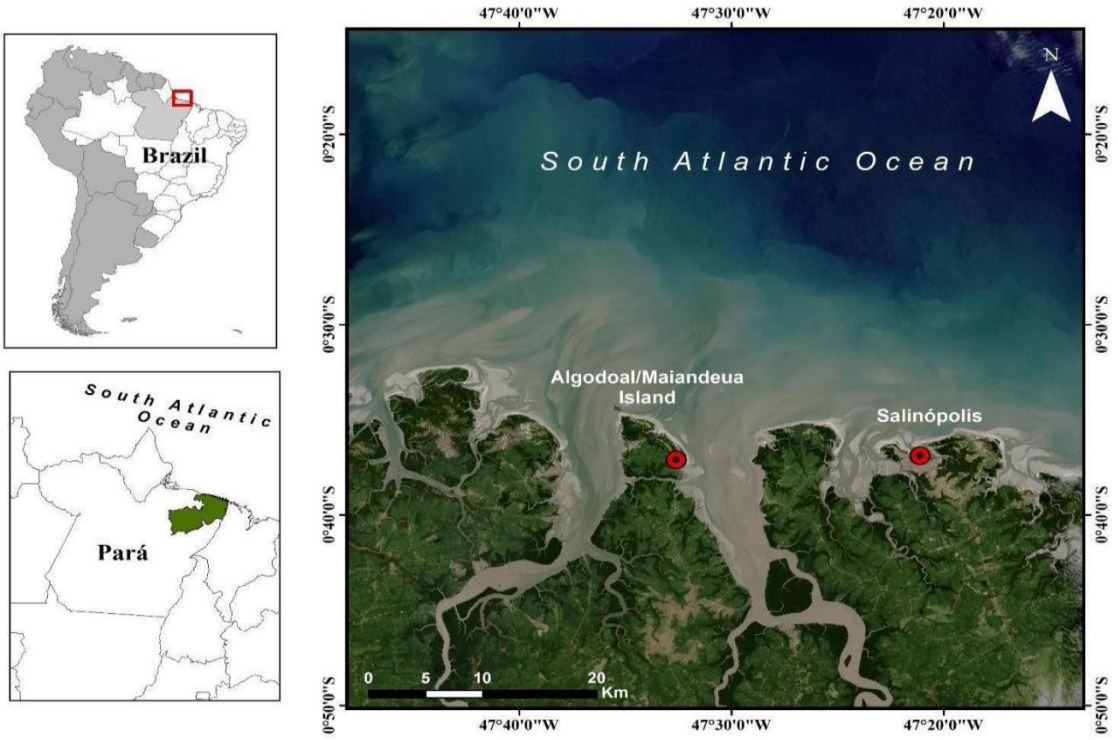

Figura 3 - Mapa dos locais de coleta, no litoral do estado do Pará, Amazônia brasileira.

Os primeiros locais de amostragem estão localizados no município de Salinópolis, Nordeste do estado Pará (0°37’53” S e 47°20’46” W), Amazônia brasileira. A região apresenta taxa de precipitação média de cerca de 2.000 mm por ano (Reboita *et al.* 2010), com um período mais chuvoso (janeiro a julho) e outro menos chuvoso (agosto a dezembro) (Moraes *et al.* 2005). As coletas foram conduzidas em duas áreas distintas. O primeiro local de amostragem é caracterizado por um ambiente de manguezal, situado próximo à praia do Maçarico (Figura 4). Essa área apresenta uma orla costeira e áreas residenciais em suas proximidades. Durante a pesquisa, foi identificada a presença de um ninhal de *Psarocolius decumanus* ativo.

Figura 4 - Manguezal associado à praia do Maçarico, município de Salinópolis, um dos sítios de coleta

O segundo local de amostragem está localizado próximo à praia do Farol Velho, em uma clareira rodeada por condomínios e dunas, a cerca de 268 metros de distância da praia. Nessa área, foram encontradas árvores com ninhos ativos, constituindo também um ambiente propício para o estudo da nidificação dessa ave, e a presença de materiais plásticos em seus ninhos (Figuras 5).

Figura 5 - Clareira próxima a praia do Farol, município de Salinópolis, um dos sítios de coleta.

O terceiro local de amostragem está situado dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) Algodoal-Maiandeua, na ilha de Maiandeua, que pertence ao município de Maracanã. Possui uma área de aproximadamente 562 km^2 e população estimada de 1.600 habitantes, divididos dentro de quatro comunidades: vilas de Algodoal, Fortalezinha, Mocooca e Camboinha (Vianna & Morgado 2001). A ilha é banhada pelo oceano Atlântico e pelo canal da Mocooca. O acesso a essa APA só ocorre por meio de barco, por esse motivo a ilha encontra-se relativamente conservada. A paisagem diversificada da ilha de Maiandeua é composta por uma mescla de ecossistemas, incluindo dunas, restingas, lagoas, praias arenosas e manguezais (Bastos 1996, Ruivo 2005). A coleta foi realizada em Fortalezinha, uma vila de pescadores, dada a sua importância ambiental e cultural, essa vila representa não apenas um ponto de coleta estratégico para amostragens, mas também um símbolo de preservação da biodiversidade e do patrimônio natural da região. O local de amostragem se caracteriza pela pequena vila, envolta por praias, manguezais e rios. A paisagem é marcada por diversas residências típicas dos moradores locais e outros elementos naturais, proporcionando um ambiente propício para o estudo da nidificação dessa ave e a presença de materiais plásticos em seus ninhos (Figura 6).

Figura 6 - APA Algodoal/Maiandeua, Fortalezinha, vila de pescadores, local de coleta.

Coleta de amostras e dados

Os ninhos foram localizados através de busca visual, utilizando-se binóculos e informações colhidas junto a residentes dos sítios de coleta. Em cada local, foi encontrado um número variado de ninhais. Neste estudo, definimos um ninhal como uma árvore com múltiplos ninhos.

O trabalho de campo na vila dos pescadores foi realizado em duas campanhas, uma no período chuvoso (janeiro de 2023) e outra no início do período seco (junho de 2023). As campanhas em Salinopolis, nas areas de maguezal e clareira ocorreram em setembro e novembro de 2022, fevereiro, maio e setembro de 2023.

Quantificação e caracterização dos ninhos e resíduos

Os locais de coleta dos ninhos foram fotografados e registrados com o auxílio de um GPS (Garmin Etrex 22x Sa). Os ninhos foram fotografados para comparar a prevalência de detritos plásticos para as três diferentes áreas. Foram utilizadas metodologias não invasivas, visando evitar a perturbação e/ou degradação dos ninhos e minimizar a interferência humana em todos os locais. A coleta consistiu em recolher todos os ninhos abandonados e caídos nos sítios de coleta. Após isso, os ninhos foram acondicionados individualmente em sacos do tipo *Ziplock* previamente identificados (Provencher, *et al.* 2019), sendo posteriormente transportados até o Laboratório de Oceanografia Biológica (LOB), do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará, onde foram analisados. Por conta da metodologia oportunística, o número amostral variou entre os locais de coleta, pois cada sítio de coleta teve uma disponibilidade diferente de ninhos abandonados e caídos.

Em laboratório, cada ninho foi pesado e medido quanto seu comprimento, altura e largura (Figura 7). Posteriormente, procedeu-se à obtenção do peso seco das amostras, as quais foram submetidas a uma estufa a 70°C por um período de três dias. Em seguida, após a aferição dos pesos úmido e seco, os ninhos foram desmanchados para separar resíduos plásticos da matéria orgânica. Os plásticos encontrados foram pesados em balança analítica (Marte AD6000), fotografados e classificados de acordo com a cor e o tipo (GESAMP, 2019). Apenas partículas maiores que cinco milímetros foram consideradas (meso- e macroplásticos). Os materiais de origem natural também foram caracterizados, pesados e fotografados.

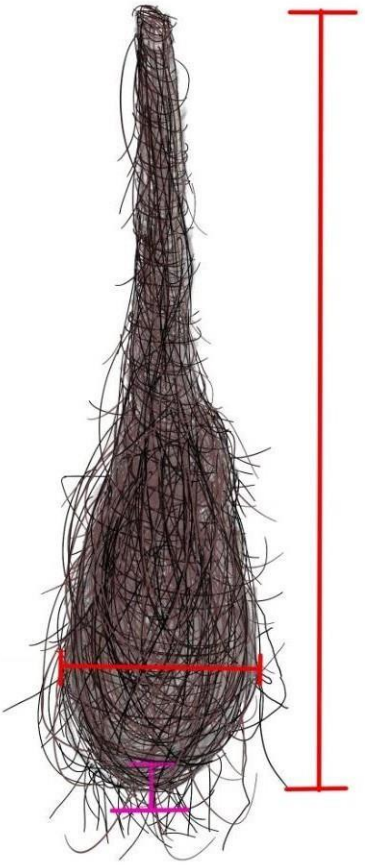

Figura 7 - Ilustração do ninho de *P.decumanus* – Comprimento, Largura (Vemelho) e Altura (Rosa).

Monitoramento de ninhos ativo e comportamento.

Além da busca ativa por ninhos em todos os locais, também foi conduzido um monitoramento detalhado de sítios de nidificação. Os ninhos ainda pendurados em copas de árvores foram analisados através de observação direta para obtenção de dados de nidificação, quantidade de ninhos ativos e inativos, entrada e saída de indivíduos dos ninhos, obtenção de comida e material de nidificação e outras características comportamentais. As observações coportamentais foram realizadas segundo o codigo de boas práticas, visando o menor impacto pra esses individuos (Nava & Neves, 2016). No período de setembro de 2022 a setembro de 2023, realizamos o monitoramento e a fotografia dos ninhos de forma meticulosa, registrando uma quantidade variável de ninhos ativos a cada mês. O monitoramento dos ninhos foi conduzido durante várias horas pela manhã e à tarde. Foram considerados dois períodos do dia para as observações

dos comportamentos. O período da manhã, definido entre os horários das 6 e 12 h, e o período da tarde, definido entre 14h e 18h, salvo quando as condições climáticas não permitiam, adaptando a metodologia utilizada por outros autores (Bizeray *et al.* 2002, Estevez *et al.* 2003).

Análise qualitativa por imagem

A captura de imagens em campo proporciona uma documentação detalhada dos ninhos, permitindo uma análise dos materiais presentes. Foi realizada uma análise baseada em características como a cor dos ninhos, para estimar a proporção de plástico utilizado. Para tal, foi utilizado uma câmera fotográfica Canon T5 com lente 75-300 mm. Uma escala qualitativa foi desenvolvida para avaliar cada ninho, variando de zero a três, onde 0 representa ausência, 1 escasso, 2 moderado e 3 abundante.

A construção dessa escala combinou a metodologia de análise visual direta com o software Pic2Pat, que utiliza padrões de cores para calcular a quantidade relativa de cada cor nas imagens e análise ocular. Para garantir representatividade, foram selecionados três ninhos de cada local em dois meses distintos, totalizando seis ninhos por local de estudo. A análise visual das fotografias coletadas em campo permitiu uma avaliação inicial, complementando os dados obtidos em laboratório (adaptado de Mc Clelland *et al.* 2016 e Fiori *et al.* 2017).

Análise de dados

Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas, para cálculo de parâmetros da estatística descritiva, assim como a elaboração de gráficos do tipo box- plot. Posteriormente, os dados foram testados quanto à normalidade e homocedasticidade para escolha adequada dos testes a serem utilizados. Um teste t (ou seu correspondente não paramétrico) foi utilizado para verificar a ocorrência de diferenças significativas entre os sítios de coleta. Análises de correlação foram utilizadas. Todos os testes foram realizados no software Sigma plot considerando- se 5% de significância.

Os dados de monitoramento de ninhos foram submetidos a uma análise detalhada, que incluiu a avaliação da presença, comportamento e interações dos Japus. As condições climáticas, como o período chuvoso, podem afetar a observação e, portanto, os

períodos distintos foram apresentados separadamente.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Quantidade e variáveis morfométricas de ninhos de *Psarocolius decumanus* nos diferentes locais de amostragem

Um total de 36 ninhos foram coletados, sendo nove no manguezal, 17 na clareira e 10 na vila de pescadores. Os ninhos do manguezal tinham um comprimento médio de 73,22 centímetros (39 a 103 cm), enquanto a largura foi de 18,33 cm (10 a 27 cm). Os ninhos da clareira tinham um comprimento médio 76,9 cm (31 a 123 cm) e largura média de 23,05 cm (16 a 29 cm), enquanto da vila dos pescadores, os ninhos tiveram seu comprimento médio de 84,7 cm (61 a 114 cm) e largura de 22,4 cm (18 a 29 cm) (Figura 8). O comprimento total dos ninho não diferiu significativamente entre os locais amostrados (Kruskal-Wallis, H = 1,421, df

= 2, p = 0,483). Entretanto, a largura dos ninhos diferiu significativamente entre os sitios de coleta (ANOVA one-way F = 4,411, p = 0,02). A largura dos ninhos do Manguezal foi significativamente menor em relação à praia do clareira (t = 2,885, p

= 0,021) (Figura 8), não foram detectadas diferenças significativas quanto a largura da clareira e da vila de pescadores (t= 0,418 p = 0,679). Também não foram detectadas diferenças significativas na largura entre os ninhos coletados no manguezal e da vila de pescadores (z = 2,25, p = 0,062).

O peso total de todos os nove ninhos do manguezal foi igual a 732,13 gramas, com média de 81,34g (36,31 a 156,13g). Já os 17 ninhos da clareira tiveram seu peso total total em 2062,91g e média de 121,34g (45,4 a 228,88g). O peso total dos 10 ninhos da vila dos pecadores foi de 1766,55g, com peso médio de 176,65g (87,17 a 255,81g). A soma total para o peso seco foi de 712g no manguezal, 1914,51g na calreira e 1654,68g na vila dos pecadores . Já o peso seco médio foi de 79,1g (36,05 a 147,04g), 112,61g (42,3 a 211,94g) e 165,46g (78,38 a 243,69) respectivamente.

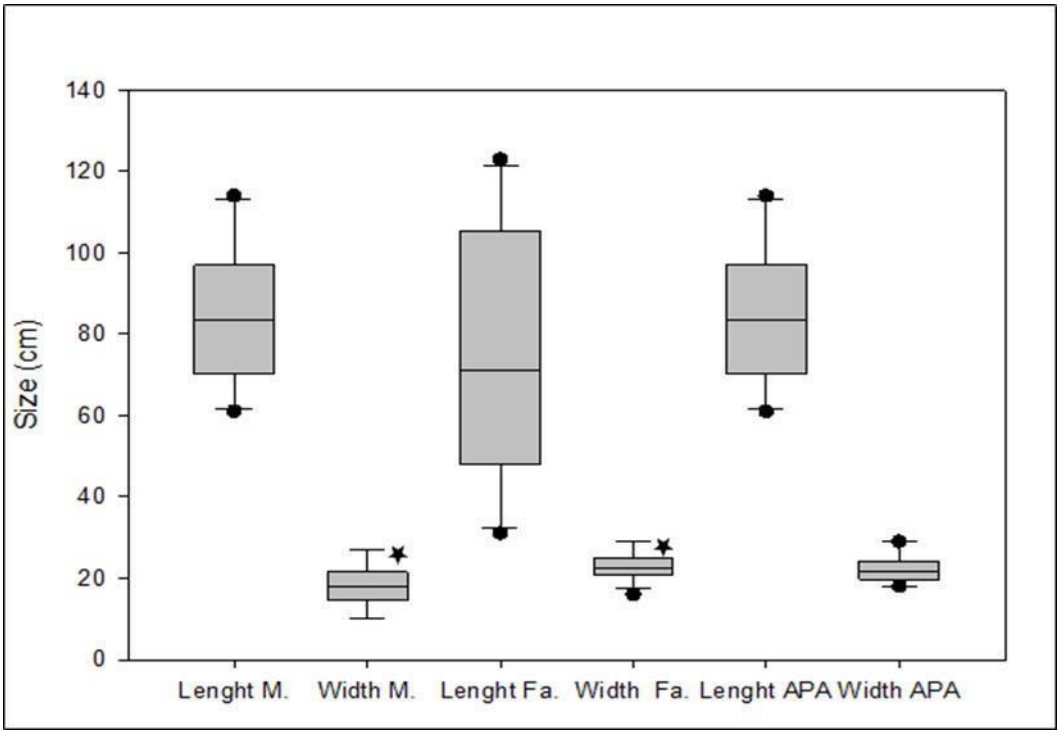

Figura 8 - Boxplot do comprimento e largura total dos ninhos coletados nas diferentes áreas. M.: Manguezal; Fa: Clareira - Farol Velho; APA: Vila dos pecadores - área de proteção ambiental; Lenght: comprimento; Width: largura. Estrela: diferenças significativas.

O peso seco diferiu significativamente entre os sitios de coleta (ANOVA one-way, $F = 7,194$, $p = 0,003$). O peso seco dos ninhos do manguezal foi significativamente menor em relação à da vila dos pescadores ($t = 3,722$, $p = 0,002$); o peso seco dos ninhos da clareira foi significativamente menor em relação à da vila dos pecadores ($t = 2,624$, $p = 0,026$). Não foram detectadas diferenças significativas quanto ao peso seco dos ninhos entre o clareira e o manguezal ($t = 1,567$, $p = 0,127$) (Figura 9).

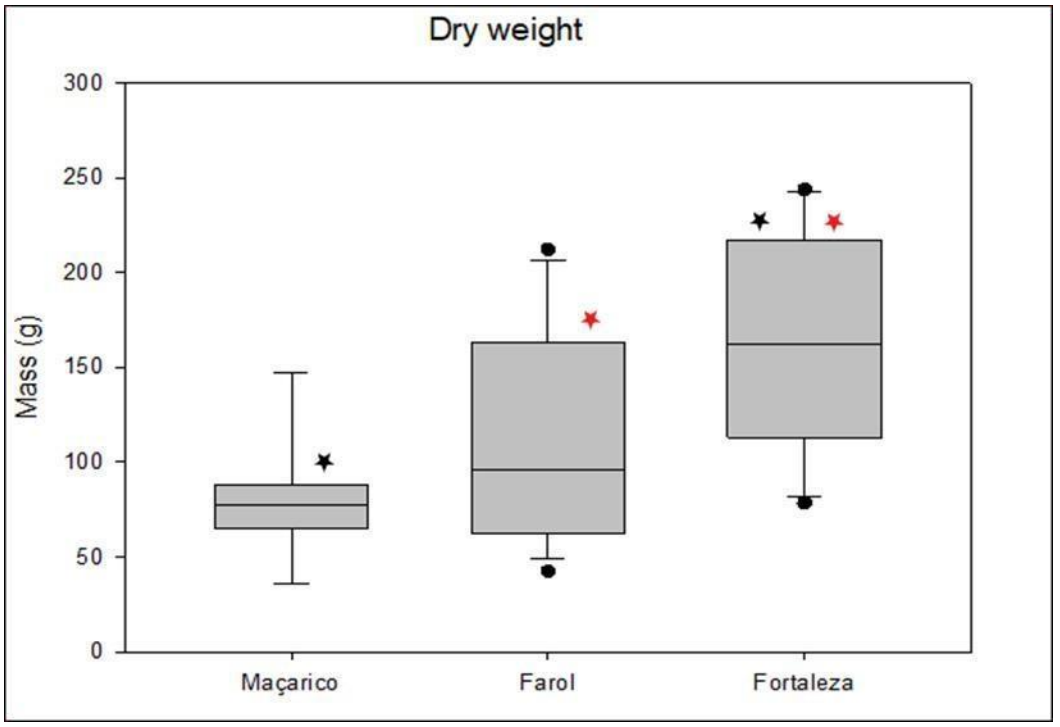

Figura 9- Boxplot do peso seco dos ninhos coletados nas diferentes áreas.

O peso do plástico dos nove ninhos do maguezal apresentou uma média de 51,17 gramas (22,52 a 79,6g por ninho), já a soma do plásticos para os 17 ninhos da clareira foi de apenas 0,662, com média de 0,039 (0 a 0,235g), enquanto na vila dos pecadores o peso do plástico dos 10 ninhos foi igual a 246,24 gramas, com média de 24,62 gramas (0 a 109,69g). A matéria orgânica (M.O.) apresentou no manguezal, uma média de 28,29g (2,29 a 128,16g), enquanto na clareira a média de 112,32g (42, 4 a 210,53g), na vila dos pescadores a M.O. apresentou média 139,84g (4,71 a 237,88g) (Figura 10).

O peso do plástico no ninhos diferiu significativamente entre os locais de amostragem (Kruskal-Wallis, H= 25,012, df = 2, p = <0,001). O peso do plástico no ninhos da clareira foi significativamente menor que os da praia do manguezal (q = 4,648, p <0,001), enquanto o peso do plástico nos ninhos da vila dos pescadores também foi significativamente menor que o do manguezal (q = 3,17, p = 0,005), já o peso do plástico no ninhos da vila dos pecadores não apresentaram diferença significativa em relação aos ninhos da clareira (q = 1,434, p = 0,455) (Figura 10).

O peso da matéria orgânica no ninhos diferiu significativamente entre os sitios de coleta (ANOVA one-way, F = 8,731, p <0,001). O peso de M.O. no ninhos do manguezal foi significativamente menor em relação à da vila de pescadores (t = 4,002, p = 0,001), enquanto o peso da materia organica no ninhos do manguezal foi

significativamentemenor em relação à da clareira (t = 3,301, p = 0,005). Não foram detectadas diferenças significativas entre a vila dos pecadores e a clareira (t = 1,15, p = 0,259) (Figura 10).

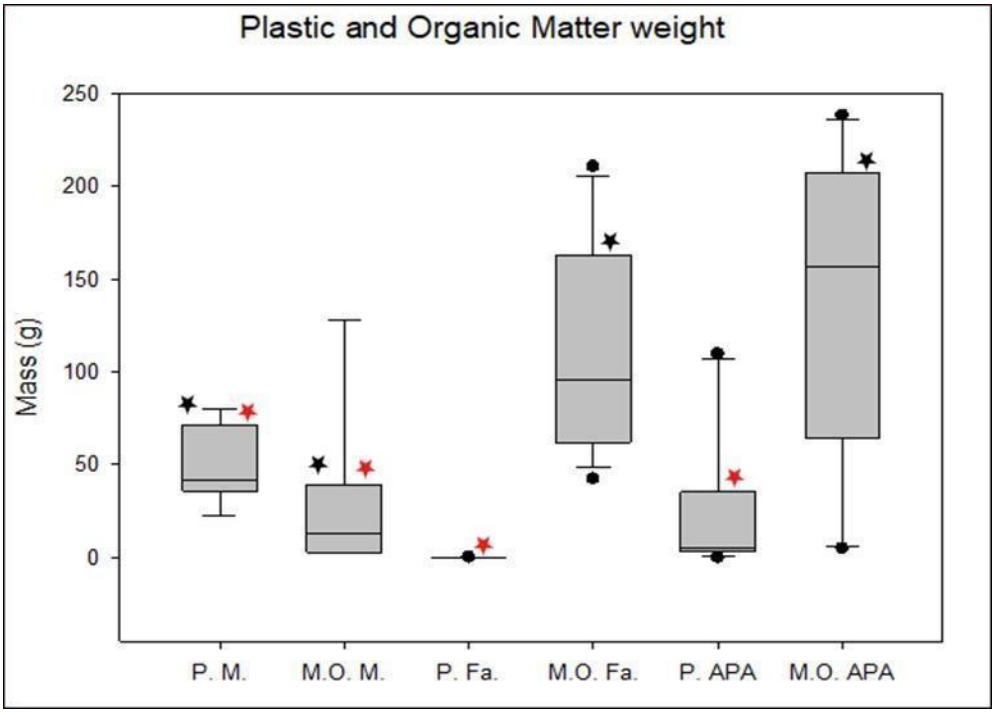

Figura 10 - Boxplot do peso do plástico e matéria orgânica dos ninhos nos três sítios de coleta. P. : massa do plástico; M.O.: massa da matéria orgânica. Estrela: diferenças significativas entre os locais.

A correlação entre o comprimento dos ninhos e o peso seco foi positiva (p < 0,0001) indicando uma associação robusta e significativa entre essas variáveis. A altura dos ninhos exibiu uma correlação com o peso do material seco (p = 0,00108) (Figura 11). Já a correlação entre a largura dos ninhos e o peso do material plástico foi negativa, porém não significativa estatisticamente. Esse resultado indica que, à medida que a largura dos ninhos aumenta, a porcentagem de plástico presente nos mesmos tende a diminuir.

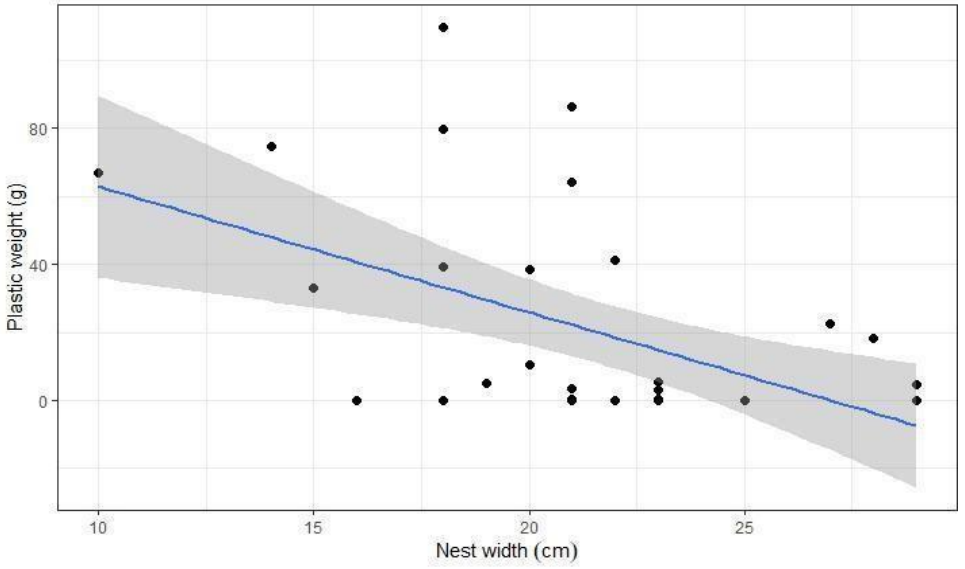

Figura 11 - Correlação do peso de plástico x largura dos ninhos, considerando os três sitios de coleta (n = 36).

Além disso, foi observada uma correlação negativa (r = -0,457) e significativa (p = 0,00528) entre o peso do material plástico e o peso da matéria orgânica presente nos ninhos, indicando uma possível substituição da M.O. por plásticos na composição dos ninhos analisados (Figura 12).

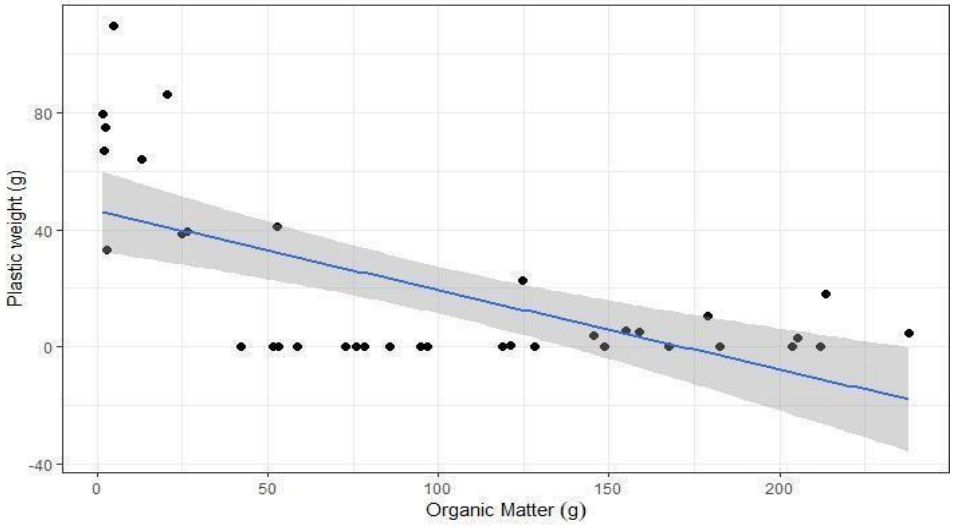

Figura 12 - Correlação da proporção de peso plástico x peso de Matéria orgânica nos três sitios de coleta (n = 36).

Observou-se que não há uma correlação significativa entre o comprimento dos ninhos e a porcentagem de plástico (p = 0,727). Isso sugere que não há uma relação linear entre essas duas variáveis. Por outro lado, foi identificada uma correlação significativa entre a largura dos ninhos e a porcentagem de plástico presente (p < 0,001),

essa correlação indica que à medida que a largura dos ninhos aumenta, a porcentagem de plástico tende a diminuir. Essas infomações sobre a relação entre as dimensões dos ninhos e a presença de plástico, destaca a importância da largura na influência deste material na construção dos ninhos (Figura 13)

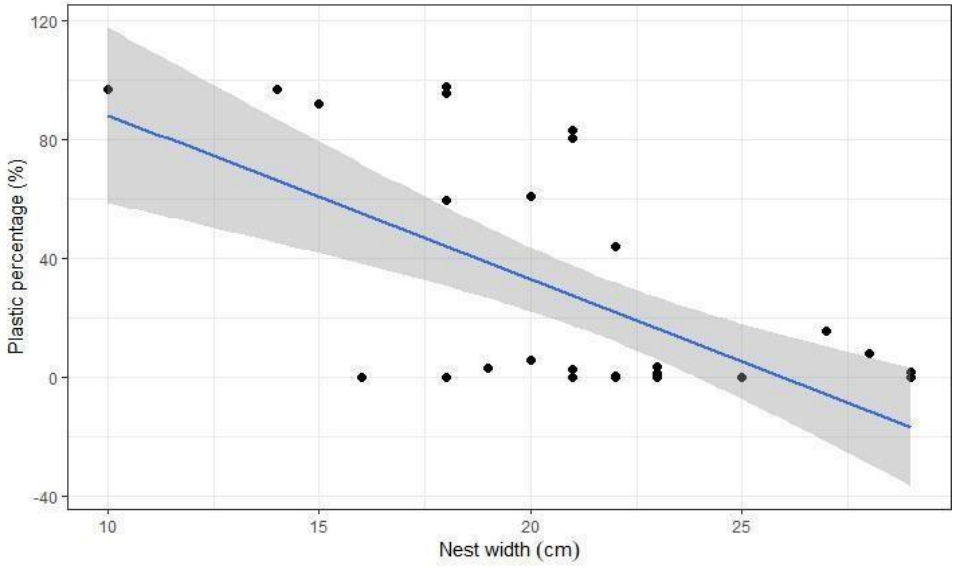

Figura 13 - Correlação da proporção de plástico x largura nos três sitios de coleta.

1.5.2 Caracterização de resíduos plásticos em ninhos de *Psarocolius decumanus*

Dos 36 ninhos coletados ao longo desse trabalho, 24 exibiram a presença de plástico em sua composição, com a maior propoção sendo encontrada na área do Maçarico (Figura 14). No manguezal da praia do Maçarico, os nove ninhos continham plástico, com peso médio de 51,17g (22,2 a 79,6g). A proporção de fibras plásticas em relação ao peso seco de cada ninho variou entre 15,4 a 97,9% (Figura 15). Já na praia do Farol, somente seis dos 17 ninhos continham plástico em sua composição, tendo o peso médio de plástico igual a 0,039g (0 a 0,235g). A proporção de fibras plásticas em relação ao peso seco de cada ninho no Farol variou entre 0 a 0,2%. Foram contabilizadas o total de 21 fibras nos ninhos do Farol, tendo maior quantidade no ninho 1, com o total de 15 fibras (Figura 16).

Na vilad os pescadores, nove de 10 ninhos continham plástico em sua composição, com peso médio de 24,62 gramas (0 a 109,69g). A proporção de plástico nesses ninhos foi de 1,41 a 95,52% (Figura 17).

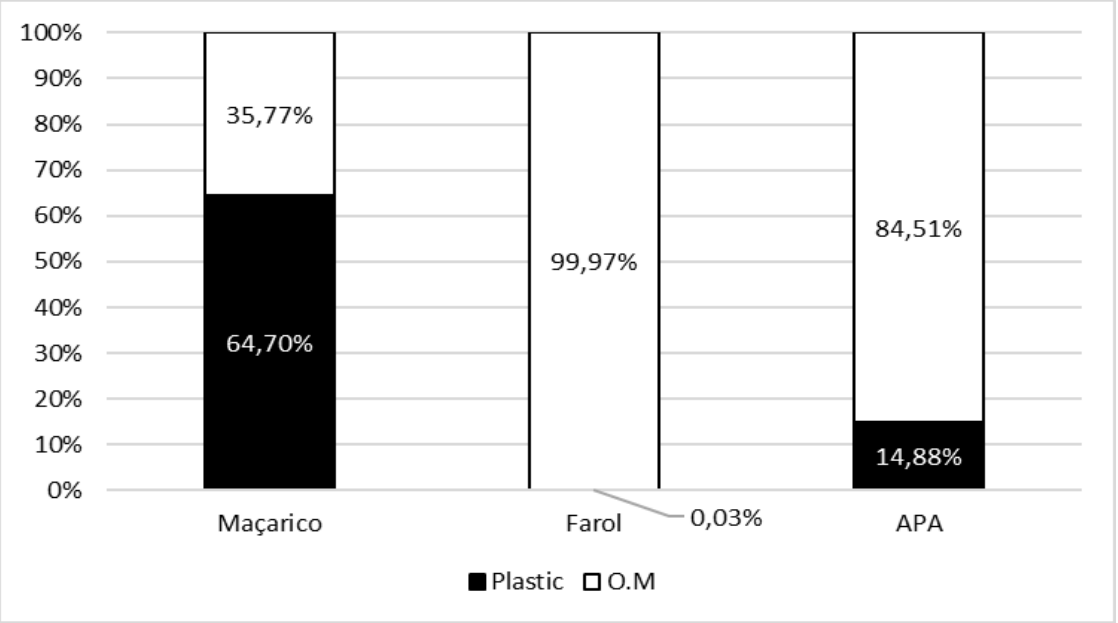

Figura 14 - Proporção de plástico e matéria orgânica (M.O.) nos ninhos analisados para cada um dos três sítios de coleta.

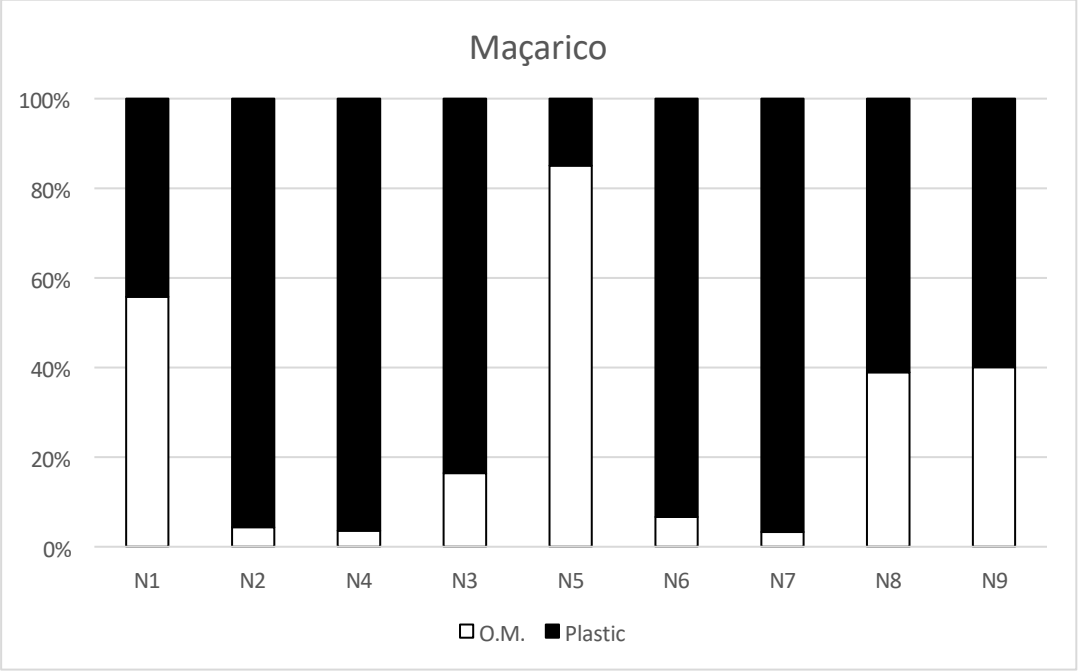

Figura 15 - Proporção de Plástico x matéria orgânica (M.O.) em cada ninho coletado no Manguezal, Salinópolis, Pará.

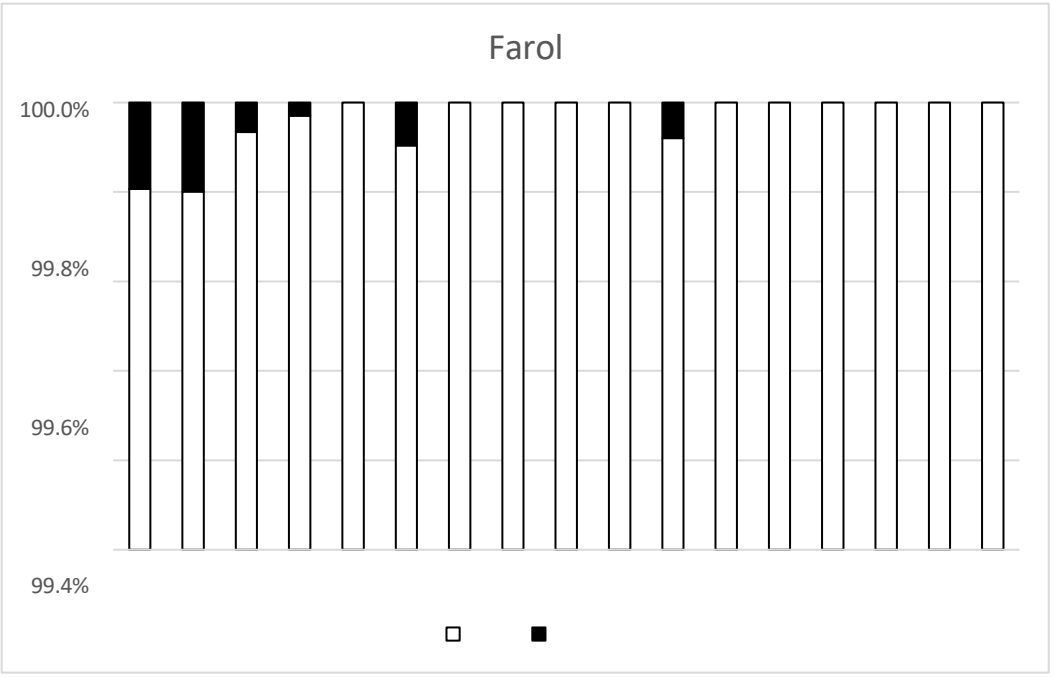

Figura 16 - Proporção de Plástico em cada ninho coletado na Clareira, Salinópolis, Pará.

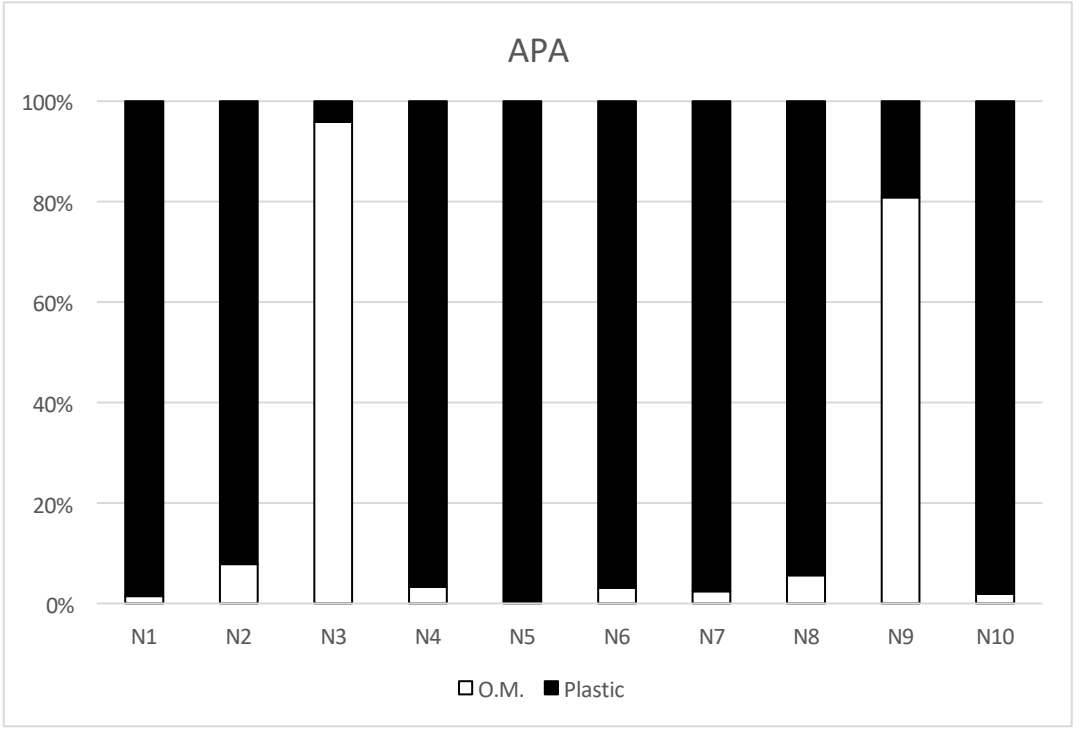

Figura 17 - Proporção de Plástico x matéria orgânica (M.O.) em cada ninho coletado na vila de pescadores, Fortalezinha, APA de Algodoal/Maiandeua, Maracanã, Pará.

Observou-se que a maioria dos ninhos continha fibras e cordas de cor azul, embora tenham sido identificadas também outras cores presentes (Tabela 1, Figura 18 e 19).

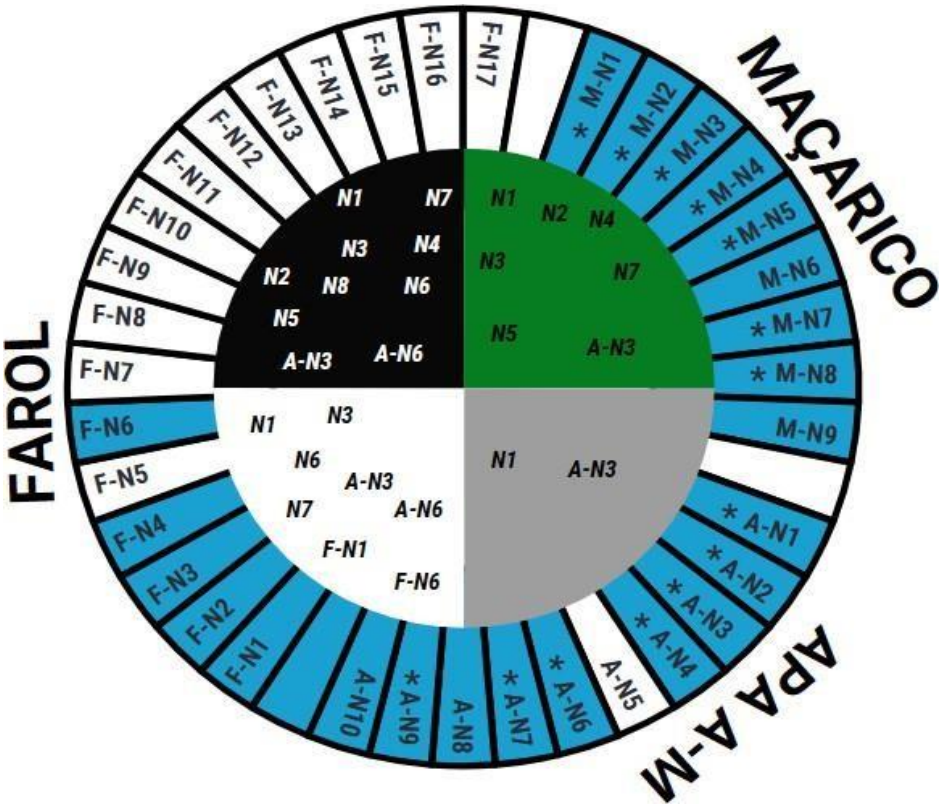

Figura 18 - Esquema com as cores de plásticos presente em cada ninho nas diferentes áreas de coleta. Cores: azul, branco, transparente (cinza), preto e verde.*Presença de cordas no ninho.

1.5.3 Distribuição de ninhos ativos e comportamento de *Psarocolius decumanus*

Para o ninhal localizado no manguezal da praia do Maçarico, em setembro de 2022, 11 ninhos estavam ativos, seguido por um aumento para 14 em novembro de 2022, enquanto em fevereiro de 2023 havia 11 ninhos ativos e dois em construção. Um declínio foi observado em maio de 2023 para oito ninhos ativos e um em construção, enquanto em setembro de 2023, a contagem diminuiu para sete ninhos ativos (Tabela 1). Todos os ninhos encontrados ativos no local continham resíduos plásticos, com predominância de plásticos azuis (Figura 20). O número de ninhos ativos também variou a cada mês de observação para os ninhais na clareira próxima à praia do Farol. Em setembro de 2022, o total de 25 ninhos estavam ativos nos três ninhais, seguido por um aumento para 26 ninhos em 11/2022, enquanto em 02/2023 houve um declínio para 24 ninhos ativos, seguido por um declínio ainda maior em maio de 2023 com apenas 16 ninhos ativos. Por fim, em 09/2023 foram encontrados apenas 13 ninhos e dois ninhais ativos (Tabela 1). Nesse local não foram visualizados plásticos na estrutura dos ninhos ativos (Figura 20).

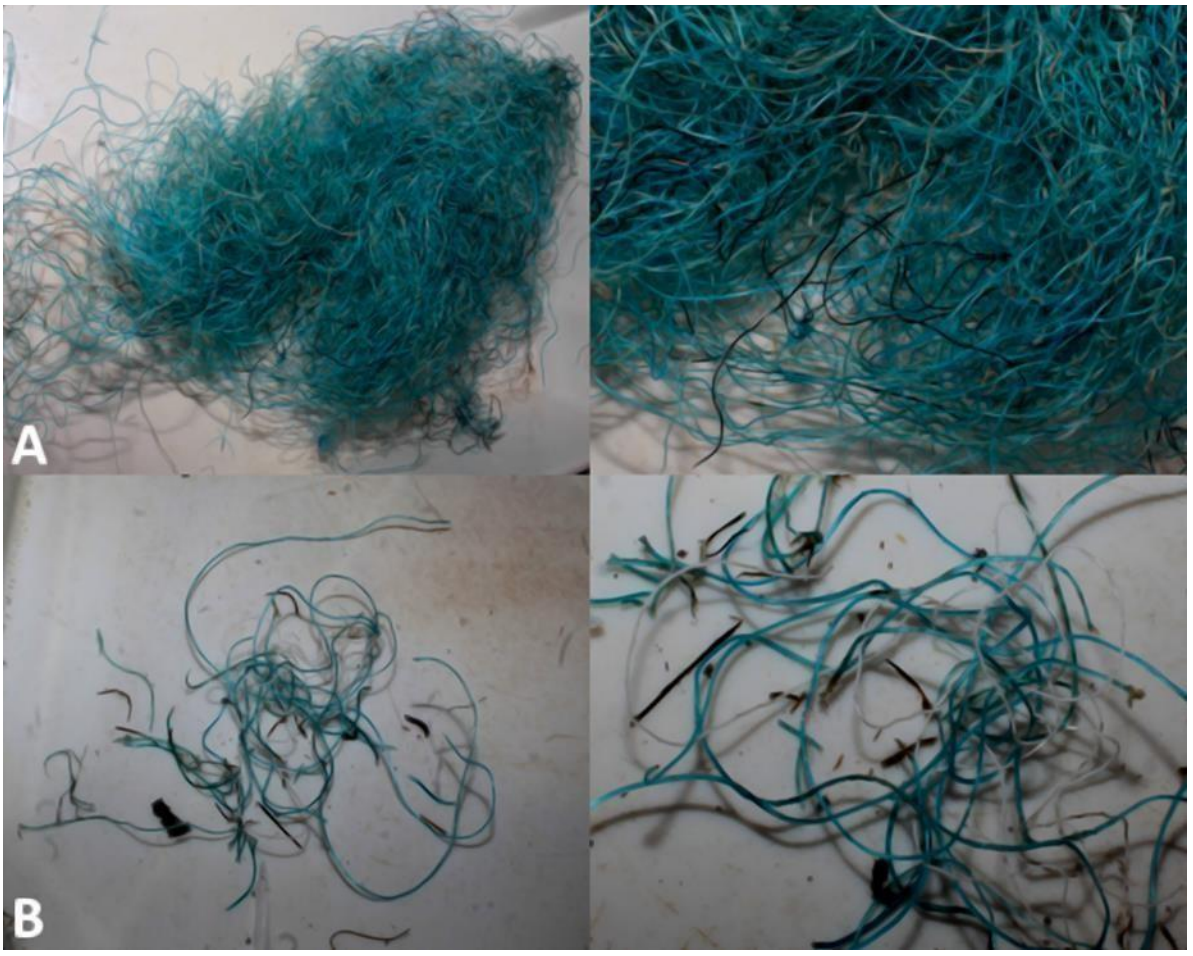

Figura 19 - A) Ninho 1 (N1) da vila Fortalezinha, APA Algodoal-Maiandeua, fibras azuis e fibras pretas visíveis, B) Ninho 1 (N1) da clareira próxima à praia do Farol Velho, fibras azuis e fibra branca.

Tabela 1 - Número de ninhos ativos no manguezal da praia do Maçarico e na clareira próxima à praia do Farol Velho ao longo de um ano de amostragem. (+): em construção, (-): ninho abandonado.

	set/22	nov/22	fev/23	mai/23	set/23
Ninhal 1	11	14	11 (+ 2)	8 (+1)	7
Ninhais Clareira Farol	**Quantidade de ninhos**				
Ninhal 1	set/22	nov/22	fev/23	mai/23	set/23
	4	12	10	11	0 (-2)
Ninhal 2	4	8	9	2	1
Ninhal 3	17	6	5	3	12

Figura 20 - A) Ninho de *P.decumanus* no Maçarico, com muito plástico em sua estrutura. B) Ninhos de *P.decumanus* no Farol, sem plástico visivel em sua estrutura.

Na vila de pescadores, APA Algodoal-Maindeua, foram encontrados sete ninhais na busca ativa (Figura 21), o número de ninhos variou entre os meses de coleta, tendo um total de 36 ninhos no mês de janeiro, sendo eles divididos em - Ninhal 1: em uma palmeira, presença de três ninhoscom pouco plástico visível. Ninhal 2: Possuia três ninhos, presença de plástico na formação do ninho, foi encontrado um ninho caído. Ninhal 3: continha cinco ninhos, todos provavelmente abandonados, alta presença de plástico na composição dos ninhos, o ninhal está localizado em uma palmeira baixa. Ninhal 4: dois ninhos, foi avistado um japu próximo aos ninhos, ambos continham plásticos. Ninhal 5 – dois ninhos, estavam no mangue, com a presença de muito plástico, ninhos totalmente azuis, foi avistado um *P.decumanus* no canal próximo ao ninhal. Ninhal 6: dois ninhos, presença de plástico em sua composição, os ninhos foram encontrados adentrando o furo (Figura 21) foi avistado um *P.decumanus* próximo ao ninhal. Ninhal 7: 16 ninhos, presença de plástico em varios ninhos, visualização de três Japus no ninho.

Durante o mês de junho, um total de 18 ninhos foram observados, sendo que os ninhais N2, N3 e N5 não estavam mais ativos. O N6 não foi possível observar por dificuldades logísticas, enquanto nos ninhais N1, N4 e N7 foram observadas a construção de ninhos novos e indivíduos nidificando (Tabela 2, Figuras 21 e 22).

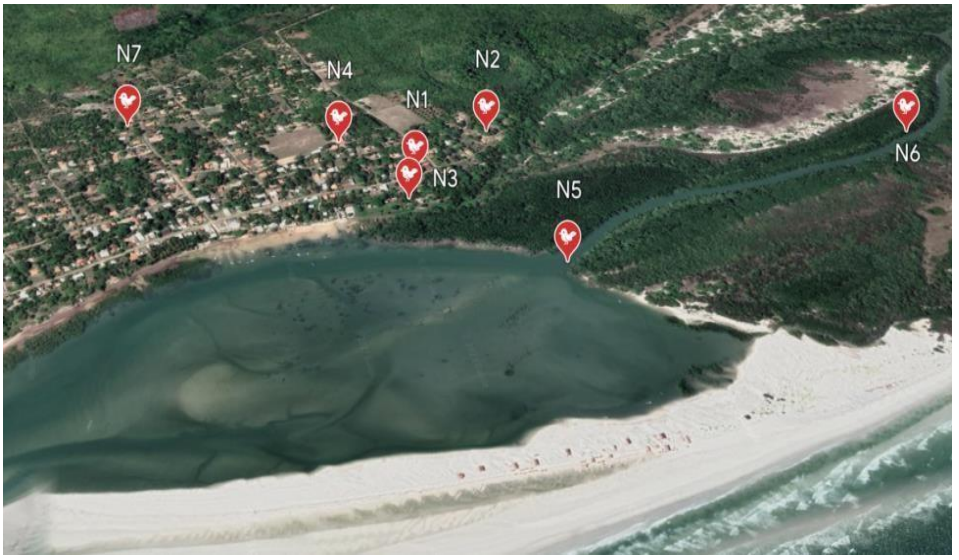

Figura 21 - Ninhais encontrados por busca ativa, vila de Fortalezinha, APA Algodoal-Maiandeua, imagem do Google Earth com coordenadas da autora.

Tabela 2 - Número de ninhos ativos na vila de pescadores, Fortalezinha, APA Algodoal-Maiandeua, Maracanã, Pará. (+): em construção, (-): abandonado.

Ninhais da vila de pescadores	Quantidade de ninhos	
	Janeiro	Junho
Ninhal 1	3	2
Ninhal 2	3	0
Ninhal 3	5	0
Ninhal 4	2	2 (+1)
Ninhal 5	2	0 (-1)
Ninhal 6	2	0
Ninhal 7	1	1
	16	10 (+3)

Figura 22- Japu com material de nidificação no bico, ninhal 7 na vila de pecadores, Fortalezinha, APA Algodoal-Maiandeua, Pará, junho de 2023.

Conforme evidenciado durante a observação realizada em junhona vila de pescadores, foi constatada a construção de ninhos novos, os quais já continham elementos plásticos em sua composição (Figura 23).

Figura 23- Japu em um ninho em construção, com presença de plástico, ninhal 7, vila de pescadores, Fortalezinha, APA Algodoal-Maiandeua, Pará, Junho de 2023. Foto: Autora

1.5.4 Observações comportamentais

O monitoramento totalizou 38 horas e 18 minutos no ninhal do manguezal da praia do Maçarico, 18 horas e 36 minutos na clareira próxima à praia do Farol Velho, e 35 horas e 48 minutos na vila de pescadores, APA Algodoal-Maindeua. A maior movimentação nos ninhais foi observada na vila de pescadores, enquanto a vocalização predominante ocorreu no maguezal. A vila também registrou o maior número de indivíduos avistados mensalmente. A alimentação foi visualizada apenas na clareira (Figura 24).

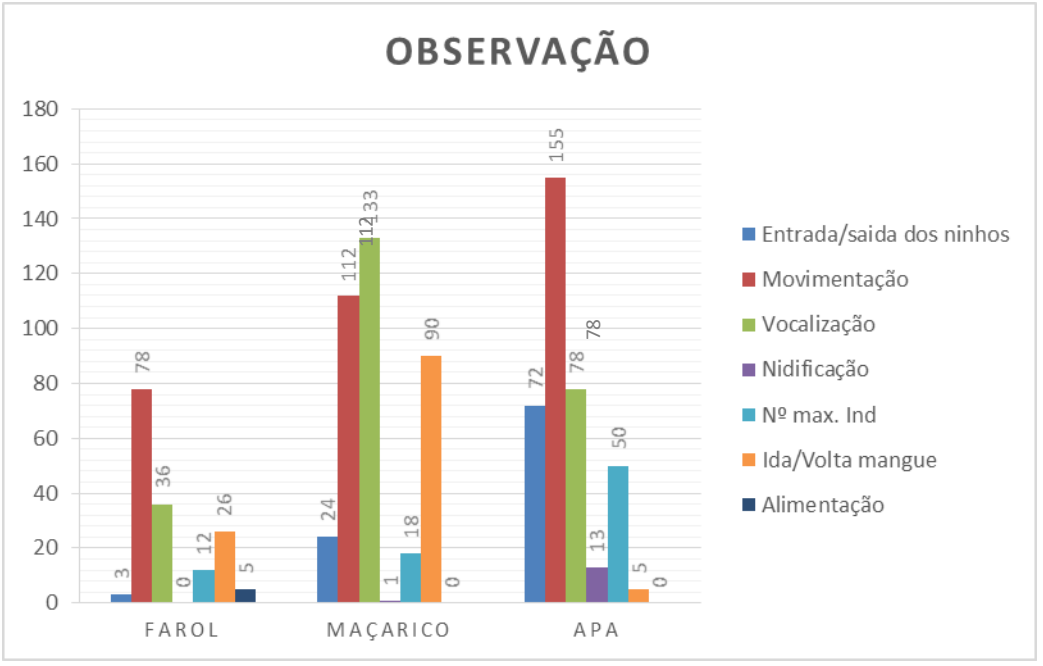

Figura 24 - Monitoramento de aspectos comportamentais (número de observações) de ninhos ativos no três sitios de coleta.

No manguezal do Maçarico em novembro de 2022, um total de 12h05min de observação foi feito em dois dias, enquanto em fevereiro de 2023 foi feito o total de 14h28min de observação em três dias. Já em setembro de 2023, foi realizada observação por 11h45min em dois dias, tendo uma maior numero de observação em relação ao período chuvoso (Figura 25).

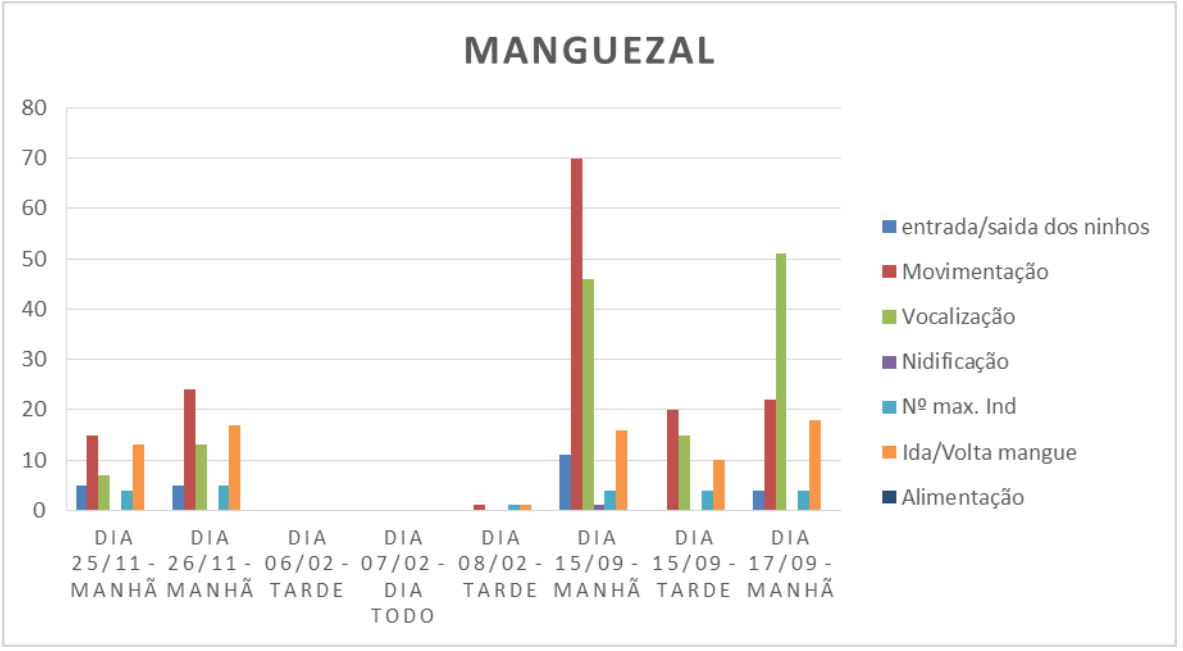

Figura 25 - Monitoramento de aspectos comportamentais (número de observações) em ninhos ativos no ninhal do manguezal, Maçarico, durtante os meses de coleta, Salinópolis, Pará.

Já no Farol, em novembro de 2022 foi feito o total de 3h 40min, onde foi possível visualizar três indivíduos, mas não foi possível verificar nidificação. Em fevereiro de 2023 a observação no ninhal durou 9h 26min em dois dias de observação, sendo que foi possível visualizar três indivíduos juntos, um japu no ninho, vocalização de cabeça pra baixo batendo as asas (Figura 26) e observação de alimentação (Figura 27). Já em setembro de 2023 foram 5h30min de observação onde teve uma alta atividade dos japus na área (Figura 28).

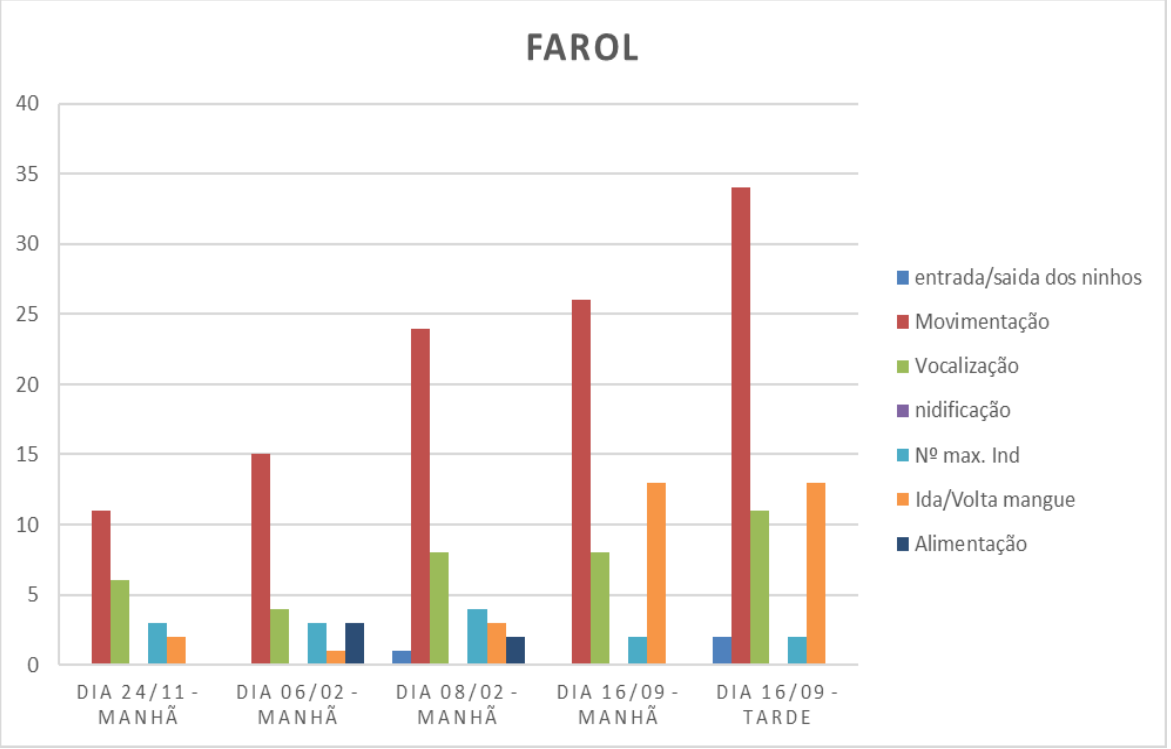

Figura 26- Monitoramento de aspectos comportamentais (número de observações) em ninhos ativos no ninhal da clareira, Farol, durante os meses de coleta, Salinópolis, Pará.

Figura 27- Psarocolius decumanus vocalizando e realizando display, ninhal da clareira, Farol Velho, fevereiro de 2023, Salinópolis, Pará.

Figura 28 - A: Japus no ninhal do Farol Velho, fevereiro de 2023 B: Japu com alimento, no ninhal da clareira, Farol Velho, fevereiro de 2023.

Já na ilha de Maiandeua, em janeiro de 2023 foi feito o total de 9h 28min durante dois dias, onde foi possível observar o ninhal 7 (Figura 29). Em junho de 2023 um total de 24h 40min de observação foi realizada durante três dias. No Ninhal 7, a observação foi realizada por 2h 48min no dia 21 de janeiro e por 6h40min no dia 22 de janeiro. Em julho, nos dias 17 e 18, a observação foi feita por 6h56min e 6h38min, respectivamente, no dia 19 de julho, a observação durou 3h20min. (Figura 30). No Ninhal 4, a observação ocorreu em julho. No dia 17, a duração foi de 1h 3 min, enquanto nos dias 18 e 19 de julho, a

observação durou, respectivamente, 1 h 8 min e 1 h, sem movimentação registrada no ninhal nesses dois dias. No Ninhal 1, a observação foi realizada em julho, nos dias 17 e 18, a observação foi feita por 2h30min e 1h58min, respectivamente, no dia 19 de julho, a observação durou 1h08min.

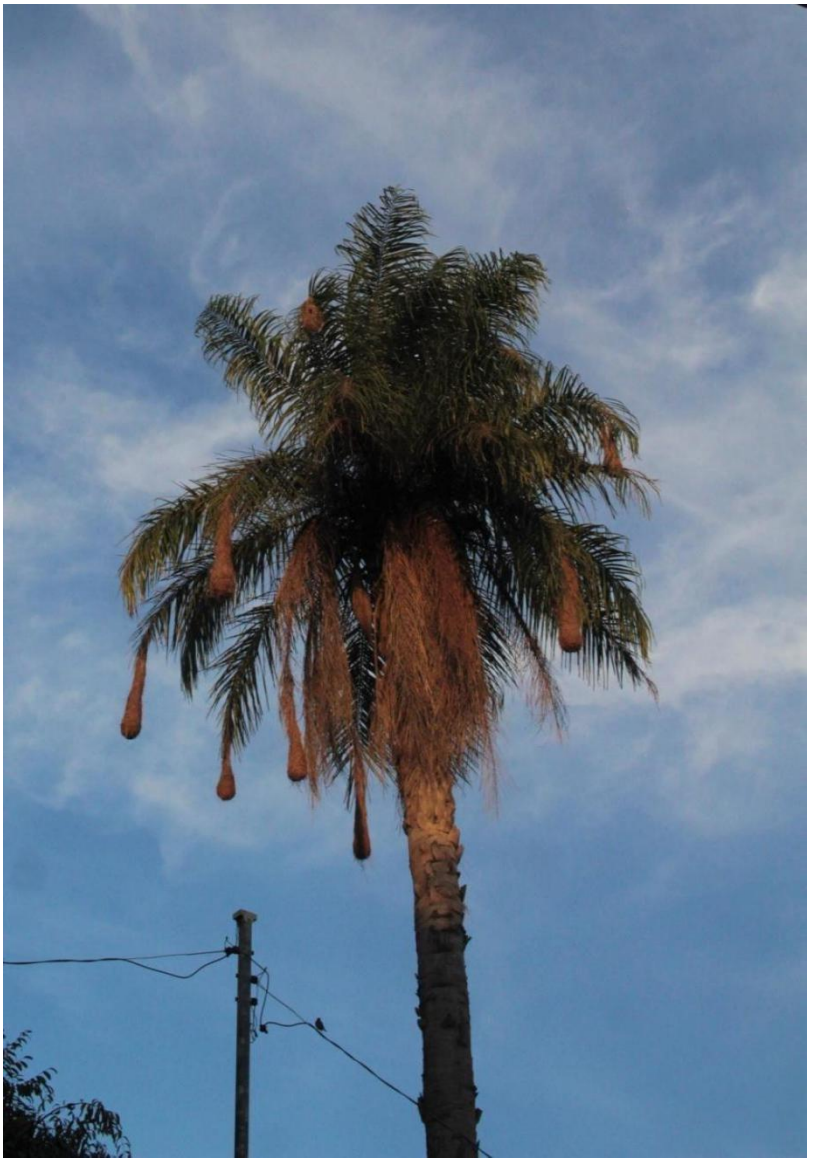

Figura 29- Ninhal 7 da vila de pescadores, Fortalezinha, APA Algodoal-maiandeua, Pará.

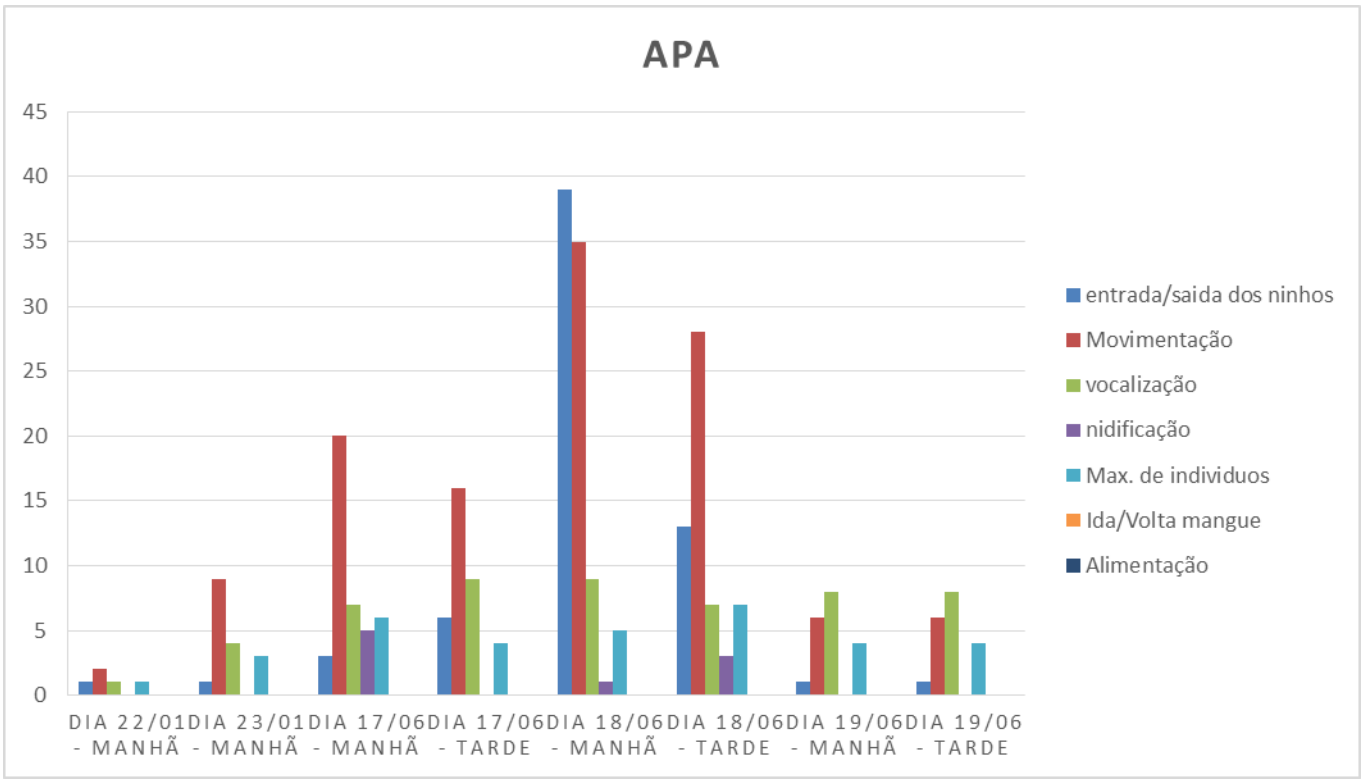

Figura 30 - Monitoramento de ninhos ativos no ninhal 7 (número de observações), durante os meses de coleta, vila de pescadores, Fortalezinha, APA Algodoal-Maiandeua, Pará.

1.5.5 Avaliação visual fotografica do plástico em ninhos ativos

Para os três ninhos do maguezal avaliados em fevereiro, foi atribuída uma pontuação de três na escala quantitativa, indicando uma presença abundante de plástico (Figura 31, Tabela 3).

Figura 31 - A) Ninho 1. B) Padrão em ponto cruz do N1. C) Ninho 2. D) Padrão em ponto cruz do N2. E) Ninho 3. F) Padrão em ponto cruz do N3 – Manguezal da praia do Maçarico, mês de fevereiro de 2023.

Para o mês de setembro de 2023 no manguezal, na praia do Maçarico, o primeiro ninho avaliado foi atribuída uma pontuação de 3 na escala quantitativa. O segundo ninho recebeu a potuação de 2. O terceiro ninho do manguezal obteve uma pontuação de 3. (Figura 32, Tabela 3).

Figura 32- A) Ninho 1. B) Padrão em ponto cruz do N1. C) Ninho 2. D) Padrão em ponto cruz do N2. E) Ninho 3. F) Padrão em ponto cruz do N3 – Manguezal da praia do Maçarico, mês de setembro 2023.

No primeiro ninho da vila de pescadores, APA Algodoal/Maindeua, avaliado em janeiro, foi atribuída uma pontuação de 3 na escala quantitativa. O segundo ninho também recebeu a mesma pontuação. O terceiro ninho da vila obteve uma pontuação de 2 na escala quantitativa, tendo moderada presença de plásticos (Figura 33, Tabela 3).

Figura 33- A) Ninho 1. B) Padrão em ponto cruz do N1. C) Ninho 2. D) Padrão em ponto cruz do N2. E) Ninho 3. F) Padrão em ponto cruz do N3 – vila de pescadores, APA Algodoal- Maindeua, Janeiro de 2023.

No primeiro ninho avaliado visualmente e por meio de pixel do ponto cruz na vila de pescadores, APA Algodoal/Maiandeua, em junho, foi atribuída uma pontuação de 0, indicando a ausência de plástico visível. O segundo ninho recebeu uma pontuação de 1 e o terceiro uma pontuação de 2. (Figura 34, Tabela 3)

Figura 34- A) Ninho 1. B) Padrão em ponto cruz do N1. C) Ninho 2. D) Padrão em ponto cruz do N2. E) Ninho 3. F) Padrão em ponto cruz do N3 – vila de pescadores, APA Algodoal- Maindeua, Junho de 2023.

Todos os ninhos da clareira tiveram sua potuação na escala igual a 0, indicando ausencia de plástico visível, corroborando assim com o resultado do laboratorio onde foi feita a caracterização de resíduos plásticos. (Figura 35 e 36, Tabela 3)

Figura 35- A) Ninho 1. B) Padrão em ponto cruz do N1. C) Ninho 2. D) Padrão em ponto cruz do N2. E) Ninho 3. F) Padrão em ponto cruz do N3 – Clareira próxima à praia do Farol Velho, Salinópolis, fevereiro de 2023.

Figura 36- A) Ninho N1. B) Padrão em ponto cruz do N1. C) Ninho 2. D) Padrão em ponto cruz do N2. E) Ninho 3. F) Padrão em ponto cruz do N3. – Farol, Salinopolis, Setembro de 2023.

Tabela 3 - Escala quantitativa dos ninhos analisados por forma visual e pixel do ponto cruz.

Local	Ninho	Mês/Ano	Pontuação
Manguezal - Maçarico	N1	Fevereiro	3
Manguezal - Maçarico	N2	Fevereiro	3
Manguezal - Maçarico	N3	Fevereiro	3
Manguezal - Maçarico	N1	Setembro	3
Manguezal - Maçarico	N2	Setembro	2
Manguezal - Maçarico	N3	Setembro	3
Vila de pescadores - APA	N1	Janeiro	3
Vila de pescadores - APA	N2	Janeiro	3
Vila de pescadores - APA	N3	Janeiro	2
Vila de pescadores - APA	N1	Junho	0
Vila de pescadores - APA	N2	Junho	1
Vila de pescadores - APA	N3	Junho	2
Clareira - Farol	N1	Fevereiro	0
Clareira - Farol	N2	Fevereiro	0
Clareira - Farol	N3	Fevereiro	0
Clareira - Farol	N1	Setembro	0
Clareira - Farol	N2	Setembro	0
Clareira - Farol	N3	Setembro	0

1.6 DISCUSSÃO

O monitoramento de detritos em ninhos de aves tem emergido como uma ferramenta para avaliar a contaminação por plásticos em ambientes costeiros e marinhos. (Grant et al. 2018, Lavers *et al.* 2013, Tavares *et al.* 2016). Este estudo pioneiro para uma espécie terrestre e costeira traz à tona os primeiros dados sobre o uso de plásticos na nidificação ao longo da costa amazônica, oferecendo insights cruciais sobre os padrões de poluição e os impactos ambientais associados.

As áreas estuarinas tendem a agregar grandes quantidades de detritos plásticos na costa brasileira, incluindo a costa amazônica (Andrades *et al.* 2020, Gonçalves *et al.* 2020). A variação na quantidade de detritos encontrados nos ninhos parece refletir diretamente a disponibilidade desses materiais no ambiente circundante. Nos ambientes manguezais (Maçarico) e vila de pescadores (Maiandeua), onde o lixo marinho é mais abundante, observamos uma elevada presença de detritos nos ninhos. No manguezal a quantidade de detritos nos ninhos foi a maior, possivelmente por conta da disponibilidade desses detritos no ambiente, já que o maguezal funciona como um retentor de lixo marinho. Na vila de pescadores (Fortalezinha) o número de detritos também foi alto, provavelmente por conta da quantidade de detritos no ambiente. Em contrapartida, áreas como a clareira do Farol, menos afetadas pela influência das marés e com mais detritos naturais disponíveis, apresentaram menor incidência de plásticos nos ninhos.

As aves marinhas escolhem os materiais dos ninhos principalmente com base na forma e na cor (Nelson & Baird, 2001, Tavares *et al.* 2019). Trabalhos já mostram que linhas de pesca e cordas também estiveram entre os itens mais prevalentes em ninhos de atobás marrons (Lavers *et al.* 2013, Tavares *et al.* 2016). Porém, tal material pode representar risco de vida às aves. O emaranhamento em cordas de pesca usadas como material de nidificação mata 63 aves por ano em uma colônia de cerca de 40.000 *Morus bassanus* (Linnaeus 1758) (Votier *et al.* 2011).

Divesas espécies de aves marinhas que constroem ninhos com folhas longas são particularmente vulneráveis ao lixo produzido pelas atividades pesqueiras (Luna *et al.* 2022). Apesar de *Psarocolius decumanus* não ser uma ave marinha, foi possivel corroborar que essa espécie também seja particulamente vulnerável a lixo produzido por atividades pequeiras, tendo os seus ninhos extremamente poluídos em locais com um maior aporte desse detrito.

Psarocolius decumanus investe uma quantidade substancial de esforço na construção de ninhos (Sick 1984, Di Giacomo & Lanús-2000) e mostraram alta seletividade em relação ao tipo e cor dos detritos. Aqui foi possivel observar que a a seletividade dessa ave na escolha dos materiais de nidificação é evidente. A presença predominante de fibras e cordas azuis nos ninhos sugere uma preferência por materiais de pesca, possivelmente devido à sua semelhança com recursos naturais utilizados na construção dos ninhos, ou por sua alta resistência e densidade. No entanto, os efeitos diretos e indiretos da poluição plástica nessa espécie, incluindo emaranhamentos e mortalidade, continuam sendo áreas de pesquisa necessárias e críticas, logo estudos futuros devem concentrar esforços na avaliação da mortalidade associada às artes de pesca em ninhos de Japu.

Ao longo de vários meses de observação e documentação fotográfica, foi possível identificar uma alta incidência de plástico nos ninhos localizados no manguezal. Este achado foi corroborado por análises laboratoriais, que revelaram uma proporção significativa de mais de 64% de plástico nos ninhos de *P. decumanus* em um dos locais de coleta. Além disso, reforçam a importância de monitorar regularmente a presença de detritos nos ninhos como um indicador precoce dos níveis de poluição ambiental, fornecendo assim dados valiosos para a conservação e a gestão dos recursos marinhos na região Amazonica.

A análise visual das fotografias coletadas em campo desempenhou um papel fundamental ao oferecer uma avaliação preliminar dos ninhos, aprimorando os dados obtidos em laboratório e validando a presença de plásticos nos ninhos, especialmente em ambientes de manguezais. Essa abordagem combinada, que integra métodos visuais e computacionais, validou os resultados laboratoriais, evidenciando que os ninhos em maguezais apresentam uma maior presença de plástico em sua composição.

Ao integrar análises visuais com técnicas computacionais, conseguimos obter uma compreensão mais completa da distribuição e abundância de materiais nos ninhos estudados. Essa abordagem permitiu uma avaliação mais detalhada e precisa, revelando padrões e tendências. A escala quantitativa das obersações e fotos revelam um padrão claro: os ninhos encontrados no mangue contêm uma quantidade maior de plásticos em sua estrutura. Além disso, é possível inferir que esses ninhos podem servir como bioindicadores, já que as aves utilizam as mesmas árvores em diferentes anos (Machado-

Stredel *et al.* 2020). Estudos com uma escala temporal mais longa poderão determinar se a quantidade de plástico nos ninhos está aumentando ao longo dos anos e confirmar a eficácia dos ninhos como bioindicadores.

Os resultados de correlação destacam a influência das dimensões dos ninhos e dos diferentes tipos de materiais na sua composição, fornecendo uma compreensão mais aprofundada dos processos de construção. Esses resultados são baseados em uma amostra de 36 ninhos analisados, fornecendo informações valiosas sobre as dimensões dos ninhos e a presença de plástico, destacando a importância da largura na influência deste material na construção dos ninhos.

Com base nas observações sazonais, é perceptível notar que a nidificação e reprodução dessa espécie na costa Amazônica paraense ocorre possivelmente durante a estação intermediária para a estação seca, com início em maio e término por volta de novembro/dezembro. Essa constatação contrasta com as informações existentes sobre a reprodução de *P. decumanus*, que tem início em outubro na Argentina e outros países da América do Sul (Drury 1962, Hilty & Brown 1986, Restall *et al.* 2007, Hoyos *et al.* 2021). Até o momento, na região amazônica, ainda não foi definida precisamente essa época de nidificação e reprodução, o que sugere a necessidade de estudos mais aprofundados para confirmar essa hipótese. Com base nessas observações, foi testemunhada a construção de ninhos novos da espécie em junho de 2023. Além disso, foi identificado um ninho caído contendo restos de casca de ovo (Figura 37), o que adiciona uma camada importante para começar a entender o comportamento reprodutivo dessas aves nesta região.

Figura 37 - Ninho encontrado em Fortalezinha, com resquícios de casca de ovo e presença de material plástico, junho de 2023.

Foi possivel inferir que durante o período chuvoso de 2023, foi observado uma redução significativa na atividade nos três locais de coleta em comparação com o período intermediário/seco. Foi constatada a construção de ninhos novos durante a observação em junho em Fortalezinha, os quais já continham elementos plásticos em sua composição.

Além disso, em maio e setembro, também testemunhamos a construção de novos ninhos no manguezal da praia do Maçarico, sugerindo possíveis variações nos meses de nidificação dessa espécie aqui na costa amazônica em comparação com outras regiões, como Argentina e sul do Brasil. Algo importante de mecionar é que em setembro de 2023, tinha-se informações locais, que um novo ninhal (Figura 38), com cerca de 10 ninhos, com presença de plástico em sua composição, estava sendo construído em uma nova área da praia do Maçarico, porém ao chegar ao local para a capanha da coleta, foi descoberto que os ninhos foram derrubados, junto com áreas de mangue, para a continuação da construção da orla local. Essa observação, junto com a construção de ninhos em maio e setembro, corroboram com a hipotese de que a época da nidificação da espécie na Amazônia brasileira pode ser diferente de outros lugares da America do Sul, e até mesmo de outros locais do

Brasil.

Essas descobertas apontam para a necessidade de investigar mais profundamente os padrões de nidificação dessa ave e seu comportamento reprodutivo em diferentes ambientes ao longo do ano, além de continuar monitorando e destacando a presença contínua de plásticos nos ninhos como uma preocupação ambiental relevante.

Em suma, este estudo lança luz sobre a magnitude da poluição plástica nos ninhos de aves ao longo da costa amazônica e destaca a importância de medidas de conservação e gestão para mitigar seus impactos. No entanto, são necessárias investigações adicionais para entender completamente os efeitos da poluição plástica em *P. decumanus*, bem como para desenvolver estratégias eficazes de mitigação.

A escassez de dados sobre a presença de detritos nos ninhos de *Psarocolius decumanus* na América Latina, bem como a ausência de estudos sobre a ingestão de plástico por essa espécie, ressalta a necessidade premente de pesquisas adicionais. Estudos futuros são essenciais para determinar se a poluição plástica nos ninhos do japu pode servir como um indicador confiável das quantidades de detritos nos arredores.

Figura 38 – Fotos do ninhal que estava sendo construido em uma area do Maçarico, derrubado antes da coleta, setembro de 2023. Fotos: Rodrigo, morador local e ex-aluno do LOB.

Este estudo pioneiro para *Psarocolius decumanus* ao longo da costa amazônica, e revelou a magnitude da poluição plástica para esta espécie. As descobertas indicam uma possível correlação entre a disponibilidade de detritos no ambiente circundante e a presença de plásticos nos ninhos, com áreas estuarinas e de manguezais mostrando uma maior incidência desses materiais, mas para confirmar e compreender essa relação é evidente a necessidade de estudos complementares.

CAPITULO 2 BLUE NESTS: THE USE OF PLASTICS IN THE NESTS OF THE CRESTED OROPENDOLA (PSAROCOLIUS DECUMANUS) ON THE BRAZILIAN AMAZON COAST

APRESENTAÇÃO DO ARTIGO

Título do artigo: Blue nests: the use of plastics in the nests of the crested oropendola (Psarocolius decumanus) on the Brazilian Amazon coast

Lista de autores: Adrielle Caroline Lopes[1,2], Maria Kuznetsova[3], Anderson Targino S. Ferreira[3], Niklaus Ursus Wetter[3], Tommaso Giarrizzo[4], José Eduardo Martinelli Filho[1,2*]

[!]:Laboratório de Oceanografia Biológica and Centro de Estudos Avançados da Biodiversidade, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa s/n, Guamá, Belém, PA 66075-110, Brazil

[2]: Programa de pós-graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Pará, Av. Augusto Corrêa s/n, Guamá, Belém, PA 66075-110, Brazil

[3]: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, CNEN - IPEN, São Paulo, SP 05508-000, Brazil

[4]: Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), Universidade Federal do Ceará (UFC), Av. da Abolição, 3207, Meireles, Fortaleza, CE, 60165-081, Brazil

Status de publicação: Publicado (https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116695)

Revista: Marine Pollution Bulletin

Blue nests: the use of plastics in the nests of the crested oropendola (*Psarocolius decumanus*) on the Brazilian Amazon coast

Highlights

- Plastics were found in 67% of crested oropendola nests;
- All except one nest from both mangrove and fishermen's village contained blue fibers;
- 97% of 79 analyzed fibers were made of polyethylene;
- Six organic dyes were identified with different degrees of toxicity;
- Both young and adult *P. decumanus* are exposed to potential contaminants associated with the nests;

Abstract

Birds have been impacted by plastic pollution via entanglement, accidental ingestion, and exposure to chemical contaminants. However, plastics were also observed as a nesting material for several species. For the first time, we describe the occurrence and composition of plastics in the nests of the crested oropendola (*Psarocolius decumanus*) in three sites on the Amazon coast. Plastics were present in 67% of abandoned, fallen nests. At the mangrove site, all nests contained plastics, while at the grassy clearing and the fishermen's village, plastics were present at 35.3 and 90% of the nests, respectively. Blue fibers and ropes were the main plastics observed, probably derived from discarded fishing gear. Of 79 analyzed fibers, 97.5% were composed of Polyethylene, and 83.5% contained Cobalt Phthalocyanine as an additive. Our results showed a widespread use of plastics by *P. decumanus*, which may increase the exposure of juveniles to potential contaminants.

Keywords: Icteridae; plastic debris; marine litter; fishing gear; ghost fishing

Introduction

The Brazilian Amazon coast is a highly dynamic ecosystem, where multiple

interactions occur between the great Amazon delta, the Atlantic coast, and the adjacent sea (Nittrouer *et al.* 2021). A myriad of ecosystems coexist in the area, like sandy beaches, rocky outcrops, vegetated dune-beach ridges, mangroves, estuarine channels, and muddy flats (Pedrini *et al.* 2021). The biota from the Amazon coast is also diversified, where many residential and migratory birds are benefited by the provided ecosystem services (Owuor et al. 2024).

The region bears a diversity of both marine and continental birds (Lees et al. 2014).

Such animals are probably already impacted by plastic pollution, since plastic debris and microplastics are widely distributed in the Amazon biome and, particularly on the Amazon coast (Morais *et al.* 2024), posing a potential threat to the local biota (Pegado *et al.* 2018; Morais *et al.* 2020).

P. decumanus occurs from the south of Central America to South America, except in Chile and Uruguay (e.g., Ridgely & Tudor, 2009). The bird inhabits humid forests, mangroves, dry forests, clearings, and agricultural areas (Van Perlo, 2009). Despite the least concerning status, geographic distribution, conservation, and population dynamics in Brazil are controversial and demand a new synthesis (IUCN, 2020; SIBBr, 2020). In the Brazilian Amazon, studies on *P. decumanus* are limited to checklists and geographic distribution (Sanaiotti & Cintra, 2001; Lees et al. 2014) or a few biological and ecological aspects like the mapping of nesting sites (Lopes et al. 2023) and the description of the entomological fauna associated with the nests (Torres, 2001).

Psarocolius decumanus is a tropical icterid bird, with a dark brown color with a yellow tail and yellowish-white beak; the adults measure between 35 and 48 cm (Van Perlo, 2009). The bird is known for its elaborate, long nests, which are suspended from palm leaves or branches of trees and composed of natural fibers from dry leaves, orchid roots, fungi elongated rhizomorphs (Sick, 1984), and even plastics (Hoyos et al. 2021).

Several birds often incorporate synthetic materials into their nests, such as plastic fibers and ropes (Jagiello et al. 2019), a frequently observed behavior in many seabird species (Tavares et al. 2016; Lavers et al. 2013; O'Hanlon et al. 2019; Delgado et al. 2020; among others), but still poorly described for birds with a wider distribution towards coastal and continental areas like *P. decumanus*.

It is suggested that the use of anthropogenic materials in the composition of nests can lead to greater predation, as these nests are more easily detected (Møller, 2017). Additionally, synthetic materials can cause entanglement and death of birds (Blettler & Mitchell, 2021), and they have other detrimental effects on the organism and its offspring (e.g., Teuten et al. 2009). Moreover, the presence of toxic plastic additives and adsorbed contaminants in these materials poses a significant health risk since such contaminants were reported in eggs from seabirds (van der Schyff et al. 2021).

Here, we evaluated for the first time in the scientific literature the types and frequency of plastics from 36 abandoned, fallen nests of the crested oropendola, *Psarocolius decumanus* (Passeriformes: Icteridae) distributed at three sites on the Brazilian Amazon coast during field observations between 2022 and 2023. We also analyzed the chemical composition of a subset of samples to avail the composition and the presence of potential chemical contaminants in these plastic debris.

Materials and Methods

The area is located on the Atlantic coast of Pará state, which has a strong seasonality marked by the pluviosity regime and the Amazon River plume variability throughout the year. The heterogeneous coast is composed of sandy beaches, rocky outcrops, dunes, and typical coastal vegetation locally described as “restinga,” mangroves, tidal channels, and muddy flats (Pedrini *et al.* 2021).

Sampling took place at three distinct sites from the Pará state coast, Brazilian Amazonia (Fig.1). The first is a mangrove patch associated with the Maçarico sandy beach at Salinópolis municipality. The typical mangrove trees were *Avicennia germinans* (L.) L. and *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn, where discarded fishing nets accumulated on roots (Fig. 2). The second area was a modified grassy clearing with some vacation houses and the presence of palm trees. The area is only a few meters from dune-beach ridges associated with the Farol Velho beach, also located at Salinópolis.

Finally, a fishermen village located at Maiandeua island, inside the Algodoal-Maiandeua Environmental Protection Area (municipality of Maracanã) was sampled. The traditional village has a low density of civil constructions, most of them with vegetated gardens. Mangrove and vegetated dunes are also present around the village. Abandoned and fallen nests of *P. decumanus* were collected by active search in each sampling site. Field sampling and observations were conducted between September 2022 and

September 2023. Only abandoned, discarded nests were sampled, individually placed in boxes, and transported to the laboratory.

At the laboratory, each nest was visually inspected for the detection of plastic debris. The presence of plastics was evident in some of the nests due to the large number of plastic fibers and the blue color (Fig. 2). For all the nests, the potential plastic fibers, ropes, and films were separated from the organic matter, with the aid of a stereomicroscope. Particles below 5 mm in length (microplastics) were not analyzed. The isolated plastics were then classified by type and color, according to GESAMP (2019).

To confirm the polymeric nature of the potential plastic fibers, 79 filaments from the three different sites were removed from the nests and analyzed by RAMAN spectroscopy: 13 items from Farol Velho, 35 from the fishermen's village, and 31 from the mangrove patch.

The labRAM HR Evolution equipment (HORIBA) was used with lasers of different wavelengths (473, 532, 633, and 785 nm) and a 50x long-range objective (NA=0.55). The resistance of each material was previously tested to obtain the best signal for the spectra without damaging the material. For the final spectrum measurement, the spectral region from 200 to 3200 cm^{-1} was used, allowing observation of the common polymer fingerprint region and the C-H stretching region.

After optimizing parameters (e.g., integration time, number of accumulations, and slit diameter), it was ensured that there was no detector saturation across the entire spectrum collection region, and the signals were typically collected with a total time between one and five minutes. A filter was used to automatically identify and remove any spikes due to cosmic rays by comparing the spectra from different accumulations. A baseline was applied, and a noise filter was used through the micro-Raman software tools (Labspec) or a Matlab® code. The compounds in the spectra were identified using the Knowitall® program's database (Wiley, 2024).

Results

Plastics were observed in 24 of the 36 analyzed nests. All nests from the mangrove area contained plastics (n = 9), classified as fibers, tangled fibers, and ropes. Blue was the dominant color, followed by green, black, and transparent fibers. For the grassy clearing, six of 17 nests contained plastics, and all of them were blue or black fibers on tangled

fibers. At the fishermen's village, plastics were present in nine of 10 nests. Fibers, tangled fibers, and ropes were present in the nests. Blue, followed by green were the dominant colors, with rare occurrences of black, white, and transparent fibers. Blue was always the dominant fiber color (Fig. 2, 3).

From the 79 analyzed fibers, 77 were successfully identified as polyethylene, one as polypropylene, and one as cellulose (Fig. 3). Density was determined through RAMAN spectroscopy for 46 fibers, from which 25 were made of high-density, four of intermediate density (0.945) and 17 of low-density polyethylene.

All six identified dyes were classified as organic pigments, which were detected in 75 fibers (94.9%). Among the fibers, 72 (91.1%) contained blue dyes and three (3.8%) contained green dyes. Cobalt Phthalocyanine was the most common dye, present at 66 fibers, followed by Hostasol Green G-K with three occurrences, while Irgazin Blue (Phthalocyanine), Indanthren Dark Blue, and Copper Phthalocyanine occurred in two fibers each. Sepisol Fast Blue occurred at a single fiber (Fig. 3). For a single fiber, two dyes were simultaneously identified: Hostasol Green G-K and Irgazin Blue (Fig. 4). The detected additives are widely used in industrial applications; all of them are dyes for plastics, nylon, cotton, and other materials. Five are known to be toxic for the biota, at least at a low toxicity level (Table 1).

Discussion

This study provides evidence of the widespread usage of polyethylene fibers by the crested oropendolas (*Psarocolius decumanus*) for nest construction along the Brazilian Amazon coast. The likelihood of plastic being used in nest construction depends not only on the abundance of debris near the nest but also on the availability of natural nesting material (Lavers et al. 2013; Witteveen et al. 2017). Consequently, the prevalence of plastics across all three sites (mangrove, grassy clearing, fishermen village) suggests this behavior may be increasingly common and linked to nylon fiber availability in the surrounding environment.

The dominance of blue fibers across all locations suggests a common source, likely linked to discarded fishing gear, already reported for the study site (Martinelli Filho & Monteiro, 2019). This aligns with the observation of accumulated fishing nets in the mangroves where all nests contained plastic fibers (Fig. 2), and all except one nest from

the fishermen's village contained the same fibers. The lower proportion of plastics in the nests from the grassy clearing also supports the idea of a lower occurrence of plastic fibers in the environment since the site was dominated by other types of litter and natural fibers.

Seabirds choose nesting materials primarily based on shape and color (Tavares et al. 2019). Studies have already shown that fishing lines and ropes were also among the most prevalent items in brown booby nests (Lavers et al. 2013; Tavares et al. 2016). Our analysis confirmed that polyethylene was the primary polymeric component (97.5%) of the analyzed fibers (Fig. 3). The dominance of high-density polyethylene suggests potential rigidity and durability of these fibers, possibly making them more suitable for nest construction, and an active selection and collection of such fibers by the birds. The choice for blue polyethylene fibers may be determined by the quality of material for nest construction, instead of the color, a hypothesis that demands future tests.

The Brazilian coast is widely impacted by plastic debris (Pegado *et al.* 2024), and some of these display potential hazards due to diverse associated contaminants (Cesar-Ribeiro *et al.* 2017). Moreover, the study site is known to bear moderate quantities of microplastics and fibers, mainly blue ones (Martinelli Filho & Monteiro, 2019). Adsorbed contaminants in microplastics were already reported for the Amazon coast, near the study area. Despite the relatively low concentrations, PAHs like naphthalene, phenanthrene, chrysene, pyrene, and fluoranthene are already adsorbed by microplastics in the region (Branco *et al.* 2023), which poses a potential risk of contamination by ingestion.

In a similar way, the fibers identified here also contain contaminants that are added during the industrial production of the colored nylon nets. Of the six identified dyes, five are known for at least a low toxicity degree in animal models, like rodents and microcrustaceans (*Daphnia magna*), but they have unknown effects on birds.While the range of toxicological effects on birds requires further investigation, previous studies have indicated potential health risks in animals, associated with some of these identified dyes (see Table 1).

The identification of Cobalt Phthalocyanine in a significant portion of the fibers (94.9%) raises concerns about potential contaminant exposure for *P. decumanus*. This dye is listed as hazardous by the 2012 United States Occupational, Safety and Health Administration (OSHA) Hazard Communication Standard. Potential health effects include respiratory sensitization, germ cell mutagenicity, and carcinogenicity. Other

identified dyes, such as Indanthren Dark Blue and Copper Phthalocyanine, have also been linked to slight toxicity in rodents and aquatic life (see Table 1).

The potential transfer of contaminants from plastic fibers to the crested oropendola eggs and chicks is a significant concern. Studies have documented the presence of microplastics and associated contaminants in seabird eggs (van der Schyff et al. 2021), highlighting potential pathways for contaminant exposure in birds that utilize plastic as nesting materials.

The presence of tangled fibers and pieces of ropes could also lead to accidental entanglement of chicks or adults (Townsend & Baker, 2014), and such larger debris are also used by the crested oropendola. The ecological implications of incorporating plastics into nests require further study. While potential benefits like increased structural stability may be speculated, the increase in predation risk due to higher nest visibility was already observed (Corrales-Moya et al. 2023; Møller, 2017). At last, the effects of plastic additives on bird's health is yet to be investigated since it may pose an important risk to these birds during different stages of their life cycle.

Funding

ACL was funded by the Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES scholarship #88887.687937/2022-00). JEMF is supported by the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq grant no. 408962/2023-02).

A.T.S.F. and N.U.W. are supported by the Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP grant #2020/12050-6 and #2021/-4334-7, respectively).

T.G. and N.U.W. are National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) research fellows.

References

Blettler, M.C., Mitchell, C., 2021. Dangerous traps: Macroplastic encounters affecting freshwater and terrestrial wildlife. Sci. Total Environ. 798, 149317. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149317.

Branco, F.O.L., Pegado, T., Giarrizzo, T., Rodrigues, C.C.D.S., Corrêa, J.A.M., 2023. Association between PAH and plastic fragments on Brazilian coast beaches: a

baseline assessment. Environ. Sci. Pollut. Res. 30 (58), 121895-121907. https://doi.org/10.1007/s11356-023-30863-4.

Cesar-Ribeiro, C., Rosa, H.C., Rocha, D.O., Dos Reis, C.G.B., Prado, T.S., Muniz, D.H.C., Carrasco, R., Silva F.M., Martinelli-Filho, J.E., Palanch-Hans, M.F., 2017. Light-stick: A problem of marine pollution in Brazil. Mar. Pollut. Bull. 117 (1-2), 118-123. http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.055.

Corrales-Moya, J., Barrantes, G., Chacón-Madrigal, E., Sandoval, L., 2023. A potential consequence for urban birds' fitness: Exposed anthropogenic nest materials reduce nest survival in the clay-colored thrush. Env. Poll. 326, 121456. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121456.

Delgado, S., Zorrozua, N., Arizaga, J., 2020. Marginal presence of plastic in nests of yellow– legged gulls (*Larus michahelli*s) in the southeastern Bay of Biscay. Anim. Biodivers. Conserv. 43, 191–195. https://doi.org/10.32800/abc.2020.43.0191.

GESAMP, 2019. Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean. In: Kershaw P.J., Turra A., Galgani F. (Eds.), IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP/ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection, Reports and Studies, vol. 99. GESAMP, p. 130 (ISSN: 1020-4873).

Hoyos S.L., Pierobon M., Fanjul M.E., 2021. Primeros registros de nidificacion de Yapu (*Psarocolius decumanus*) en la provincia de Tucuman, Argentina. Nuestras Aves 66, 75–77. https://doi.org/10.56178/na.vi66.57.

Jagiello Z., Dylewski Ł., Tobolka M., Aguirre J.I., 2019. Factors determining the occurrence of anthropogenic materials in nests of the White Stork *Ciconia ciconia* in south- western Poland and implications for breeding parameters. Environ. Sci. Pollut. Res. 26 (15), 15692-15701. https://doi.org/10.1007/s11356-018-1626-x.

IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-3. Available at: www.iucnredlist.org. (Accessed: 26 May 2024).

Lavers J.L., Hodgson J.C., & Clarke R.H., 2013. Prevalence and composition of marine debris in Brown Booby (*Sula leucogaster*) nests at Ashmore Reef. Mar. Pollut. Bull. 77 (1-2), 320-324. http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.09.026.

Lees, A.C., Thompson, I., & Moura, N.G.D., 2014. Salgado Paraense: an inventory of a forgotten coastal Amazonian avifauna. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat. 9 (1), 135- 168.

Lopes, A.C., Morais, L.M.S., Gonçalves G.S.R., Crozariol, M.A., Martinelli Filho, J.E., 2023. Mapping of Crested Oropendola *Psarocolius decumanus* nests site on an island from the Brazilian Amazon coast. IN: Ornithological Congress of the Americas, nº: 2, 2023, Gramado - RS. Abstract.

Martinelli Filho, J.E., Monteiro, R.C.P., 2019. Widespread microplastics distribution at an Amazon macrotidal sandy beach, Mar. Pollut. Bull. 145, 219–223. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.049.

Møller, A.P., 2017. Fashion and out of fashion: appearance and disappearance of a novel nest building innovation. Avian Res. 8, 1-5. https://doi.org/10.1186/s40657-017-0072-7.

Morais, L.M.S., Queiroz, A.F.S., Brito, B.K.F., Fenzl, N., Soares, M.O., Giarrizzo, T., Martinelli Filho, J.E., 2024. Microplastics in the Amazon biome: State of the art and future priorities. Heliyon 10, e28851. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28851.

Morais, L.M.S., Sarti, F., Chelazzi, D., Cincinelli, A., Giarrizzo, T., Martinelli Filho, J.E., 2020. The sea anemone *Bunodosoma cangicum* as a potential biomonitor for microplastics contamination on the Brazilian Amazon coast. Env. Pollut. 265, 114817. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114817.

Nittrouer, C.A., DeMaster, D.J., Kuehl, S.A., Figueiredo, A.G., Sternberg, R.W., Faria, L.E.C., Silveira, O.M., Allison, M.A., Kineke, G.C., Ogston, A.S., 2021. Amazon sediment transport and accumulation along the continuum of mixed fluvial and marine processes. Ann. Rev. Mar. Sci. 13 (1), 501–536. https://doi.org/10.1146/annurevmarine-010816-060457.

O'Hanlon, N.J., Bond, A.L., Lavers, J.L., Masden, E.A. & James, N.A., 2019. Monitoring nest incorporation of anthropogenic debris by Northern Gannets across their range. Env. Pollut. 255, 113152. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113152.

Owuor, M., Santos, T.M., Otieno, P., Mazzuco, A.C.A., Iheaturu, C., Bernardino, A.F.,

2024. Flow of mangrove ecosystem services to coastal communities in the Brazilian Amazon. Front. Environ. Sci. 12, 1329006. https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1329006.

Pedrini, A.D.G., Guarino, G.I.P., Diniz, F.D.S.P., Martinelli Filho, J.E., 2021. Checklist of benthic algae from beaches and rocky outcrops on the northeast coast of Pará state, Brazilian Amazonia. Acta Amaz. 51, 166-170. http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392202004431.

Pegado, T., Andrades, R., Noleto-Filho, E., Franceschini, S., Soares, M., Chelazzi, D., Russo, T., Martellini, T., Barone, A., Cincinelli, A., Giarrizzo, T., 2024. Meso- and microplastic composition, distribution patterns and drivers: A snapshot of plastic pollution on Brazilian beaches. Sci. Total Environ. 907, 167769. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167769.

Pegado, T., Schmid, K., Winemiller, K.O., Chelazzi, D., Cincinelli, A., Dei, L., Giarrizzo, T., 2018. First evidence of microplastic ingestion by fishes from the Amazon River estuary. Mar. Pollut. Bull. 133, 814-821. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.035.

Van Perlo, B., 2009. A field guide to the birds of Brazil. Oxford University Press.

Ridgely, R.S., Tudor, G., 2009. Field guide to the songbirds of South America: the passerines. University of Texas Press.

Sanaiotti, T.M., Cintra, R., 2001. Breeding and migrating birds in an Amazonian savanna. Stud. Neotrop. Fauna Environ. 36 (1), 23-32. http://dx.doi.org/10.1076/snfe.36.1.23.8878.

Sick, H., 1984. Ornitologia Brasileira: Uma Introdução, Vol. 2, third ed., p. 813. Universidade de Brasília, Brasília.

Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SIBBr) (2020). https://ala- bie.sibbr.gov.br/ala-bie/species/184287#overview. Accessed: 26 May, 2024.

Tavares, D.C., Moura, J.F., Merico, A., 2019. Anthropogenic debris accumulated in nests of seabirds in an uninhabited island in West Africa. Biol. Conserv. 236, 586-592. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.05.043.

Tavares, D.C., da Costa, L.L., Rangel, D.F., de Moura, J.F., Zalmon, I.R., Siciliano, S., 2016. Nests of the brown booby (*Sula leucogaster*) as a potential indicator of tropical ocean pollution by marine debris. Ecol. Indic. 70, 10-14. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.06.005.

Teuten, E.L., Saquing, J.M., Knappe, D.R., Barlaz, M.A., Jonsson, S., Björn, A., Rowland, S.J., Thompson, R.C., Galloway, T.S., Yamashita, R., Ochi, D., Watanuki, Y., Moore, C., Viet, P.H., Tana, T.S., Prudente, M., Boonyatumanond, R., Zakaria, M.P., Akkhavong, K., Ogata, Y., Hirai, H., Iwasa, S., Mizukawa, K., Hagino, Y., Imamura, A., Saha, M., Takada, H., 2009. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. Philos. Trans. R. Soc. B: Biol. Sci. 364 (1526), 2027-2045. https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0284.

Torres, W.M.P., 2001. Fauna de artrópodes associada a ninhos de aves e mamíferos em uma floresta de terra firme na Amazônia Central, Brasil. Masters dissertation. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM. 126p.

Townsend, A.K., Barker, C.M., 2014. Plastic and the nest entanglement of urban and agricultural crows. PLoS One 9 (1), e88006. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088006.

van der Schyff, V., Yive, N.S.C.K., Polder, A., Cole, N.C., Tatayah, V., Kylin, H., Bouwman, H., 2021. Persistent organic pollutants in sea bird eggs from the Indian Ocean's Mascarene Basin. Sci. Total Environ. 771, 145348. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145348.

Wiley, 2024. Knowitall®. wileyonlinelibrary.com

Witteveen, M., Brown, M., Ryan, P.G., 2017. Anthropogenic debris in the nests of kelp gulls in South Africa. Mar. Pollut. Bull. 114 (2), 699-704. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.10.052.

Chemical book, 2024. Chemical Safety Data Sheet. Pigment green 7. CB7399460.

European Chemical Agency (ECHA), 2024. Polychloro copper phthalocyanine. https://echa.europa.eu/pt/registration-dossier/-/registered-dossier/15380/2/1 (Accessed: 29 April 2024).

European Chemical Agency (ECHA), 2024. Sepisol Fast Blue 85219. https://echa.europa.eu/de/registration-dossier/-/registered-dossier/6859 (Accessed: 29April 2024).

European Chemical Agency (ECHA), 2024. Dinaphtho(1,2,3-cd:3',2',1'-lm)perylene-5,10- dione https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/108686 (Accessed: 29 April 2024).

European Chemical Agency (ECHA), 2019. Decision of substance evaluation. Sepisol Fast Blue 85219. EC number: 7OO-579-6. Technical report.

Information on Hazardous Chemicals and Occupational Diseases (Haz-Map), 2024. Copper phthalocyanine. https://haz-map.com/Agents/6714 (Accessed: 16 May 2024).

Information on Hazardous Chemicals and Occupational Diseases (Haz-Map), 2024. Phthalocyanine green. https://haz-map.com/Agents/6707 (Accessed: 16 May 2024).

International Labor Organization (ILO), World Health Organization (WHO), 2021. Copper phthalocyanine. Technical report.

Kodak, 2021. Safety Data Sheet. 29H,31H-phthalocyaninato(2-)-N29,N30,N31,N32 copper.

Netherlands. Ministry of Infrastructure and the National Institute for Public Health and the Environment, 2024. Substance evaluation conclusion as required by reach article 48 and evaluation report for Sepisol Fast Blue 85219, EC No 700-579-6, technical report.

Ossila, 2022. Safety Data Sheet. Cobalt Phthalocyanine. PubChem, 2024. CID 520606. Cobalt Phthalocyanine. https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/520606 (Accessed: 16 May 2024)..

PubChem, 2024. CID 6508016. Polychloro copper phthalocyanine. https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6508016 (Accessed: 16 May 2024).

Sigma-Aldrich, 2023. Safety Data Sheet. Phthalocyanine green. CDS000384. Thermofisher Scientific, 2024. Safety Data Sheet. Cobalt Phthalocyanine, cat no. 41496. Thermofisher Scientific, 2024. Safety Data Sheet. Phthalocyanine, cat no. 32073.

Table captions

Table 1**:** Name, synonyms, molecular formula, uses, toxicity and bibliographical references for the six dyes found in plastic fibers analyzed from nests of the crested oropendola (*Psarocolius decumanus*) in the Brazilian Amazon coast.

Figures captions

Fig. 1. The three sampling sites for abandoned nests of the crested oropendola (*Psarocolius decumanus*) at Pará state, Brazilian Amazon coast. F: fishermen village (Algodoal-Maiandeua Marine Protected Area); M: mangrove area, associated to Maçarico beach; G: grassy clearings, located nearby Farol Velho beach. Map created with Datawrapper.

Fig. 2. *P. decumanus* (A); An active blue nest (B); *P. decumanus* and nesting activity with incorporation of plastic fibers (C); A piece of entangled, discarded fishing net in the border of the mangrove patch by Maçarico beach (D).

Fig. 3. Color, material (polymeric composition), and additives for the 79 analyzed fibers removed from nests of the crested oropendola (*Psarocolius decumanus*). Transp: transparent; C. Phthal.: Cobalt Phthalocyanine; C. D. Blue: Cibanom dark blue; H. G. G-K: Hostasol green G-K; I. Blue: Irgazin blue; Host. Blue: Hostasol Blue; Ind. Dark Blue: Indanthren dark blue; N. blue: Neozapon blue.

Fig. 4. Examples of color, texture and RAMAN spectra from fibers and associated additives removed from a nest of the crested oropendola (*P. decumanus*). A: low-density polyethylene containing Cibanon Dark Blue; B: high-density polyethylene containing Hostasol green G-K.

CAPÍTULO 3 CONCLUSÕES

Este é um esyudo pioneiro para aves ao longo da costa amazônica, e revelou a magnitude da poluição plástica para a espécie *P. decumanus*. As descobertas indicam uma possível correlação entre a disponibilidade de detritos no ambiente circundante e a presença de plásticos nos ninhos, com áreas estuarinas e de manguezais mostrando uma maior incidência desses materiais, mas para confirmar e compreender essa relação é evidente a necessidade de estudos complementares.

A preferência da espécie por certos tipos e cores de materiais de nidificação, como as fibras e cordas azuis de nylon, destaca a seletividade na escolha dos materiais e ressalta a importância de considerar os riscos diretos e indiretos da poluição plástica para a espécie. Adicionalmente, observações sazonais indicaram variações na atividade de nidificação, sugerindo uma possível diferenciação nos padrões de reprodução da espécie

na região amazônica em comparação com outras áreas. No entanto, a destruição de áreas de nidificação para o desenvolvimento costeiro destaca os desafios enfrentados na conservação dessas aves e a importância de estudos mais aprofundados para compreender os padrões de nidificação e comportamento reprodutivo.

A recomendação de monitoramento dos ninhos como um indicador precoce dos níveis de poluição ambiental sugere a importância de estudos de longo prazo para avaliar tendências e mudanças ao longo do tempo, esses estudos serão importantes para indicar a poluição ambiental, mas também para verificar ser há alguma mudança na nidificação e reprodução dessa espécie a longo prazo, e se a poluição está desempenhando um papel nessas mudanças reprodutivas.

Em última análise, este estudo enfatiza a urgência de pesquisas adicionais para entender completamente os efeitos da poluição plástica em *P. decumanus*, bem como para desenvolver estratégias eficazes de mitigação. A escassez de dados e estudos sobre a ingestão de plástico por essa espécie ressalta a necessidade de investigações adicionais. São necessários também novos estudos para confirmar a eficácia dos ninhos como bioindicadores da poluição ambiental nos arredores, e para descobrir os efeitos deletérios que o plástico está ocasionando na espécie e em sua prole. Este estudo representa um marco inicial na compreensão da poluição nos ninhos de aves ao longo da costa amazônica, fornecendo uma base para iniciar medidas de conservação e gestão ambiental na região.

REFERÊNCIAS

Álvarez S., Gestoso I., Herrera A., Riera L., Canning-Clode J. 2020. A comprehensive first baseline for marine litter characterization in the Madeira Archipelago (NE Atlantic). *Water, Air, & Soil Pollution*, **231**(4): 1-16.

Antczak M., Hromada M., Czechowski P., Tabor J., Zabłocki P., Grzybek J., Tryjanowski P. 2010. A new material for old solutions—the case of plastic string used in Great Grey Shrike nests. *Acta ethologica*, **13**(2): 87-91.

Ballejo F., Plaza P., Speziale K. L., Lambertucci A. P., Lambertucci S. A. 2021. Plastic ingestion and dispersion by vultures may produce plastic islands in natural areas. *Science of the Total Environment*, **755**: 142421.

Bastos M.N.C. 1996. *Caracterização das formações vegetais da restinga da Princesa, ilha de Algodoal, Pará. TS Doutorado*, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém. 251p.

Bessa F., Ratcliffe N., Otero V., Sobral P., Marques J. C., Waluda C. M., Trathan P. N., Xavier J. C. 2019. Microplastics in gentoo penguins from the Antarctic region. *Scientific reports*, **9**(1): 1-7.

Bevan E., Whiting S., Tucker T., Guinea M., Raith A., Douglas R. 2018. Measuring behavioral responses of sea turtles, saltwater crocodiles, and crested terns to drone disturbance to define ethical operating thresholds. *PLoS One*, **13**(3): e0194460.

Bizeray D., Estevez I., Leterrier C., Faure F.M. 2002. Effects of increasing environmental complexity on the physical activity of broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, Sweden, **79**(1): 27-41.

Blem C. R., & Blem L. B. 2002. Eggshell characteristics and reproductive success in birds nesting in natural cavities. *Condor*, **104**(1): 103-115.

Blem C. R., Blem L. B., Harmata P. J. 2002. Twine causes significant mortality in nestling ospreys. *The Wilson Bulletin*, **114**(4): 528-529.

Borges F. J. A., & Marini M. Â. 2010. Bird nest predation in natural and disturbed environments: A case study in the Brazilian savannah. *Biological Conservation*, **143**(5): 1035- 1042.

Borges F. J. A., & Marini M. Â. 2010. Birds nesting survival in disturbed and protected Neotropical savannas. *Biodiversity and Conservation*, **19**(1): 223-236.

Branco F. O. L., Pegado T., Giarrizzo T., Rodrigues C. C. D. S., Corrêa J.

A.M. 2023. Association between PAH and plastic fragments on Brazilian coast beaches: a baseline assessment. *Environmental Science and Pollution Research*, **30**(58): 121895- 121907.

Brisson-Curadeau É., Bird D., Burke C., Fifield D. A., Pace P., Sherley R. B., Elliott K. H. 2017. Seabird species vary in behavioural response to drone census. *Scientific reports*, **7**(1): 1-9.

Camperi A.R., Darrieu C.A., Grilli P.G. Burgos Gallardo F. 2012 Avifauna de la provincia de Jujuy, Argentina: lista de especies (no Passeriformes). *Acta Zoologica Lilloana* **56**: 82–140

Canevari P. D. E., Blanco E. H., Bucher G. Castro I. Davidson eds. 1998. *Los humedales de la Argentina*: Classificación, situación actual, conservación y legislación. Publication 46. Buenos Aires, Argentina: Wetlands International-Americas.

Carlin J., Craig, C., Little S., Donnelly M., Fox D., Zhai L., Walters L. 2020. Microplastic accumulation in the gastrointestinal tracts in birds of prey in central Florida, USA. *Environmental Pollution*, **264**: 114633.

Chabot D., Craik S. R., Bird D. M. 2015. Population census of a large common tern colony with a small unmanned aircraft. *PloS one*, **10**(4): e0122588.

Delgado S., Zorrozua N., Arizaga J. 2020. Marginal presence of plastic in nests of yellow– legged gulls (*Larus michahellis*) in the southeastern Bay of Biscay. *Animal biodiversity and conservation*, **43**: 191–195.

Di Giacomo A. G. & Lanus B. L. 2000. Nuevos aportes al conocimiento de la nidificacion de algunas aves del noroeste argentino. *El Hornero* **15**: 131–4.

Di Giacomo A. S., De Francesco V., Coconier, E. G. 2007. Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves en la Argentina. Aves Argentinas, Buenos Aires.

Di Giacomo A. S., Di Giacomo A. G., Contreras J. R. 2005. Status and conservation of the Bobolink (*Dolichonyx oryzivorus*) in Argentina. In Bird conservation implementation and integration in the Americas. Proceedings of the third international partners in flight conference (Vol. 1, pp. 519-524).

Drury W. H. 1962. Breeding activities, especially nest building, of the Yellowtail (*Ostinops decumanus*) in Trinidad, West Indies. *New York Zoological Society.*

Estevez I., Keeling L.J., Newberry R.C. 2003. Decreasing aggression with increasing group size in young domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, **84**: 213- 218.

Evans I. J., Jones T. H., Pang, K., Evans M. N., Saimin S., Goossens B. 2015. Use of drone technology as a tool for behavioral research: a case study of crocodilian nesting. *Herpetological Conservation and Biology*, **10**(1): 90-98.

Fiori L., Doshi A., Martinez E., Orams M. B., Bollard-Breen B. 2017. The use of unmanned aerial systems in marine mammal research. *Remote Sensing*, **9**(6): 543.

Fjeldså J., & Krabbe N. 1990. *Birds of the high Andes.* Zool. Mus., Univ. of Copenhagen & Apollo Books, Svendborg.

Fraga R.M. & Clark R. 1999 Notes on the avifauna of the upper Bermejo River (Argentina and Bolivia) with a new species for Argentina. *Cotinga* **12**: 77–78.

Fraga R. 2020. Crested Oropendola (*Psarocolius decumanus*), version 1.0. Birds of the World (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, DA Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA.

Gall S. C., & Thompson R. C. 2015. The impact of debris on marine life. *Marine pollution bulletin*, **92**(1-2): 170-179.

Gao X., Hassan I., Peng Y., Huo S., Ling L. 2021. Behaviors and influencing factors of the heavy metals adsorption onto microplastics: A review. *Journal of Cleaner Production*, **319**: 128777.

GESAMP. 2019. Guidelines For the Monitoring and Assessment of Plastic Litter in the Ocean. In: Kershaw P.,Turra A. and Galgani F. (ed.). IMO/FAO/UNESCOIOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP/ISA *Join Group Of Experts On The Scientific Aspects Of Marine Environmental Protection.* (Rep. Stud. GESAMP No **99**: (p. 130).

Goeldi D. E. A. 1903. On the nesting of *O. decumanus* near Para, and the materials of its nest. *Ibis*, **630-632**.

Goeldi D. E. A. 1897. On the nesting of *Cassicus persicus*, *Cassidix oryzivora*, *Gymnomystax melanicterus*, and *Todirostrum maculatum*. *Ibis*, **39**(3): 361-370.

Gregory M. R. 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings—entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **364**(1526): 2013-2025.

Harper P. C., & Fowler J. C. 1987. Plastic pellets in New Zealand storm-killed prions (*Pachyptila* spp.). *Notornis*, **34**(1): 65-70.

Hartwig E., Clemens T., Heckroth M. 2007. Plastic debris as nesting material in a Kittiwake (*Rissa tridactyla*)-colony at the Jammerbugt, Northwest Denmark. *Marine Pollution Bulletin*, **54**(5): 595-597.

Hays H., & Cormons G. 1974. Plastic particles found in tern pellets, on coastal beaches and at factory sites. *Marine Pollution Bulletin*, **5**: 44–46.

Herrera A., Ŝtindlová A., Martınez I., Rapp J., Romeró K., HiltyS. L., Brown W. L. 1986. *A guide to the birds of Colombia*. Princeton University Press.

Hilty S. L., & Brown W. L. 1986. *A Guide to the Birds of Colombia*. Princeton University Press.

Hodgson J. C., Baylis S. M., Mott R., Herrod A., Clarke R. H. 2016. Precision wildlife monitoring using unmanned aerial vehicles. *Scientific reports*, **6**(1): 1-7.

Hoyos S. L., Pierobon M. Fanjul M. E. 2021 Primeros registros de nidificacion de Yapu (*Psarocolius decumanus*) en la provincia de Tucuman, Argentina. *Nuestras Aves* **66**: 75–77.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2021. *Atlas das Representações Literárias das Regiões Brasileiras*. Rio de Janeiro - Brasil, v. 4, 10p.

Jagiello Z., Dylewski Ł., Tobolka M., Aguirre J. I. 2019. Life in a polluted world: a global review of anthropogenic materials in bird nests. *Environmental Pollution*, **251**: 717-722.

Jagiello Z., Dylewski Ł., Tobolka M., Aguirre J. I. 2019. Factors determining the occurrence of anthropogenic materials in nests of the White Stork *Ciconia ciconia* in south- western Poland and implications for breeding parameters. *Environmental Science and Pollution Research*, **26**(15): 15692-15701.

Jambeck J. R., Geyer R., Wilcox C., Siegler T. R., Perryman M., Andrady A., Narayan R., Law K. L. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, **347**(6223): 768-771.

Jâms I.B., Windsor F.M., Poudevigne-Durance T., Ormerod S.J., Duranc I., 2020. Estimating the size distribution of plastics ingested by animals. *Nat. Commun*. **11** (1): 1594.

Jardim M. A. G., 2000. Morfologia e Ecologia do Açaizeiro *Euterpe oleracea* Mart. e das Etnovariedades Espada e Branco em Ambiente de Várzea do Estuário Amazônico. 119 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Pará, Belém.

Karlsson T. M., Arneborg L., Broström G., Almroth B. C., Gipperth L., Hassellöv M. (2018). The unaccountability case of plastic pellet pollution. *Marine pollution bulletin*, *129*(1): 52-60.

Kaza S., Yao L., Bhada-Tata P., Van Woerden F. 2018. *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank Publications.

Kershaw P. J., Turra A., Galgani F. 2019. *Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean.*

Koelmans B., Pahl S., Backhaus T., Bessa F., van Calster G., Contzen N., Cronin R., Galloway T., Hart, A., Henderson L., Kalcikova G., Kelly F., Kolodziejczyk B., Marku E., Poortinga W., Rillig, M. van Sebille, E. Steg, L., Steinhorst J., Steidl J., Syberg K., Thompson R., Wagner M., van Wezel A., Wyles K., Wright S. 2019. *A scientific perspective on microplastics in nature and society.* SAPEA.

Krauczuk E. R., Gallardo F. B., Giraudo A. R. *et al*. 2017 Regresión, expansión, distribución y notas de historia natural de *Psarocolius decumanus* en el límite meridional de su distribución. *El Hornero* **32**: 245–55.

Lavers J. L., Hodgson J. C., Clarke R. H. 2013. Prevalence and composition of marine debris in Brown Booby (*Sula leucogaster*) nests at Ashmore Reef. *Marine Pollution Bulletin*, **77**(1-2): 320-324.

Li W. C., Tse H. F., Fok L. 2016. Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. *Science of the total environment*, **566**: 333- 349.

Lopes C. S., de Faria J. P., Paiva V. H., Ramos J. A. 2020. Characterization of anthropogenic materials on yellow-legged gull (*Larus michahellis*) nests breeding in natural and urban sites along the coast of Portugal. *Environmental Science and Pollution Research*, **27**(29): 36954-36969.

Machado-Stredel F., Fernandes A. M., Riera F., Pérez-Emán J. L. 2020. A city of oropendolas: Characterization of nesting colonies of Crested Oropendola (*Psarocolius decumanus*) in Caracas, Venezuela. *The Wilson Journal of Ornithology*, **132**(2): 259-270.

MacLeod M., Arp H. P. H., Tekman M. B., Jahnke A. 2021. The global threat from plastic pollution. *Science*, **373**(6550): 61-65.

Malizia A., & Monmany-Garzia A. C. 2019. Terrestrial ecologists should stop ignoring plastic pollution in the Anthropocene time. *Science of the Total Environment*, **668**: 10251029.

Markic A., Gaertner J. C., Gaertner-Mazouni N., Koelmans A. A. (2020). Plastic ingestion by marine fish in the wild. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, **50**(7): 657-697.

McClellandG. T., Bond A. L., Sardana A., Glass T. 2016. Rapid population estimate of a surface-nesting seabird on a remote island using a low-cost unmanned aerial vehicle. *Marine Ornithology*,

44: 215-220.

Møller A.P. Fashion and out of fashion: appearance and disappearance of a novel nest building innovation. *Avian Research* **8**: 14 (2017).

Moraes B. C. D., Costa J. M. N. D., Costa A. C. L. D., Costa M. H. 2005. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta amazonica*, **35**, 207- 214.

Morais L. M. S., Queiroz A. F. S., Brito B. K. F., Fenzl N., Soares M. O., Giarrizzo T., Martinelli Filho J. E. 2024. Microplastics in the Amazon biome: State of the art and future priorities. Heliyon ***10***: e28851.

Nava C.P. & Neves V. 2016. *Código de Boas Práticas para a Observação de Aves*. Projeto ROA – Rede de Observação de Aves, Departamento de Oceanografia e Pescas, Universidade dos Açores.

Panti C., Baini M., Lusher A., Hernandez-Milan G., Rebolledo E. L., Unger B., Syberg K., Simmonds M. P., Fossi M. C. (2019). Marine litter: One of the major threats for marine mammals. Outcomes from the European Cetacean Society workshop. *Environmental pollution*, **247**: 72-79.

Parker G. H. & Blomme C. G. 2007. Fish-line entanglement of nesting mourning dove, *Zenaida macroura*. *The Canadian Field-Naturalist*, **121**(4): 436-437.

Parslow J. L. F., Jefferies D. J., French M. C. 1972. Ingested pollutants in puffins and their eggs. *Bird Study*, **19**(1): 18-33.

Perlo Ber van, *A Field Guide to the Birds of Brazil* (New York, NY, 2009; online edn, Oxford Academic, 25 Sept. 2023), https://doi.org/10.1093/oso/9780195301540.001.0001, acessado em 24 de maio de 2024.

Pierce K. E., Harris R. J., Larned L. S., Pokras M. A. 2004. Obstruction and starvation associated with plastic ingestion in a Northern Gannet *Morus bassanus* and a Greater Shearwater *Puffinus gravis*. *Marine Ornithology*, **32**: 187-189.

Potapov E. R., Utekhina, I. G., McGrady M. J., Rimlinger D. (2013). Usage of UAV for Surveying Steller's Sea Eagle Nests. *Raptors Conservation*, (27).

Provencher J. F., Borrelle S. B., Bond A. L., Lavers J. L., Van Franeker J. A., Kühn S., Hammer S., Avery-Gomm S., Mallory M. L. 2019. Recommended best practices for plastic and litter ingestion studies in marine birds: Collection, processing, and reporting. *Facets*, **4**(1): 111-130.

Ranieri L. A., & El-Robrini M. 2016. Condição oceanográfica, uso e ocupação da costa de Salinópolis (Setor Corvina–Atalaia), Nordeste do Pará, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, ***16***(2): 133-146.

Reboita M. S., Gan M. A., Rocha R. P. D., Ambrizzi T. 2010. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. *Revista brasileira de meteorologia*, **25**: 185-204.

Restall R. Rodner C., Lentino M. 2007. *Birds of Northern South America: An Identification Guide, Volume 2*: Plates and Maps. Yale University Press.

Reynolds S., Ibáñez-Álamo J.D., Sumasgutne P., Mainwaring M.C. 2019. Urbanization and nest building in birds: a review of threats and opportunities. *Journal of Ornithology*, **160**(3): 841-860.

Ridgely R. S. & Tudor G. 2009. *Field guide to the songbirds of South America*: the passerines.

University of Texas Press.

Rodríguez A., Rodríguez B., Carrasco M. N. 2012. High prevalence of parental delivery of plastic debris in Cory's shearwaters (*Calonectris diomedea*). *Marine Pollution Bulletin*, **64**(10): 2219-2223.

Roman L., Hardesty B.D., Hindell M., Wilcox C. 2019. A quantitative analysis linking seabird mortality and marine debris ingestion. *Scientific Reports*, **9**(1): 1- 7.

Rothstein S. I. 1973. Plastic particle pollution of the surface of the Atlantic Ocean: evidence from a seabird. *The Condor*, **75**(3): 344-345.

Ruivo M.L., Amaral I.G., Faro M.P.S., Ribeiro E.L.C., Guedes A.L.S., Santos M.M.S. 2005. Caracterização química da manta orgânica e da matéria orgânica leve em diferentes tipos de solo em uma topossequência na ilha de Algodoal/Maiandeua, Pa. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências Naturais*, **1** (1): 227-234.

Ryan P. G. 1988. Effects of ingested plastic on seabird feeding: evidence from chickens. *Marine pollution bulletin*, **19**(3): 125-128.

Ryan P. G. 2020. Seabirds indicate changes in the composition of plastic litter in the Atlantic and southwest Indian Oceans. *Marine Pollution Bulletin*, **158**: 111403.

Ryan P. G., Moore C. J., Van Franeker J. A., Moloney C. L. 2009. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **364**(1526): 1999-2012.

Saibene C. A., Castelino M. A., Rey N. R., Herrera J., Calo J. 1996. Inventario de las aves del Parque Nacional "Iguazú", Misiones, Argentina. Monografía, 9.

Santos R. G., Machovsky-Capuska G. E. Andrades R. 2021. Plastic ingestion as an evolutionary trap: Toward a holistic understanding. *Science*, **373**(6550): 56- 60.

Schuchmann K.-L., Burs, K., Deus F.de, Fieker, C.Z., Tissiani A.S., Marques M.I. 2024 Bird Community Traits in Recently Burned and Unburned Parts of the Northeastern Pantanal, Brazil: A Preliminary Approach. *Sustainability*, **16**: 2321.

Sergio F., Blas, J., Blanco G., Tanferna A., López L., Lemus J. A., Hiraldo F. 2011. Raptor nest decorations are a reliable threat against conspecifics. *Science*, **331**(6015): 327-330.

Sick H. 1984. *Ornitologia Brasileira*: Uma Introdução. 3rd ed. Universidade de Brasília, Brasilia, DF.

v. 2, p. 813.

Sun X., Li, Q., Zhu M., Liang J., Zheng S., Zhao Y. 2017. Ingestion of microplastics by natural zooplankton groups in the northern South China Sea. *Marine pollution bulletin*, **115**(1-2), 217-224.

Tashian, R. E. 1957. Nesting behavior of the Crested Oropendola (*Psarocolius decumanus*) in northern Trinidad. *BWI Zoologica*, **42**: 87-98.

Tavares D. C., da Costa L. L., Rangel D. F., de Moura J. F., Zalmon I. R., Siciliano S. 2016. Nests of the brown booby (*Sula leucogaster*) as a potential indicator of tropical ocean pollution by marine debris. *Ecological indicators*, **70:** 10- 14.

Tavares D. C., Martins J., Mello R., Siciliano S. 2016. Marine debris ingestion by seabirds in the

Western South Atlantic: What drives species-specific vulnerability? *Marine Pollution Bulletin*, **113**(1-2): 38-43.

Tavares D. C., de Moura J. F., Merico A., Siciliano S. 2017. Incidence of marine debris in seabirds feeding at different water depths. *Marine pollution bulletin*, **119**(2): 6873.

Tavares D. C., de Moura J. F., Merico A. 2019. Anthropogenic debris accumulated in nests of seabirds in an uninhabited island in West Africa. *Biological Conservation*, **236**: 586-592.

Ter Halle A., Ladirat L., Gendre, X., Goudouneche D., Pusineri C., Routaboul C., Tenailleau C., Duployer, B., Perez, E. 2016. Understanding the fragmentation pattern of marine plastic debris. *Environmental Science & Technology*, **50**(11): 5668- 5675.

Teuten E. L., Saquing J. M., Knappe D. R., Barlaz M. A., Jonsson S., Björn A., Takada H. 2009. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences*, **364**(1526): 2027-2045.

Thompson R. C., Moore, C. J., Vom Saal F. S., Swan S. H. 2009. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences*, **364**(1526): 2153-2166.

UNEP U. 2014. Year Book 2014 emerging issues update. *United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya*.

Valencia-Cardona L. O., Posada-García J. A., Mancera-Rodríguez N. J. 2019. Aspectos de la Biología de *Psarocolius decumanus* y *Turdus grayi* en la Estación Agraria Cotové, Santa Fé de Antioquia, Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias*, **8**(2): 6982.

Verlis K. M., Campbell M. L., Wilson S. P. 2014. Marine debris is selected as nesting material by the brown booby (*Sula leucogaster*) within the Swain Reefs, Great Barrier Reef, Australia. *Marine Pollution Bulletin*, **87**(1-2): 180-190.

Vianna C. & Morgado M. A. 2001. Os Encantos e Mistérios da Ilha de Algodoal. Pará. *Onde*, **6**(2): 6-13.

Votier S. C., Archibald, K., Morgan G., Morgan L. 2011. The use of plastic debris as nesting material by a colonial seabird and associated entanglement mortality. *Marine Pollution Bulletin*, **62**(1): 168-172.

Wilcox C., Van Sebille E., Hardesty B. D. 2015. The threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. *Proceedings of the national academy of sciences*, **112**(38): 11899-11904.

Witteveen M., Brown M., Ryan P. G. 2017. Anthropogenic debris in the nests of kelp gulls in South Africa. *Marine Pollution Bulletin*, **114**(2): 699-704.