



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

PAULO NEVES CARVALHO

USO DE FERRAMENTAS POR MACACOS-PREGO ASSOCIADAS A
CLAREIRAS EM MANGUEZAL

Chapadinha - MA

2022

PAULO NEVES CARVALHO

**USO DE FERRAMENTAS POR MACACOS-PREGO ASSOCIADAS A
CLAREIRAS EM MANGUEZAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, do Centro de Ciências de Chapadinha, da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Meio Ambiente e Recursos Naturais

Linha de pesquisa: Biodiversidade e Conservação

Orientador(a): Dr. Ricardo Rodrigues dos Santos.

Coorientador Dra. Andrea Presotto

Chapadinha - MA

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Carvalho, Paulo Neves. Uso de ferramentas por
macacos-prego associadas a clareiras em manguezal /
Paulo Neves Carvalho. - 2022. 32 f.

Coorientador(a) 1: Andrea Presotto.

Orientador(a): Ricardo Rodrigues dos Santos.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas,
Universidade Federal do Maranhão, chapadinha, 2022.

1. Bigornas. 2. Caranguejos. 3. Martelos de madeira.
4. Sítios de quebra. 5. VANT. I. Presotto, Andrea. II.
Santos, Ricardo Rodrigues dos. III. Título.

PAULO NEVES CARVALHO

**USO DE FERRAMENTAS POR MACACOS-PREGO ASSOCIADAS A
CLAREIRAS EM MANGUEZAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, do Centro de Ciências de Chapadinha, da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Aprovado(a) em: 22/08/2022.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Andrea Presotto (CoOrientadora)
Salisbury University

Prof. Dra. Kamilla Andrade de Oliveira
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Francinaldo Soares Silva
Universidade Federal do Maranhão

Dedico à minha mãe.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida.

Ao Professor Dr. Ricardo Rodrigues dos Santos, por colaborar de forma assídua para que este trabalho fosse realizado e por suas orientações sempre norteadoras e pela compreensão, paciência e apoio sempre.

A Professora Dra. Andrea Presotto, que juntamente com o Prof. Ricardo me orientou, contribuindo de forma significativa, para o desenvolvimento deste trabalho.

As agências de fomento, CAPES e a Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado do Maranhão (FAPEMA) pela concessão de bolsas e de recursos financeiros para a realização deste estudo.

A instituição UFMA e ao programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, por proporcionar a oportunidade de seguir na vida acadêmica, proporcionando assim um melhor desenvolvimento de minhas habilidades e carreira.

Aos professores que fazem parte do quadro do PPGCAM, em especial àqueles que tive a honra de ser aluno, aprendi muito com os mesmos.

Aos meus familiares pelo apoio e incentivo constante, por juntos acreditarem no meu sonho, especialmente minha avó Deuselina Carvalho, e minha mãe Rosa Carvalho, que foi minha maior apoiadora, e nunca me deixou desistir.

Aos colegas e amigos de turma e curso, em especial a Anailda Farias e Geovana Dias, pelo apoio durante esse período.

As minhas amigas Juliana Rodrigues e Karen Rubim, que estão sempre me apoiando.

“Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro dos gigantes”.

Isaac Newton

RESUMO: O uso de ferramentas é observado em vários grupos de animais, sendo os primatas o grupo de maior destaque. Fatores como habilidades no forrageio, capacidade cognitiva e tolerância social provavelmente são a chave para o sucesso em alguns primatas. A necessidade de quebrar alimentos encapsulados em função da escassez de recursos alimentares ou a propensão ao uso em função da abundância de alimentos encapsulados e disponibilidade de ferramentas, são as duas principais hipóteses que tentam explicar o uso de ferramentas por primatas. O uso de ferramentas por macacos-prego na natureza vem sendo amplamente estudado, principalmente no Nordeste do Brasil. Estudos em terra firme somam a maior parte dessas pesquisas e mais recentemente os esforços vêm sendo ampliado para áreas de manguezais. A distribuição de sítios de quebra usados por macacos-prego é de grande relevância para o entendimento desse comportamento em primatas. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar e estimar a densidade de bigornas e ferramentas de quebra presentes em clareiras utilizadas por macacos-prego em manguezal para o consumo de caranguejos. De forma descritiva, também estimamos a densidade dos primatas. Esta pesquisa foi desenvolvida em um fragmento natural de manguezal de 33 ha às margens do Rio Preguiças, Barreirinhas, Estado do Maranhão, Brasil. As clareiras foram localizadas utilizando-se imagens aéreas obtidas por um Veículo Aéreo Não-Tripulado (drone) e confirmadas em campo. A área de cada clareira foi calculada com o software QGis© versão 13.10.8. Todos os troncos e ferramentas presentes foram registrados, quantificados e calculados suas densidades. O censo dos primatas foi realizado em uma trilha de 868 metros, à qual foi percorrida 16 vezes, totalizando 13,8 km. Foi encontrada uma estimativa de 106 animais para a área. Em 41 clareiras foi contabilizado 192 troncos e 21 ferramentas. As clareiras variaram de 54 m² a 3307 m². Somando em média 4,6 troncos e 0,51 ferramentas por clareiras e uma densidade de 13,1 ferramentas por ha. O estudo do uso de ferramentas em manguezal pode apresentar informações importantes acerca da história de vida, ecologia e adaptação destes animais aos diferentes tipos de habitats onde estão inseridos.

Palavras-chave: VANT; Sítios de quebra; Bigornas; Martelos de madeira; Caranguejos.

ABSTRACT: The use of tools is observed in several groups of animals, with primates being the most prominent group. Factors such as foraging skills, cognitive ability and social tolerance are likely to be the key to success in some primates. The need to break down encapsulated food due to the scarcity of food resources or the propensity to use it due to the abundance of encapsulated food and the availability of tools, are the two main hypotheses that try to explain the use of tools by primates. The use of tools by capuchin monkeys in nature has been widely studied, mainly in Northeast Brazil. Studies on dry land account for most of this research and more recently efforts have been expanded to mangrove areas. The distribution of breakage sites used by capuchin monkeys is of great relevance for understanding this behavior in primates. This work was developed with the objective of characterizing and estimating the density of anvils and breaking tools present in gaps used by capuchin monkeys in mangroves for crab consumption. Descriptively, we also estimated primate density. This research was carried out in a 33ha natural fragment of mangrove on the banks of the Rio Preguiças, Barreirinhas, State of Maranhão, Brazil. The gaps were located using aerial images obtained by an Unmanned Aerial Vehicle (drone) and confirmed in the field. The area of each clearing was calculated with the software QGIS© version 13.10.8. All trunks and tools present were recorded, quantified and their densities calculated. The primate census was carried out on a trail of 868 meters, which was covered 16 times, totaling 13.8 km. An estimated 106 animals were found for the area. In 41 clearings, 192 trunks and 21 tools were recorded. The gaps ranged from 54 m² to 3307 m². Adding an average of 4.6 trunks and 0.51 tools per clearing and a density of 13.1 tools per ha. The study of the use of tools in mangroves can provide important information about the life history, ecology and adaptation of these animals to the different types of habitats where they are inserted.

Keywords: UAV; Breakage sites; Anvils; Wooden hammers; Crabs.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Área de estudo, região costeira do Maranhão, Município de Barreirinhas. a - Maranhão, Brasil; b – Localização da área de estudo no estuário do Rio Preguiças, município de Barreirinhas; c -Fragmento de manguezal estudado, povoado Morro do Boi	17
Figura 2: Clareiras em manguezal. a: Pontos de clareiras selecionadas previamente, para visitar; b: Clareiras onde coletamos dados; c: Uma clareira com seus limites à altura da copa, bem definidos	19
Figura 3: Tipos de bigornas encontradas em manguezais. A-Rizoforedo; B- troncos caídos	20
Figura 4: Imagem de uma clareira no manguezal. Ao centro, o pesquisador está registrando a medida do comprimento de um tronco com uma trena	20
Figura 5: Caracterização de algumas ferramentas utilizadas pelos macacos-prego para quebrar caranguejos. A: Identificação da ferramenta, com uma ficha de identificação constando o número da clareira, do tronco e da ferramenta; B: Medida do comprimento da ferramenta utilizando-se uma fita métrica; C e D: Medidas de diâmetro em ferramentas com circunferência irregular utilizando-se um paquímetro	21
Figura 6: Registro de consumo de Gastropoda, <i>Neritina zebra</i> (Bruguière, 1792) com auxílio de ferramenta por macaco-prego no estuário do Rio Preguiças	22
Figura 7: Distribuição de clareiras com ferramentas.....	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Uso de ferramentas no reino animal	15
2.2 Uso de ferramentas por primatas não humanos	16
2.3 Uso de ferramentas por Sapajus libidinosus	17
3 OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo Geral	18
3.2 Objetivos Específicos	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 Área de Estudo	18
4.2 Censo	19
4.3 Clareiras	20
4.4 Sítios de quebra	21
4.5 Análise de dados	24
5 RESULTADOS	24
5.1 Censo	24
5.2 sítios de quebra	25
5.3 União de clareiras e outras características	26
5.4 Invasão de dunas	27
6 DISCUSSÃO	27
REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

Distintos grupos de animais apresentam em seu repertório comportamental habilidades de uso de ferramentas (Shumaker et al., 2011). Dentre estes grupos, os primatas foram os que desenvolveram este comportamento de forma mais contundente, diversificada e com maior flexibilidade (Whiten et al., 2001, Whiten et al 1999; Ottoni & Izar, 2008). Provavelmente os primatas se destacam em relação aos demais grupos por apresentarem uma grande flexibilidade comportamental, que reflete em suas habilidades de forrageio extrativo¹, alta capacidade cognitiva e uma grande capacidade de tolerância social, esse último permite uma maior possibilidade de aprendizagem social (Van Schaik et al., 1999).

A aprendizagem social pode funcionar como difusor do uso de ferramentas (Box, 1984). A aprendizagem social é altamente dependente dos níveis de tolerância social que os indivíduos de um grupo mostram em relação aos demais membros (Coussi-Korbel e Frigaszy, 1995). Conceição (2018) observou que as interações entre indivíduos variam de acordo com a rede de interação formada, e em alguns casos os indivíduos podem apresentar uma conexão muito forte ou uma conexão muito fraca com um alvo específico em uma rede. Sendo assim uma estimativa do tamanho populacional pode ajudar a compreender a difusão de comportamentos em uma população.

A estimativa de densidade populacional é objeto chave de inúmeras pesquisas ecológicas e avaliações do estado de conservação das espécies (Burton et al. 2015; Rovero & Zimmermann 2016). Neste contexto, um censo populacional deve funcionar como uma ferramenta que possa auxiliar em uma melhor compreensão da difusão do uso de ferramentas por *Sapajus libidinosus*.

Estruturas relacionadas a quebra de alimento encapsulados por primatas são denominadas sítios de quebra. Os sítios de quebra, termo que é utilizado para indicar o local onde ocorre a quebra dos itens alimentares pelos primatas, são geralmente compostos por pedras: uma maior (apresentando superfície horizontal e colocada sobre o substrato, conhecida por bigorna), e outra menor (usada nas mãos para bater sobre o fruto, denominada martelo) (Ottoni e Mannu, 2001; Visalberghi et al., 2007)

Duas hipóteses principais tentam explicar o uso de ferramentas por primatas. A primeira é conhecida como hipótese da necessidade, à qual diz que o uso de ferramentas se dá pela necessidade de quebrar alimentos encapsulados devido à escassez de recursos

¹ O forrageio extrativo compreende a busca e a exploração de recursos alimentares.

chave (Moura e Lee, 2004;). A segunda hipótese é baseada na ideia de oportunidade e sugere que o uso das ferramentas acontece pelo acesso simultâneo a ferramentas e alimentos encapsulados, podendo ocorrer com maior probabilidade em ambiente com abundância de recursos alimentares (Ottoni e Mannu, 2001; Spagnoletti et al., 2012).

S. libidinosus são exímios usuários de ferramentas, tanto em ambientes de cativeiro quanto em ambientes naturais (Fragaszy et al. 2004; Ottoni e Izar 2008; Falótico e Ottoni 2016). É conhecido que algumas populações selvagens de macacos-pregos fazem uso de ferramentas, principalmente para abrir alimentos encapsulados, como sementes e nozes em ambientes de terra firme (Ottoni e Izar 2008). No nordeste do Brasil, o uso de ferramentas por macacos-prego vem sendo amplamente estudado principalmente no semiárido brasileiro (Visalberghi et al. 2009; Falótico et al 2018; Spagnoletti et al, 2011).

No Parque Nacional da Serra da Capivara, *S. libidinosus* usam martelos e bigornas de pedra para abrir alimentos encapsulados, como por exemplo cocos de palmeiras (Fragaszy et al, 2004; Visalberghi e Fragaszy 2013) e alimentos mais macios, como castanhas de caju e mandioca (Spagnoletti et al. 2011; Visalberghi et al. 2016), além de funcionar como fermentas para cavar e cortar raízes (Falótico e Ottoni 2014; Falótico et al. 2019; Falótico 2022). Na Fazenda Boa Vista, *S. libidinosus* usam martelos e bigornas de pedras para rachar coco de palmeiras (Visalberghi et al. 2009). Em Serra Talhada, no Estado de Pernambuco, eles utilizam martelos e bigornas de pedras para processar alimentos tais como *Manihot epruinosa*, *Pilosocereus pachycladus*, *Syagrus oleracea*, *Commiphora leptophloeos* e *Tacinga inamoena* (Moraes et al. 2014).

No Estado do Maranhão, o uso de ferramentas foi observado em populações de macacos-prego (*Sapajus apella*) em manguezais, no povoado de Canelatiua, no município de Alcântara, onde um macaco foi observado usando martelos de madeira para se alimentar de ostras (*Crassostrea rhizophorae*) (Fernandes, 1991) e em *S. libidinosus*, no estuário do rio Preguiças, no município de Barreirinhas (Santos, 2010; Santos et al., 2019). O manguezal é um ecossistema típico que ocupa regiões costeiras tropicais e subtropicais (Hutchings e Saenger, 1987; Kathiresan e Bingham, 2001; Hogarth, 2013).

Santos (2010) categorizou os sítios de quebra em manguezais em dois grupos, sendo estes: sítios suspensos² e troncos caídos de espécies arbóreas.

Santos (2010) definiu sítio de quebra para uso de *S. libidinosus* em manguezais como sendo, “locais onde estes quebram carapaças de caranguejos (Crustacea) ou

² Projeções caulinares ou risóforos, conhecidos como raízes aéreas de *Rizophora* spp.

conchas de moluscos (Gastropoda) para o consumo destes animais”. Sendo assim, a ocorrência de sítios de quebra ocorre principalmente quando os animais têm acesso simultâneo a bigornas, martelos e alimentos encapsulados (Ottoni e Mannu, 2001; Spagnoletti et al., 2012).

De acordo com Santos *et al.* (2019), existem diferenças nos recursos alimentares explorados, e nos materiais, como bigornas e martelos utilizados entre as populações de macacos-prego que habitam os ambientes de terra firme (Cerrado e Caatinga) e ambientes inundados (Manguezais). Como ressaltado por Santos (2010) e Santos *et al.* (2019), em manguezais os macacos-prego utilizam ferramentas e bigornas de madeiras para abrir caranguejos (Crustacea) e conchas de moluscos (Gastropoda).

Em manguezais os macacos-prego utilizam basicamente dois tipos de bigornas raízes de *Rhizophora sp.* (rizofredo) e troncos de árvores caídas (Santos *et al.*, 2019). Quando as árvores caem no mangue formam clareiras. Uma clareira é uma abertura dentro de uma extensão florestal (Brokaw, 1982). As clareiras fazem parte da dinâmica florestal, e essa dinâmica é condicionada por vários fatores, onde o regime de perturbação natural é de grande importância para uma melhor compreensão do processo de renovação da floresta (Mochel e Oliveira, 2011).

As clareiras além de sua função na dinâmica florestal (Mochel e Oliveira, 2011), no manguezal parecem ter um papel de grande importância na alimentação de macacos-prego. As árvores caídas funcionam como bigornas, onde os macacos-prego podem quebrar alimentos encapsulados (crustáceos e moluscos) (Santos, 2010).

Em terra firme existem inúmeros estudos que buscam elucidar hipóteses para o uso de ferramentas na obtenção de alimentos por primatas. Em contrapartida, em ambientes inundados, os estudos sobre o tema se encontram em fase inicial. Neste sentido, um levantamento de sítios de quebra em manguezais pode fornecer indícios da amplitude desse comportamento neste tipo de ambiente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Uso de ferramentas no Reino Animal

O comportamento de utilizar ferramentas que auxiliem na obtenção de alimentos, é um fato bastante conhecido em primatas do Velho Mundo, principalmente em Chimpanzés (*Pan troglodytes*). Goodall (1990) observou e acompanhou ao longo de décadas uma população de Chimpanzés selvagens em Gombe (Tanzânia). A partir destes estudos emergiu um quadro de inesperadas descobertas sobre a complexa vida social dessa espécie. Os Chimpanzés utilizavam gravetos para “pescar” cupins e formigas, além

disso utilizavam galhos e rochas, como martelo, para quebrar alimentos que apresentam casca dura. Com isso, foi possível afirmar que o comportamento de uso de ferramentas não era exclusivamente humano (Ottoni, 2009).

A partir dos estudos de Goodall (1990) foi possível observar que vários grupos de animais invertebrados, aves e mamíferos também apresentavam em seu repertório comportamental, a prática do uso de ferramentas. Por exemplo, aranhas do gênero *Ariadne* eram capazes de usar pedras de quartzo ligadas com teias para detectar vibrações externas em áreas maiores que sua área de vivência para captura de suas presas (Henschel, 1995). Corvos da Nova Caledônia (*Corvus moneduloides*) em vida livre são capazes de utilizar ferramentas feitas de varas ou hastes de folhas para pegar larvas de besouros em suas tocas de madeiras em decomposição (Hunt, 1996). Polvos da espécie *Amphioctopus marginatus* foram observados em vida livre usando ferramenta para sua proteção, ou seja, esses animais utilizam cascas de cocos para criar uma carapaça protetora para seu frágil corpo de forma a se refugiar também dos predadores (Finn *et al*, 2009).

Muitos mamíferos também são conhecidos por utilizarem ferramentas, das mais variadas formas. Golfinhos (*Tursiops* sp) utilizam esponjas como ferramenta para obter alimentos, lontras marinhas (*Enhydra lutris*) usam conchas para esmagar peixes (Smolker *et al*, 1997; Byrne, 2004). Os elefantes de savana africanos e asiáticos foram vistos usando ferramentas. Principalmente no contexto de cuidados com o corpo, eles quebram ramos para coçar o corpo e para a remoção de carrapatos e moscas (Byrne *et al*, 2009).

2.2. Uso de ferramentas por Primatas não humanos

Por falta de registros em outros grupos de primatas, os chimpanzés, por muito tempo, foram os únicos conhecidos por fazerem o uso de ferramentas para auxílio na obtenção de alimentos em ambiente natural (McGrew & Marchant, 1997). Contudo, com o avanço de pesquisas sobre o uso de ferramentas em primatas não humanos, em outros grupos como os Orangotangos e Gorilas, mostraram que a prática de usar ferramentas é comum também em outras espécies (Falótico, 2016).

Os macacos-prego do gênero *Sapajus* sp. são os únicos primatas Neotropicais conhecidos que apresentam em seu repertório comportamental a prática de uso de ferramentas de forma espontânea. Os primeiros registros foram observados em cativeiro e em semiliberdade, no entanto pesquisas recentes apontam que esse comportamento é comum em diferentes ambientes para grupos selvagens (Ottoni & Izar, 2008). Os macacos-prego usam pedras para quebrar frutos encapsulados, varetas para coletar mel,

ferramenta para cavar e cortar raízes no Cerrado/Caatinga (Mannu e Ottoni, 2009), até pedaços de madeira para quebrar crustáceos em Manguezal (Cutrim e Izar, 2017; Santos *et al.* 2019).

Sapajus libidinosus vem sendo alvo de diferentes estudos, que abordam as suas habilidades no manuseio de ferramentas de forma estratégica em diferentes situações. Atualmente as populações com maior volume de estudos são as populações selvagens, localizadas em uma região de Cerrado/Caatinga na Fazenda Boa Vista e no Parque Nacional da Serra da Capivara localizadas no Piauí, Região Nordeste do Brasil. Nessas áreas, os primatas fazem uso de varas para capturar cupins, destrinchar ninhos de aves, desalojar lagartos de fissuras da rocha e utilizam pedras para quebrar frutos encapsulados (Falótico, 2011; Mendes *et al.*, 2015). Nessas áreas o uso de ferramentas constituídas por artefatos de pedras, para quebrar cocos para a alimentação por macacos-prego é considerado um comportamento “habitual” (Ottoni e Izar, 2008).

2.3. Uso de Ferramentas por *S. libidinosus*

Sapajus libidinosus ocorre nos mais variados tipos de ambientes, desde florestas de terra firme, a igapós, da Caatinga ao Cerrado e em ambientes inundados, como o Manguezal e apresentam uma dieta onívora (Silva Jr, 2001). Estão distribuídos geograficamente por todo nordeste brasileiro, e algumas populações são conhecidas por fazerem uso de ferramentas que auxiliam na obtenção de alimentos (Ottoni e Izar, 2008).

Duas populações desta espécie são bastante conhecidas no meio científico por fazerem uso de ferramentas e estão localizadas no Estado do Piauí, no nordeste do Brasil. Uma está localizada na Fazenda Boa Vista – FBV (Spagnoletti *et al.*, 2011; Mangalam e Fragaszy, 2015) e a outra e no Parque Nacional da Serra da Capivara - PNSC (Mannu e Ottoni, 2009; Falótico e Ottoni, 2016). O PNSC compreende a vegetação seca da Caatinga (Mannu e Ottoni, 2009) e a FBV é um habitat de floresta semi árida localizado na zona de transição entre Cerrado e Caatinga (Izar *et al.*, 2012; Chalk *et al.*, 2016).

Nos manguezais da costa leste maranhense, às margens do estuário do Rio Preguiças, Barreirinhas, são frequentes os relatos de uso de ferramentas por *S. libidinosus* (Cutrim, 2013, Santos *et al.*, 2019). Foram observados vários grupos utilizando ferramentas (martelos) obtidos a partir de galhos de madeiras do mangue, esses martelos auxiliam na quebra de mariscos como crustáceos e moluscos. Entretanto, uma população residente a 20 km de distância, no estuário do Rio Novo na cidade de Paulino Neves, não foi feita nenhuma observação de que os indivíduos daquela população façam uso de ferramentas para o consumo de caranguejos (Santos, 2010).

Foram registradas informações sobre o uso de ferramentas por populações daquela área, principalmente por observações indiretas, constituídas pelo reconhecimento e caracterização de sítios de quebra com a presença de ferramentas com sinais de desgaste e vestígios de carapaças e/ou conchas dos mariscos (Santos, 2010; Cutrim, 2013) e por meio do barulho de quebra obtido pelos sons produzidos pela batida dos pedaços de madeira utilizados como martelos nas bigornas de madeira (Cutrim, 2013). Santos (2010) também fez observações por meio de experimentos, com o uso de plataformas iscadas com caranguejos. Nestes experimentos os macacos transportavam os mariscos das plataformas para os sítios de quebra e faziam o consumo usando as mãos e/ou utilizando ferramentas para a atividade de quebras.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Caracterizar bigornas e ferramentas utilizadas por macacos-prego em clareiras naturais de manguezal.

3.2. Objetivos específicos

Estimar a densidade de macacos-prego, bigornas e ferramentas de quebra.

Caracterizar os sítios de quebra presentes em clareiras naturais utilizadas para consumo de caranguejos por macacos-prego.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em três etapas: 1. Realização de um censo populacional dos macacos-prego 2. Localização e dimensionamento das clareiras e 3. Localização, quantificação e caracterização de sítios de quebra.

Parte dos dados deste trabalho fazem parte de um banco de dados vinculado ao projeto Primatas de Manguezais, sob coordenação dos supervisores desta pesquisa.

A utilização de imagens de drone (*Unmanned Aerial Vehicle*), foi utilizada para auxiliar na etapa 2.

4.1. Área de Estudo

O estudo foi realizado em manguezais do estuário do rio Preguiças, em um fragmento de manguezal de 37 ha, denominado Morro do Boi (2°39'02" S; 42°41'19" O), localizado no município de Barreirinhas, Maranhão, Brasil (Figura 1). A região é composta por áreas contínuas, fragmentos e ilhas naturais bem conservadas de manguezais. A região apresenta campos de dunas móveis e lagoas sazonais, além de uma grande formação de restinga (IBAMA, 2003; Floriani et al., 2004).

A margem esquerda do rio é composta por florestas de manguezais contínuas e restingas adjacentes. A margem direita, na qual o fragmento estudado fica localizado, é composta por florestas de manguezais fragmentadas em função do movimento das dunas em direção ao manguezal.

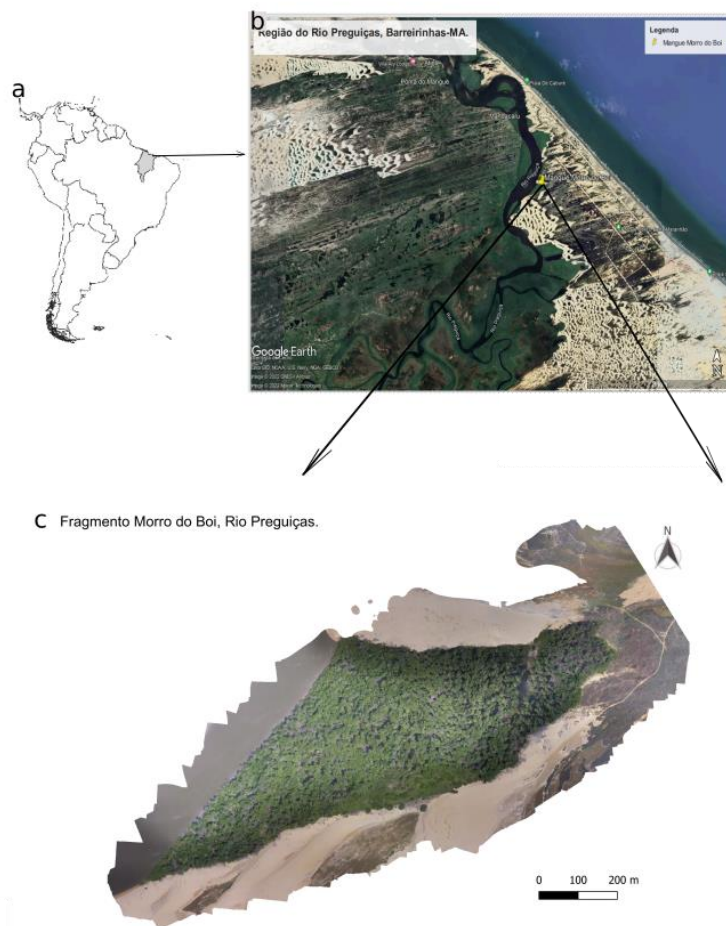


Figura 1: Área de estudo, região costeira do Maranhão, Município de Barreirinhas - Maranhão, Brasil. Fonte: IBGE, 2022 (modificado pelo autor, 2022); b – Localização da área de estudo no estuário do Rio Preguiças, município de Barreirinhas. Fonte: Google Earth, 2022; c -Fragmento de manguezal estudado, povoado Morro do Boi. Contribuição: Stuart, E. Hamilton, 2018.

4.2. Censo

Para realizar o censo populacional de macacos-prego, foi utilizado o método de transecção linear (Burham, 1980). A trilha utilizada no levantamento de censo está disposta no sentido nordeste-sudoeste do fragmento. Essa disposição segue a configuração do fragmento, que tem um comprimento maior neste sentido. A trilha foi marcada a cada 100 metros. Durante o censo, o pesquisador e um assistente de campo cobriram a área a pé, por uma trilha, a uma distância de 10 metros um do outro e uma

velocidade média de 1 km/hora. O censo foi realizado em seis dias entre os dias 16 e 24 de outubro de 2018 e contemplou os dois sentidos de uma única trilha de 868m.

Os registros foram realizados no período matutino, (entre 07:00 e 12:00 horas) e vespertino, (entre 14:00 e 18:00 horas), acompanhando o regime das marés, com o intuito de facilitar a locomoção do pesquisador. Todo o percurso foi realizado em horários de maré baixa. O pesquisador permaneceu em ponto fixo a cada 100 metros por dois minutos para ouvir e observar os animais. Quando avistados, o número de animais era contabilizado e, quando possível, foram identificados o sexo e a classe etária. Também foi registrado os seguintes dados: posição do animal ou grupo avistado no transecto, através de um GPS (modelo Garmim 64s), hora, distância entre o primeiro animal avistado e o observador, distância perpendicular dos animais à trilha, ângulo de avistamento, método de detecção (vocalização ou avistamento), altura dos animais em relação ao solo e atividade (parado, locomovendo, alimentando).

4.3. Clareiras

Para o nosso trabalho, consideramos clareiras naturais, as clareiras resultantes das quedas de árvores. O fragmento utilizado neste trabalho, possui inúmeras clareiras, que variam de poucos metros a quase mil metros quadrados. Para o registro das clareiras foi utilizado o critério tamanho, em que deveriam ser iguais ou maiores a 50 m².

Utilizamos neste trabalho uma imagem feita com o uso de um drone (Veículo Aéreo não Tripulado (VANT)). Para a produção da imagem utilizada neste trabalho, foi utilizado um drone DJI modelo Panthom 4. A imagem foi processada a partir de uma sequência de fotografias aéreas registradas a 150 metros de altura. Foi disponibilizado na área pontos no solo para o georreferenciamento das imagens. As imagens foram registradas no mês de janeiro de 2018.

Utilizamos no processo de seleção das clareiras o programa QGis© versão 13.10.8.

Selecionamos inicialmente 82 clareiras (Figura 2), seguindo os critérios mencionados anteriormente. Ao selecionarmos as clareiras, observamos seus limites vistos de cima (drone). A partir da imagem, as clareiras selecionadas foram georreferenciadas e as coordenadas foram inseridas em um GPS (*Global Positioning System*), marca Garmim, modelo 64s. As clareiras tiveram suas áreas de extensão demarcadas e calculadas no QGis©.

Nas clareiras selecionadas foi feito um levantamento quantitativo de todos os troncos, sítios de quebra ativos e martelos utilizados pelos macacos-prego. O levantamento foi realizado em sete dias, entre os dias 29 de março e 04 de abril de 2022.

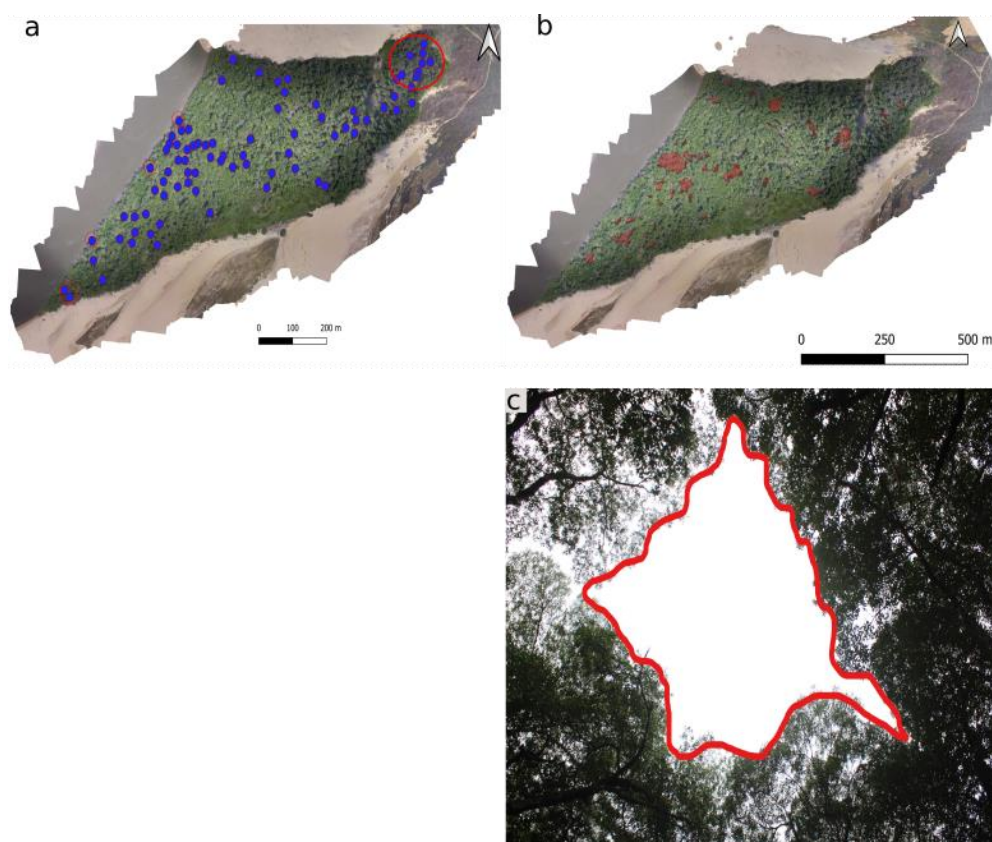


Figura 2: Clareiras em manguezal. a: Pontos de clareiras selecionadas previamente, para visitar; b: Clareiras onde coletamos dados; e c: Uma clareira com seus limites à altura da copa, bem definidos. Os dois círculos vermelhos maiores (A), indicam os pontos onde há interferência de dunas e os três menores são pontos na margem do rio. Contribuição: (A e B): Stuart, E. Hamilton, 2018. (Modificado pelo autor, 2022). Foto: (C): Paulo Carvalho.

4.4. Sítios de quebra

Os dados de sítios de quebra foram coletados em 41 clareiras naturais, no fragmento Morro do Boi.

Em manguezais existem dois tipos de sítios de quebra a serem considerados: rizoforedos (projeções caulinares de *Rizophora spp*) e troncos de árvores caídas (Figura 3). Os sítios de quebra foram considerados ativos quando havia a presença de martelos ou ferramentas (pedaços de madeira de mangue) associados a vestígios de carapaças de caranguejo e as ferramentas, quando vestígios das carapaças de caranguejos estavam aderidos em sua estrutura (Santos 2010).

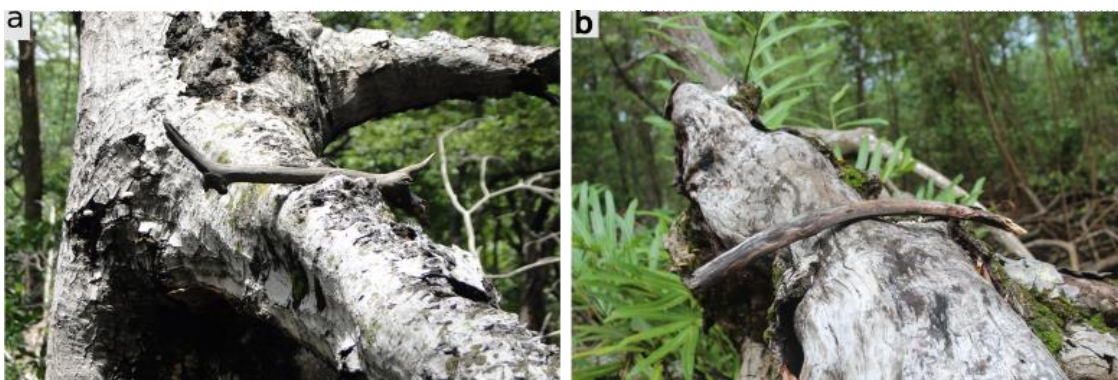


Figura 3: Tipos de bigornas encontradas em manguezais. A-Rizoforedo; B- troncos caídos. Fotos: A- Ricardo Rodrigues dos Santos; B- Anailda Farias.

Troncos: foram medidos o comprimento (m) com uma trena e a circunferência (cm) da base do tronco com auxílio de uma fita métrica (Figura 4). A circunferência foi medida à altura do peito (CAP = 1,30m) ou acima da última bifurcação da projeção caulinar, no caso de *Rizophora* sp. As medidas foram registradas com precisão, mas, vale ressaltar que devido ao estado de decomposição dos troncos, estes nem sempre possuíam copas ou projeções radiculares, de forma que as medidas podem ser subestimadas em relação às normais dimensões da árvore. Quando os troncos estavam caracterizados como sítio de quebra, as medidas de circunferência também foram registradas.



Figura 4: Imagem de uma clareira no manguezal. Ao centro, o pesquisador está registrando a medida do comprimento de um tronco com uma trena. Foto: Anailda Farias.

Ferramentas: foram registrados o peso (g), o comprimento (cm) e o diâmetro dos martelos (cm), utilizando-se para isto uma pesola digital (com precisão de 50 g), fita métrica e paquímetro digital, respectivamente (Figura 5). Ferramentas com superfícies não-circulares tiveram duas medidas de diâmetro aferidas e a média utilizada.

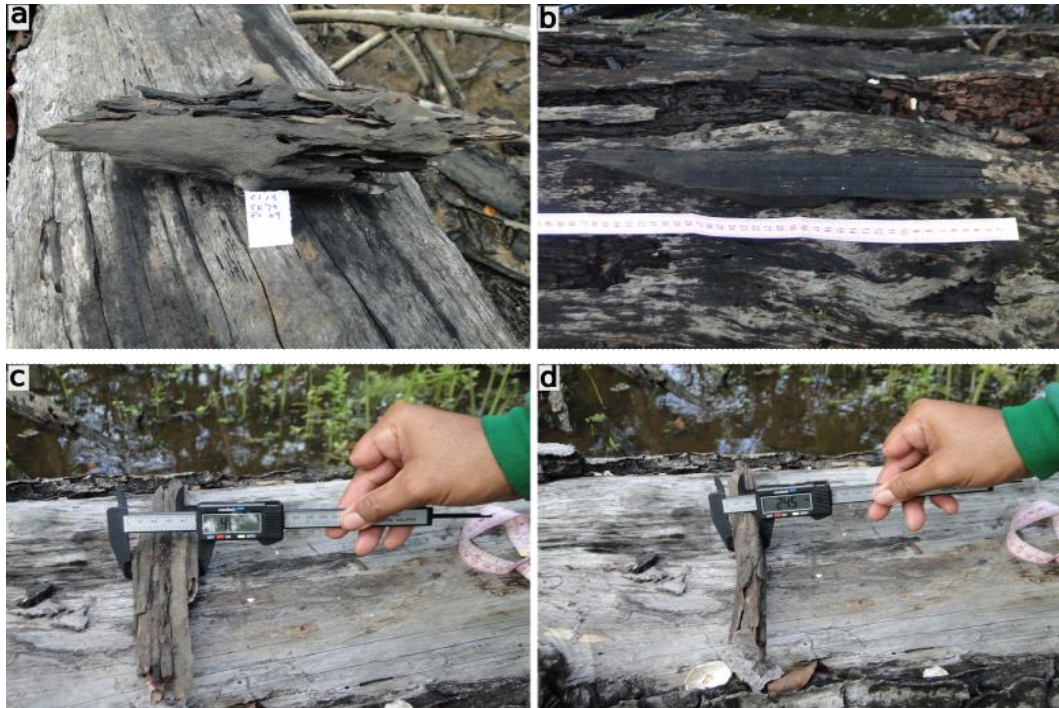


Figura 5: Caracterização de algumas ferramentas utilizadas pelos macacos-prego para quebrar caranguejos. A: Identificação da ferramenta, com uma ficha de identificação constando o número da clareira, do tronco e da ferramenta; B: Medida do comprimento da ferramenta utilizando-se uma fita métrica; C e D: Medidas de diâmetro em ferramentas com circunferência irregular utilizando-se um paquímetro. Fotos: Anailda Farias.

Durante a coleta de dados, nós fizemos apenas um registro de consumo de moluscos (Gastropoda) por *S. libidinosus*. (Figura 6).



Figura 6: Registro de consumo de Gastropoda, *Neritina zebra* (Bruguière, 1792) com auxílio de ferramenta por macaco-prego no estuário do Rio Preguiças. Foto: Paulo Carvalho.

4.5. Análise de dados

Para estimar o tamanho populacional e a densidade dos macacos-prego, foi utilizado o software DISTANCE v. 7.3, (Thomas et al., 2010). O DISTANCE tem como fundamento a busca de um modelo, ou uma função de detecção, que melhor espelhe o comportamento das distâncias perpendiculares observadas. Depois, utiliza essa função para estimar a proporção de indivíduos que não foram detectados durante os levantamentos, para então, estimar a densidade da população de interesse (Buckland et al., 1993; Cullen Júnior e Rudran, 2003).

A densidade de troncos foi obtida dividindo o número de troncos pelo número de clareiras. Geramos a densidade de sítio de quebra por clareiras dividindo o número de sítios de quebra pelo número de clareiras, e a densidade de sítio de quebra por tronco foi gerada dividindo o número de sítios de quebra pelo número troncos. Para gerar a densidade de ferramentas por clareiras, foi dividido o número de ferramentas pelo número de clareiras, e densidade de ferramentas por troncos fora gerada dividindo o número de ferramentas pelo número de troncos. Realizamos uma estatística descritiva utilizando o Software Jamovi versão 2.2.5. Com o Jamovi nós verificamos os padrões de distribuição dos dados.

5. RESULTADOS

5.1. Censo

O transecto foi percorrido 16 vezes (transecto se refere a trilha percorrida), perfazendo um esforço amostral de 13, 88 km. Contabilizamos 58 encontros (encontro de um animal ou grupo), com uma variação de 1 a 7 encontros por cada vez que percorremos o transecto, e uma variação de 1 a 6 indivíduos por encontro.

Contabilizamos um total de 153 avistamentos de animais (aqui chamamos de avistamento cada indivíduo observado durante o percurso). Tivemos uma média de 3,62 encontros por rota, 9,56 animais avistados por rota e 2,63 animais por encontro. Para gerar os dados de estimativa de densidade utilizamos o Software DISTANCE v. 7.3, e obtivemos uma estimativa de que na área pode ter até 106 animais ($\Sigma = 24,3$), com uma densidade estimada em 2,87 animais por ha.

5.2. Sítios de quebra

Avaliamos 41 clareiras, e catalogamos um total de 192 troncos, contendo 21 sítios de quebra e 21 ferramentas. As ferramentas foram encontradas em 36,5% das clareiras (Figura 7) e em 10,9% dos troncos. Vale ressaltar que os sítios de quebra são caracterizados, principalmente, pela presença de ferramentas e por isso o número de sítios de quebra correspondem ao número de ferramentas, sendo, portanto, uma média de 0,51 sítios de quebra por clareira, e 0,11 ferramentas por tronco.

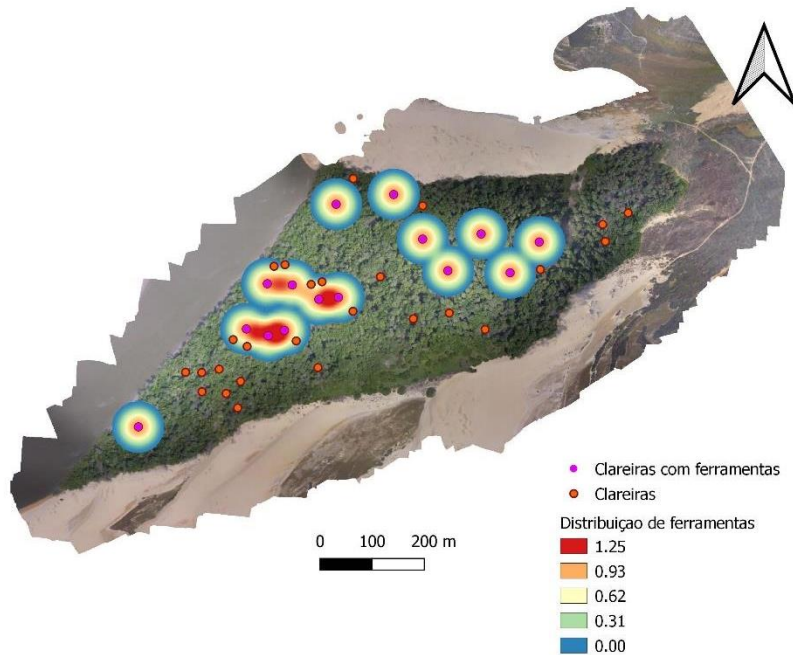


Figura 7: Distribuição de clareiras com ferramentas. Os pontos pequenos representam todas as clareiras visitadas. Os pontos roxos representam as clareiras onde foram encontradas ferramentas. O mapa de calor foi gerado com um raio de 50 metros. Contribuição: Stuart, E. Hamilton, 2018. (Modificado pelo autor, 2022).

A área das clareiras variou de 54 m² a 3307 m², com uma média de 392 m². A quantidade de troncos teve uma variação de um a dezessete com uma mediana de quatro troncos por clareira. Os sítios de quebra apresentaram uma variação entre zero e três, com uma média de 0,51 sítios de quebra por clareira. E as ferramentas apresentaram uma variação entre zero e três, com uma média de 0,51 ferramentas por clareira.

As clareiras analisadas somam juntas 1,6 ha, o que representa 4,32% da área total do fragmento. Calculamos a densidade de ferramentas pela área amostrada. A densidade de ferramentas pela área amostrada foi feita dividindo o número total de ferramentas pelo

tamanho da área amostrada. A densidade de ferramentas para a área amostrada foi de 13,1 ferramentas/ha.

Os troncos apresentaram as seguintes medidas: comprimento mínimo foi de 0,9 m e máximo foi de 30 m, com uma média de 14,4 metros. Já em relação a circunferência, tivemos uma circunferência mínima de 0,28 cm e máxima de 1,9 m, com uma mediana 0,99 cm.

Nós medimos os troncos que não apresentavam ferramentas separadamente aos que apresentavam ferramentas. Os troncos com ferramentas tiveram um comprimento mínimo de 0,9 m e máximo de 24 m, com uma média de 15,7 m, já a circunferências destes troncos foi de 0,37 m, a mínima e 1,7 a máxima, com uma média de 1,08 m. Os troncos sem ferramentas apresentaram comprimento mínimo de 2,5 m e máximo de 30 m, com uma média 14,1 metros, em relação à circunferência, a mínima foi de 0,28 cm e a máxima de 1,9 com uma média (0,98).

Nós aplicamos uma análise descritiva para testar a normalidade da distribuição entre estes dois parâmetros (tronco com ferramentas e troncos sem ferramentas). Os troncos com ferramentas apresentaram uma distribuição não normal para o comprimento não normal para a circunferência. Já os troncos sem ferramentas apresentaram uma distribuição não normal para a circunferência. Nós usamos o teste Shapiro-Wiki para verificar se havia alguma significância entre estes dois parâmetros. Os troncos sem ferramentas apresentaram um $P = 0,077$ e a circunferência um $P < .001$. Os troncos com ferramentas tiveram um $P = 0,016$ para o comprimento e um $P = 0,43$ para a circunferência.

As ferramentas apresentaram um tamanho mínimo de 18 cm e o máximo de 71 cm, com uma média 38,8 cm. O diâmetro mínimo foi de 2,25 cm e o máximo de 6 cm, e o diâmetro médio foi de 3,48 cm. Já para o peso, o mínimo foi de 80 g, o máximo foi 350 g com um peso médio de 185 g.

5.3. União de clareiras e outras características

Foram selecionadas 82 clareiras, contudo em campo foi observado algumas particularidades. Uma dessas particularidades foi a junção de uma ou mais clareiras, que foram selecionadas próximas umas das outras. Isso se deve ao fato de que as clareiras vistas de cima (drone) formam copas robustas e em alguns casos uma grande clareira pode ser confundida com várias. Porém, observadas de baixo, percebe-se tratar de apenas uma clareira. As junções podem ocorrer também quando ocorre a queda de uma árvore que delimita duas clareiras.

Foi observado também clareiras, que a copa já havia se fechado, descaracterizando assim a clareira. Clareiras em regeneração que apresentavam troncos, e também que não apresentavam troncos. Há ainda pontos selecionados para observação localizados na margem do Rio Preguiças.

5.4 Invasão de dunas

Uma situação bem peculiar foi observada em campo. Uma área com um aglomerado de clareiras, em que não foram avistados troncos caídos. Este aglomerado de clareiras se encontra sob influência de dunas, e sofrem diretamente pela ação destas. Há também uma formação de canais (áreas alagadas), além disso, na área há presença de gramíneas. Uma outra área na parte oposta a esta, também já sofre com efeitos das dunas e gramíneas, e já não há o crescimento de árvores jovens.

As características mencionadas no item 5.3 resultam do lapso de tempo entre a imagem do fragmento gerada em janeiro de 2018 por meio de drone e a coleta de dados realizada entre os meses de março e abril de 2022. Devido às características (junção de algumas e exclusão de outras) mencionadas nos itens 5.3 e 5.4, durante análise o número total de clareiras foi reduzido.

6. DISCUSSÃO

O fragmento Morro do Boi abriga uma alta densidade de *S. libidinosus* (Santos *et al*, 2019). Esta alta densidade pode impactar diretamente nas redes de interações sociais e funcionar como um fator facilitador da aprendizagem social (Box, 1984). A pesquisa mostrou que a distribuição de bigornas e ferramentas usadas por macacos-prego no fragmento do Morro do Boi possui uma ampla distribuição, sendo encontrada em mais da metade das clareiras analisadas. Essa distribuição pode estar associada a alta densidade de animais em um fragmento relativamente pequeno, com uma estimativa entre 50 e 60 indivíduos (Santos e Bridgeman, 2019).

A grande ocorrência de caranguejos *Ucides cordatus*, (Linnaeus, 1763), a disponibilidade de troncos, que podem ser usados como bigornas e galhos que possam ser usados com ferramentas, são fatores importantes a serem levados em consideração. Uma vez que, a disponibilidade destes itens, torna fácil o acesso dos primatas aos itens necessários para o uso de ferramentas na quebra do alimento.

Esta hipótese condiz com a visão de Spagnoletti *et al.* (2012), que diz que a frequência do uso das ferramentas em macacos-prego em terra firme é refletida pela abundância de alimentos encapsulados e não pela disponibilidade de outros tipos de frutos

e invertebrados. Conforme destacado por Visalberghi et al. (2009), a frequência de martelos e bigornas está diretamente relacionada à quantidade de substratos que possam ser utilizados como tais ferramentas. Os dados neste trabalho apresentam uma grande distribuição de troncos que podem ser usados como bigornas (N = 192) e um número de sítios de quebra, equivalente a 11% deste total. Entretanto, devemos levar em consideração que, em função do ambiente, os martelos podem cair das bigornas no chão e o pesquisador fica impossibilitado de considerar estas ferramentas no trabalho.

Entretanto, diferente do trabalho de Visalberghi et al. (2009) que apontou uma escassez de ferramentas no ambiente em que seu trabalho foi desenvolvido, o manguezal proporciona um amplo arsenal de ferramentas a disposição dos macacos-prego, não sendo a perda de uma ferramenta um problema.

Embora em manguezal o uso de ferramentas não seja uma condição essencial para consumo de caranguejos, como destacado por Santos *et al* (2019) e Silva (2019), Silva (2019), demonstrou que em 67% dos episódios de alimentação os macacos-prego não fizeram uso de ferramentas, indicando que os macacos-prego do Rio Preguiças podem usar seletivamente ferramentas para auxiliar no consumo de caranguejos ou de partes específicas destes.

Luncz *et al* (2016) destacam que macacos-prego no Parque Nacional da Serra da Capivara (SCNP) ajustaram a seleção de ferramentas para diferentes estágios de maturação para uma mesma espécie alvo de alimento. Silva (2019) atribui o uso de ferramentas às variações biométricas dos alimentos, sugerindo que a seleção de ferramentas se dá de acordo com o peso do caranguejo. Em seus experimentos, Silva (2019) observou que os macacos-prego no estuário do Rio preguiças usaram ferramentas com maior frequência para quebrar caranguejos na média de 146 gramas.

A análise de densidade de ferramenta pela área analisada, 13,1 ferramentas por hectare, se aproxima dos resultados encontrados por Visalberghi et al. (2009), que encontrou uma densidade estimada de 17,5 pedras/ha, propícias para uso na quebra de encapsulados. Embora, como destacado por Visalberghi et al. (2009), a presença de substratos (pedras) que pudessem ser usados como ferramentas no seu campo de estudo fosse escassa, em comparação aos estudos com Chimpanzés no Tay, África, (Boesch e Boesch, 1983) a densidade é quase 150 vezes maior. A densidade de pedras aptas a serem usadas como ferramentas avaliadas por Boesch e Boesch (1983) foi de apenas 0,09 pedras/ha.

Embora a densidade de ferramentas amostradas neste estudo pareça estar de acordo o destacado por Santos *et al* (2019) e Silva (2019), que sugerem que, apesar da grande importância do uso de ferramentas por macacos-prego neste ambiente, este comportamento parece não ser essencial para o consumo de caranguejos por estes animais.

A formação de clareiras naturais pode ser significativa para o aprendizado dos macacos-prego residentes no manguezal. O estudo do uso de ferramentas em manguezal pode apresentar informações importantes acerca da história de vida, ecologia e adaptação destes animais aos diferentes tipos de habitats onde estão inseridos. Sendo assim, são necessárias futuras investigações direcionadas a investigar o uso de ferramentas por macacos-prego no manguezal, focando principalmente nas estruturas utilizadas e na frequência de uso de ferramentas.

REFERÊNCIAS

- Boesch, C., Boesch, H. (1983). Optimization of nut-cracking with natural hammers by wild chimpanzees. *Behavior*, v. 83, p. 265 - 286.
- Box, H. O. (1984). *Primate behavior and social ecology*. University of Reading, London, UK: Chapman and Hall, 284p.
- Brokaw, N.V.L. (1982). The definition of treefall gap and its effect on measure of forest dynamics. *Biotropica* 14(2): p. 158 -160.
- Buckland, S., Anderson, D., Burnham, K., Laake, Jeffrey. (1993). Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. *Biometrics*. 50. 10.2307/2532812.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R., Laake, J.L. (1980). Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs*, v.72.
- Burton, AC, Neilson, E., Moreira, D., Ladle, A., Steenweg, R., Fisher, JT, Bayne, E. & Boutin, S. (2015) REVISÃO: armadilhas fotográficas de animais selvagens: uma revisão e recomendações para vincular pesquisas a processos ecológicos. *Jornal de Ecologia Aplicada*, 52, p. 675-685.
- Byrne, R. W. (2004). The manual skills and cognition that lie behind hominid tool use. In: Russon A. E, Begun DR (eds) *The evolution of thought: evolutionary origins of great ape intelligence*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 31–44
- Byrne, R. W., Bates, L. A., & Moss, C. J. (2009). Elephant cognition in primate perspective. *Comparative Cognition & Behavior Reviews*, v. 4, p. 1 – 15.
- Chalk, J., Wright, B. W., Lucas, P. W., Schuhmacher, K. D., Vogel, E. R., Frigaszy, D., Visalberghi, E., Izar, P., & Richmond, B. G. (2016). Age-related variation in the mechanical properties of foods processed by *Sapajus libidinosus*. *American Journal of Physical Anthropology*, 159(2), p.199–209.
- Coelho, C. G. (2009). Observação por coespecíficos e influências sociais na aprendizagem do uso de ferramentas para quebrar cocos por macacos-prego (*Cebus* sp.) em semiliberdade / Camila Galheigo Coelho: Orientador Eduardo B. Ottoni -- São Paulo, 148 p. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Área de Concentração: Psicologia Experimental) – Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.
- Conceição, D. P. (2018). Tolerância social no uso de ferramentas por macacos-prego em área de manguezal. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação). Universidade Federal do Maranhão.
- Coussi-Korbel, S., & Fragaszyt, D. M. (1995). On the relation between social dynamics and social learning. In *Animal Behaviour*, 50, p 1441 – 1453.
- Cullen Jr, L. & R. Rudran. (2003). Transectos lineares na estimativa de densidade de mamíferos e aves de grande porte, p. 169-179. In: L. Cullen Jr; R. Rudran & C. Valladares-Padua (Eds). *Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba, Editora UFPR, 667p.
- Cutrim, F. H. R. (2013). Padrão comportamental e uso de ferramentas em macaco-prego (*Sapajus libidinosus*) residentes em manguezal. 114f. Tese (Doutorado em Psicologia) - Universidade de São Paulo, 2013.
- Falótico, T. (2011). Uso de ferramentas por macacos-prego (*Sapajus libidinosus*) do 546 Parque Nacional Serra da Capivara – PI. 170 f. Tese (Doutorado em Psicologia 547 Experimental) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Falótico, T. (2022). Vertebrate Predation and Tool-Aided Capture of Prey by Savannah Wild Capuchin Monkeys (*Sapajus libidinosus*). *International Journal of primatology*, v. 43, p 1.

- Falótico, T., Coutinho, P. H. M., Bueno, C.Q., Rufo, H. P., Ottoni, E.B. (2018). Uso de ferramentas de pedra por macacos-prego selvagens (*Sapajus libidinosus*) no Parque Nacional da Serra das confusões. *Primates*, 59, p. 385-394.
- Falótico, T., Ottoni, E. B. (2014). Sexual bias in probe tool manufacture and use by wild bearded capuchin monkeys. *Behavioural Processes*, v. 108, p. 117-122.
- Falótico, T., Ottoni, E. B. (2016). The manifold use of pounding stone tools by wild capuchin monkeys of Serra da Capivara National Park, Brazil. *Behaviour*, v. 153, p.421 – 442.
- Falótico, T., Proffitt, T., Ottoni, E. B., Staff, R. A.; Haslam, M. (2019). Three thousand years of wild capuchin stone tool use. *Nature Ecology & Evolution*, v. 3, p. 1.
- Fernandes, M. (1991). Tool use and predation of oysters (*Crassostrea rhizophorae*) by the tufted capuchin, *Cebus apella apella*, in brackish water mangrove swamp. *Primates*, v. 32, p. 529–531
- Finn, J. K., Tregenza, T., Norman, M. D. (2009). Defensive tool use in a coconut carrying Octopus. *Current Biology*, v 19, (23), p.1069-1070.
- Florianini, D. C., Fernandes-Pinto, E., & Fukuda, J. C. (2004). Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses: o maior campo de dunas costeiras da América do Sul. *Gerenciamento Costeiro Integrado*, v. I, p. 62-64.
- Fragaszy, D., Izar, P., Visalberghi, E., Ottoni, E. B., Oliveira, M.G. (2004). Wild Capuchin Monkeys (*Cebus libidinosus*) Use Anvils and Stone Pounding Tools. *American Journal of Primatology*, v. 64, p.359–366.
- Goodall, J. (1990). *Through a Window*, Houghton Mifflin, Boston.
- Harvey, P. H., Martin, R. D., and Clutton-Brock, T. H. (1987). Life histories in comparative perspective. In Smuts, B. B., Cheney, D. L., Seyfarth, R. M., Wrangham, R. W., and Struhsaker, T. T. (eds.), *Primate Societies*, University of Chicago Press, Chicago, p. 181–196
- Henschel, J. R. (1995). Tool Use by Spiders: Stone Selection and Placement by Corolla Spiders *Ariadna* (Segestriidae) of the Namib Desert. *Ethology*, 101: 187-199.
- Hunt, G. (1996). Manufacture and use of hook-tools by New Caledonian crows. *Nature*, 379, p. 249-251.
- Hutchings, P., & Saenger, P. (1987). *Ecology of mangroves*. Queensland: University of Queensland Press. 388 p.
- IBAMA. (2003). Plano de manejo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. São Luís, MA. 499p.
- IBGE. (2022). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html. Acesso em 26 de jul de 2022.
- Izar, P. et al. (2012). Flexible and conservative features of social systems in tufted capuchin monkeys: comparing the socioecology of *Sapajus libidinosus* and *Sapajus nigritus*. *American Journal of Primatology*, v. 74, (4), p. 315–331.
- Kathiresan, K., & Bingham, B. L. (2001). Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Advances in Marine Biology*, v. 40, p. 81-251.
- Luncz, L. V., Falótico, T., Pascual-Garrido, A., Corat, C., Mosley, H., & Haslam, M. (2016). Wild capuchin monkeys adjust stone tools according to changing nut properties. *Scientific Reports*, 6.
- Mangalam, M., & Fragaszy, D. M. (2015). Wild bearded capuchin monkeys crack nuts dexterously. *Current Biology*, v.25 (10), p. 1334–1339
- Mannu, M., & Ottoni, E. B. (2009). The enhanced tool-kit of two groups of wild bearded capuchin monkeys in the caatinga: Tool making, associative use, and secondary tools. *American Journal of Primatology*, 71 (3), p. 242–251.

- McGrew, W. C., Marchant, L. F. (1997). Usando as ferramentas à mão: lateralidade manual e tecnologia elementar em *Cebus* spp. e *Pan* spp. *Jornal Internacional de Primatologia* v, 18, p. 787–810.
- Mendes, F. D. C., Cardoso, R. M., Ottoni, E. B., Izar, P., Villar, D. N. A., & Marquezan, R. F. (2015). Diversity of nutcracking tool sites used by *Sapajus libidinosus* in Brazilian Cerrado. *American Journal of Primatology*, v, 77(5), p.535–546.
- Mochel, F. R., Oliveira, F. R. F. (2011). Caracterização de clareiras em áreas de manguezal na baía de Turiaçu, Amazônia costeira maranhense. *Boletim do laboratório de Hidrobiologia*, 24:51-58.
- Moraes, B. L. C., da Silva Souto, A., Schiel, N. (2014). Adaptability in stone tool use by wild capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*). *American Journal of Primatology*, 76(10), p. 967–977.
- Moura, A. C. de A.; Lee, P. C. (2004). Capuchin Stone Tool Use in Caatinga Dry Forest. *Science* 306, 1909.
- Ottoni, E. (2009). A Evolução da Inteligência e a Cognição Social. In: Otta, E., Yamamoto, M. E. (2009). *Psicologia Evolucionista*. Guanabara Koogan, P. 54 – 66.
- Ottoni, E. B., Izar, P. (2008). Capuchin monkey tool use: Overview and implications. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, v.17, n.4, p.171–178.
- Ottoni, E. B.; Mannu, M. (2001). Semifree-ranging Tufted Capuchins (*Cebus apella*) Spontaneously Use Tools to Crack Open Nuts, *International Journal of Primatology*. v. 22, p. 347–358.
- QGIS Development Team. (2020). QGIS Geographic Information System. Open source geospatial foundation project. Disponível em <http://qgis.osgeo.org>. Acesso 11 de fevereiro de 2022.
- Rossi, R. V., Silva JR, J. S., Rodrigues, L. R. R., Silva, C., Oliveira, T. (2010). Protocolo 11 Mamíferos. Disponível em: <http://marte.museu-goeldi.br>. Acesso em nov de 2021.
- Rovero, F. & Zimmermann, F. (2016) *Camera Trapping for Wildlife Research*. Pelagic Publishing, Exeter, Reino Unido.
- Santos, R. R. (2010) *Uso de ferramentas por macacos-prego em manguezais*. 107 f. Tese (Doutorado em Psicobiologia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- Santos, R. R., & Bridgeman, L. L. (2019). Mangrove-living primates in the Neotropics: An ecological review. In K. Nowak, I. Matsuda, & A. A. Barnett (Eds.), *Primates in flooded habitats: Ecology and conservation*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 54 - 58.
- Santos, R. R., Araújo, A., Fragaszy, D. M., & Ferreira, R. G. (2019). The role of tools in the feeding ecology of bearded capuchins living in mangroves. In K. Nowak, I. Matsuda, & A. A. Barnett (Eds.), *Primates in flooded habitats: Ecology and conservation*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 179 - 190.
- Sha, J. C. M., Bernard, H., and Nathan, S. (2008). Status and Conservation of Proboscis Monkeys (*Nasalis larvatus*) in Sabah, East Malaysia. *Primate Conservation* 23, p. 107–120.
- Shumaker, R. W., Walkup, K. R.; Beck, B. B. (2011). *Animal tool behavior: the use and manufacture of tools by animals*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, 304 p.
- Silva Jr, J.S. (2001). *Especiação nos macacos-prego e caiararas, gênero Cebus Erxleben, 1777 (Primates, Cebidae)*. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- Silva, J. M. (2019). *Seleção de ferramentas e caranguejos por macacos prego (Sapajus libidinosus) em manguezal*. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação). Universidade Federal do Maranhão.
- Smolker, R., Richards, A., Connor, R., Mann, J., Berggren, P. (1997). Sponge-carrying by Indian Ocean bottlenose dolphins: Possible tool-use by a Delphinid. *Ethology*. V, 103, p. 454-465.

- Spagnoletti, N. et al. (2012). Stone tool use in wild bearded capuchin monkeys, *Cebus libidinosus*. Is it a strategy to overcome food scarcity? *Animal Behaviour*, v. 83, n.5, p.1285-1294.
- Spagnoletti, N., Visalberghi, E., Ottoni, O., Izar, P., Fragaszy, D. (2011). Stone tool use by adult wild bearded capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*). Frequency, efficiency and tool selectivity. *Journal of Human Evolution*, 61: 97– 107.
- The jamovi project. (2020). jamovi. (Version 2.2.5) [Computer Software]. Disponível em <https://www.jamovi.org>. Acesso em 17 de outubro de 2021.
- Thomas, L., S. T. Buckland, E. A., Rexstad, J. L., Laake, S., Strindberg, S. L., Hedley, J. R., Bishop, T. A., Marques, and K. P. Burnham. (2010). Distance software: Design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47:5–14.
- Uhl, C., Murphy, P. G. (1981). Composition, struture and regeneration of a tierre firme forest, in the Amazon Basin Venezuela. *Tropical Ecology* 22: 219-237.
- Van Schaik, C. P., Deaner, R. O., Merrill, R. Y. (1999). The condition of tool use in primates: Implications for the evolution of material culture. *Journal of Human Evolution*, v.36, p.719-741.
- Visalberghi E, Fragaszy D, Ottoni E Izar P, Oliveira MG, Andrade F. R. D. 2007. Characteristics of hammer Stones and anvils used by wild bearded capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) to crack open palm nuts. *Am J Phys Anthropol* 132:426-444
- Visalberghi, E., Albani, A., Ventricelli, M., Izar, P., Schino, G., & Fragaszy, D. (2016). Factors affecting cashew processing by wild bearded capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*, Kerr 1792). *American Journal of Primatology*, 78 (8), p. 799–815.
- Visalberghi, E., Spagnoletti, N., Ramos da Silva, E. D., Ottoni, Eduardo; Izar, P., Fragaszy, D. (2009). Distribution of potential suitable hammers and transport of hammer tools and nuts by wild capuchin monkeys. *Primates*, v. 50, p. 95-104.
- Visalberghi, E.; Fragaszy, D. M. (2013) The Etho-Cebus Project: Stone tool use by wild capuchin monkeys. In: Sanz C, Sanz CM, Call J et al (eds) *Tool use in animals: cognition and ecology*. Cambridge University, Cambridge, p 203–222
- Whiten, A., Goodall, J., McGrew, W. C., Nishida, T., Reynolds, V., Sugiyama, Y., Tutin, C. E., Wrangham, R.W., Boesch, C. (1999). Cultures in chimpanzees. — *Nature*, v.399, p.682.
- Whiten, A., Goodall, J., Nishida, T., Reynolds, V., McGrew, W.C., Sugiyama, Y., Tutin, C., Wrangham, R.W., Tutin, C.E.G. Boesch, C. (2001). Charting cultural variation in chimpanzees. *Behaviour*, v.138, p.1481-1516.