

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE**

**A EFETIVIDADE DE PROGRAMAS DE MONITORAMENTO
PARTICIPATIVO DA FAUNA TERRESTRE CINEGÉTICA**

Orientador/e-mail: Prof. Dra. Máira Benchimol/mairabs02@gmail.com

Candidato/e-mail: Yasmin Maria Sampaio dos Reis/yasmin.sampaioeis@gmail.com

Nível/Ano de ingresso: Doutorado/2019

Ilhéus 24/08/2020

RESUMO

Programas de monitoramento de longo prazo são importantes estratégias de conservação que informam sobre os status da biodiversidade, com muitas destas iniciativas conduzidas de forma participativa com moradores locais. Especificamente, os programas de monitoramento da fauna consistem como a principal ferramenta de avaliação dos impactos nas populações animais. Dentre os recursos faunísticos, a caça de subsistência possui grande importância por oferecer proteína para diversas comunidades locais, especialmente na Amazônia. No Pará, a Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns (RESEX-TA) monitora a caça de subsistência de forma participativa desde 2014, por meio do Monitora (Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade), que visa avaliar o status populacional e a pressão de caça sobre diversas espécies cinegéticas (incluindo mamíferos e aves). Considerando a importância da manutenção de programas de monitoramento da fauna terrestre, torna-se fundamental avaliar globalmente a efetividade desses programas. Assim, este projeto pretende investigar a eficiência de programas mediante uma revisão sistemática da literatura, assim como avaliar a efetividade da RESEX-TA em proteger as populações de animais terrestres usualmente caçadas. Especificamente, serão avaliadas (i) as abundâncias e biomassa das espécies cinegéticas em áreas com diferentes pressões de caça ao longo de seis anos; (ii) a dinâmica espaço-temporal de ocupação destas espécies; e (iii) a pressão de caça sobre a composição e biomassa das espécies abatidas. Este projeto pretende contribuir com atuais e futuros projetos de monitoramento participativos, assim como viabilizar estratégias de conservação para manutenção da fauna cinegética.

Palavras-chave: Pressão da caça, uso da fauna, monitoramento participativo, conservação da fauna silvestre, Amazônia.

INTRODUÇÃO

A atual perda da biodiversidade é resultante principalmente de ações antrópicas, como a destruição de habitats, o aquecimento climático e a exploração da fauna silvestre (Veiga & Ehlers, 2009). Em contrapartida, diferentes estratégias de conservação têm sido propostas, sendo uma delas o estabelecimento de programas sistemáticos de monitoramento da biodiversidade de longa duração, que visa gerar informações sobre o estado de conservação das espécies e auxiliar na gestão dos recursos naturais (IPBES, 2015). Em áreas protegidas, programas de monitoramento participativo (i.e., conduzidos pelos comunitários que dependem dos recursos naturais) têm sido recentemente implementados em diversas regiões do mundo, e gerado discussões entre críticos que questionam a qualidade dos dados coletados por comunitários e aqueles que defendem o seu potencial para o empoderamento local (Danielsen et al., 2009; Constantino, 2012).

Apesar da relevância, os programas de monitoramento dependem da existência de altos recursos financeiros e de amostragens sistematizadas. No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) estabeleceram em 2013 o Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade (Monitora) que, entre várias formas de participação da sociedade, tem como premissa o envolvimento das comunidades tradicionais nas diferentes fases do programa (Pereira et al., 2013; Constantino et al., 2015). Um dos grupos biológicos monitorados através desta iniciativa compreende os mamíferos de médio/grande porte e aves cinegéticas (i.e., alvo de caça). Foi nesse contexto que a mais populosa Reserva Extrativista (RESEX) do Brasil, a Tapajós-Arapiuns (TA), começou a monitorar em 2014 a caça de subsistência, visando avaliar o status populacional e da pressão de caça sobre diversas espécies terrestres cinegéticas.

Os grandes e médios mamíferos representam a maior parte da biomassa de vertebrados em florestas tropicais (Peres, 2000), e constituem os principais alvos de caçadores (Benítez-López et al., 2017). Em áreas protegidas da Amazônia, as populações de grandes mamíferos têm sido reduzidas localmente, devido à caça de animais silvestres (Souza-Mazurek et al., 2000; Constantino, 2016). Por exemplo, Peres e Nascimento (2006) mostraram evidências de esgotamento local de várias espécies cinegéticas mesmo quando povos indígenas Kaiapós buscavam subsistência no sudeste da Amazônia. Adicionalmente, fatores ambientais como a presença de corpos d'água (Eisenberg & Redford, 1999) também são determinantes para a persistência desses e de outros grupos. Torna-se assim fundamental compreender como fatores ambientais locais e de pressão de caça afetam as populações de diferentes espécies cinegéticas.

Nesse sentido, este projeto visa avaliar a efetividade da RESEX TA em proteger as populações animais a fim de garantir as suas viabilidades ao longo do tempo. Para isso, iremos analisar os padrões de abundância e biomassa das assembleias de espécies cinegéticas ao longo de seis anos, assim como as suas probabilidades de ocupação e a composição e biomassa das espécies abatidas, com o propósito de contribuir com a gestão de uso da caça na Unidade de Conservação (UC). Além disso, realizaremos uma revisão sistemática da literatura visando avaliar a efetividade de programas de monitoramento da fauna terrestre em florestas tropicais.

OBJETIVOS

O presente projeto está dividido em quatro capítulos, apresentados com objetivos para cada um deles:

Capítulo 1 – Programas de monitoramento participativo da fauna silvestre cinegética em florestas tropicais: uma revisão global

Objetivos específicos:

1. Identificar e mapear todos os projetos de monitoramento participativo da fauna terrestre cinegética que ocorreram ou ainda ocorrem em florestas tropicais em todo o mundo;
2. Avaliar a gestão dos projetos de monitoramento (entidade gestora, tipo de monitoramento, origem do financiamento, entre outros) em relação a execução e continuidade do programa;
3. Identificar os principais obstáculos e contribuições destes projetos na proposição de estratégias de manejo da fauna silvestre;
4. Sugerir melhorias na condução dos programas de monitoramento participativo da biodiversidade na manutenção das espécies terrestres.

Capítulo 2 – Abundância e biomassa de espécies cinegéticas em florestas de terra firme em uma Reserva Extrativista na Amazônia brasileira

Objetivos:

1. Investigar a influência da pressão de caça e de fator ambiental local sobre a abundância individual e biomassa agregada de 21 espécies cinegéticas ao longo de seis anos em uma Reserva Extrativista na Amazônia.

Hipóteses e predições:

Considerando que a pressão de caça e fatores ambientais locais exercem efeitos sobre a abundância (Bodmer et al., 1997; Benítez-López, 2017; Teixeira-Santos et al., 2020) e biomassa (Peres, 2000; Galetti et al., 2016; Benítez-López, 2017) das espécies cinegéticas em florestas tropicais, testaremos a hipótese de que as abundâncias individuais dos mamíferos e aves de grande porte e a biomassa agregada são influenciadas negativamente pela pressão de caça e positivamente pela qualidade ambiental. Especificamente, esperamos que em áreas com alta densidade demográfica e próxima de comunidade, as abundâncias individuais dos mamíferos (> 5kg) (Peres, 2000) e aves de grande porte sejam reduzidas. Como consequência disso, espera-se também encontrar redução da biomassa agregada, visto que os grandes mamíferos constituem a maior parte da biomassa de vertebrados em florestas tropicais sendo também os mais sensíveis a pressão de caça (Peres, 2000). Por outro lado, esperamos que as espécies de mamíferos (< 5 kg) e aves de pequeno porte não tenham suas abundâncias afetadas pelas variáveis de pressão de caça. Além disso, presumimos que em áreas próximas de corpo d'água as abundâncias das espécies cinegéticas sejam altas.

As variáveis de pressão de caça foram selecionadas com base na hipótese de forrageamento ótimo a partir de um ponto central (Orians & Pearson, 1979), que prediz que a intensidade da caça é mais alta próxima dos pontos de acesso dos caçadores (e.g.: comunidades). Além disso, as variáveis são comumente utilizadas como proxy de pressão de caça (Peres, 2000; Peres & Dolman 2000; Jerzolimski & Peres, 2003; Constantino, 2016; Benítez-López et al., 2017; Beirne et al., 2019; Lhoest et al., 2020). Especificamente, a variável ambiental foi escolhida com base na dependência de água para consumo dos animais (Emmons, 1990; Naranjo, 1995; Eisenberg & Redford, 1999; Teixeira-Santos et al., 2020).

Capítulo 3 – Dinâmica espaço-temporal da ocupação de espécies cinegéticas na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns

Objetivos:

1. Identificar como a probabilidade de ocupação de 21 espécies alvos da caça é influenciada pela pressão de caça e pela qualidade ambiental ao longo de seis anos, em diferentes áreas de uma Reserva Extrativista na Amazônia brasileira.

Hipóteses e predições:

Tendo em vista que a pressão de caça (Urquiza-Haas et al., 2009; Sampaio et al., 2010) e fatores ambientais locais (Urquiza-Haas et al., 2009; Teixeira-Santos et al., 2020) exercem efeitos sobre a persistência das espécies cinegéticas, testaremos a hipótese de que as probabilidades de ocupação locais das espécies sensíveis a caça (grandes aves e mamíferos) são influenciadas negativamente pela pressão de caça e positivamente pela qualidade ambiental. Diante disso, esperamos que em áreas com alta densidade demográfica e próximas de comunidades, as probabilidades de ocupação locais dos mamíferos e aves de grande porte sejam baixas. Em contrapartida, esperamos que as espécies de mamíferos (< 5kg) e aves de pequeno porte não tenham suas probabilidades de ocupação individuais afetadas pelas variáveis de pressão de caça. Ademais, presumimos que em áreas próximas de corpo d'água as probabilidades de ocupação de todas as espécies cinegéticas sejam altas. Todas as variáveis incluídas em nosso estudo são comumente usadas como *proxy* de pressão de caça (Peres, 2000; Peres & Dolman 2000; Jerolimski & Peres, 2003; Constantino, 2016; Benítez-López et al., 2017; Beirne et al., 2019; Lhoest et al., 2020) e preditor ambiental local (Emmons, 1990; Naranjo, 1995; Eisenberg & Redford, 1999; Teixeira-Santos et al., 2020).

Capítulo 4 – Influência da caça de subsistência sobre a fauna cinegética na RESEX Tapajós-Arapiuns, Amazônia, Brasil

Objetivos específicos:

1. Descrever os padrões de caça de subsistência em diferentes comunidades da RESEX Tapajós-Arapiuns, em relação à metodologia utilizada, periodicidade e alvo preferencial;
2. Verificar a influência da pressão de caça sobre a composição e biomassa das espécies abatidas;
3. Analisar a influência da pressão de caça e das estimativas de abundância *in situ* das espécies sobre os dados de captura por unidade de esforço (CPUE);
4. Contribuir com o zoneamento da prática de caça no interior da RESEX Tapajós-Arapiuns, ao produzir um novo mapa indicativo das áreas de uso da atividade de caça.

Hipóteses e predições:

Considerando que a pressão de caça pode exercer efeitos locais sobre a composição, abundância e biomassa das principais espécies cinegéticas (Souza-Mazurek et al. 2000; Peres e Nascimento 2006; Constantino, 2016), testaremos a hipótese de que preditores de pressão de caça influenciam a composição e biomassa de espécies abatidas localmente na RESEX TA. Presumimos que em comunidades mais antigas, com alta densidade demográfica e número de caçadores (Peres, 2000; Constantino et al., 2015, 2016), a composição de espécies não inclua somente os grandes e médios vertebrados, mas também os pequenos vertebrados. Além disso, supomos que nessas condições a biomassa

abatida passe a ser concentrada nos mamíferos de grande e médio porte e não somente nos de grande porte.

Por fim, esperamos que a CPUE seja influenciada pelas estimativas de abundância *in situ* das espécies e pressão de caça (Constantino, 2016; Nunes et al., 2020). Nesse caso, esperamos que a CPUE alcance seus maiores valores em comunidades com baixa densidade demográfica e alta abundância local de espécies cinegéticas. Ademais, presumimos uma maior produtividade (CPUE alto) em caçadas realizadas por famílias maiores. Todas as variáveis de pressão de caça adotadas em nosso estudo são comumente utilizadas em outros trabalhos (Peres, 2000; Peres & Dolman 2000; Jerzolimski & Peres, 2003; Constantino, 2016; Beirne et al., 2019; Nunes et al., 2020).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A RESEX TA é uma UC Federal de Uso Sustentável criada inicialmente com objetivo de resguardar a população local dos impactos causados pela expansão de empresas madeireiras sobre os recursos naturais de suas áreas (Oliveira et al., 2005; Silva, 2008; Reis, 2017). Localizada no oeste do Pará e criada em 1998, a Tapajós-Arapiuns foi a primeira RESEX brasileira a elaborar um plano de manejo. Atualmente é a RESEX mais populosa do país, abrigando cerca de 15 mil moradores em uma área de 647.610 ha, entre as coordenadas geográficas 02° 20' a 03° 40' Sul, e 55° 00' a 56° 00' Oeste (Figura 1) (ICMBio, 2014).

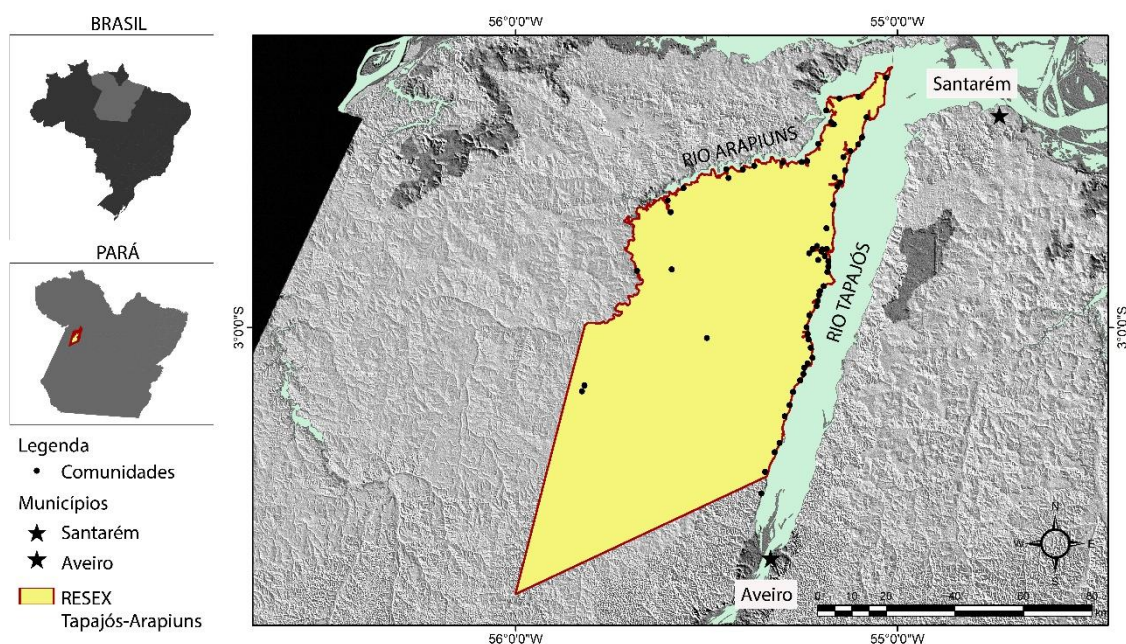


Figura 1. Mapa da RESEX Tapajós-Arapiuns, com suas respectivas comunidades, localizada os municípios de Santarém e Aveiro (Pará).

A estação chuvosa dura em torno de sete a nove meses, correspondendo aos meses de novembro a julho, enquanto que a estação de seca ocorre de agosto a outubro. A tipologia vegetal predominante é de floresta ombrófila densa, contendo lianas lenhosas e epífitas em abundância, sendo caracterizada por árvores de grande porte (Veloso et al., 1991; IBGE, 1992). Outras tipologias vegetais também estão presentes na RESEX TA, como manchas de savana, igapós, vegetação secundária e áreas de pastagens (Carvalho

Junior, 2008; Montag et al., 2012).

Atualmente, a RESEX TA possui 72 comunidades divididas entre as calhas dos rios Tapajós (47 comunidades) e Arapiuns (25 comunidades) (Saúde & Alegria, 2012, ICMBio, 2014), porém também existe uma minoria ao longo dos rios Maró, Inhambú e Igarapés do Mentai e Amorim, localizados mais ao interior (Oliveira et al., 2004, Carvalho Junior, 2008; ICMBio, 2014). Os 15 mil habitantes estão distribuídos em 3.500 famílias (Spínola, 2015), e dependem diretamente da exploração dos recursos naturais existentes na área (caça, pesca e extração de produtos florestais madeireiros e não madeireiros), da agricultura familiar e da criação de animais de pequeno porte (Oliveira et al., 2004; Saúde & Alegria, 2012). A caça de animais silvestres é permitida para fins únicos de subsistência dentro de UCs de Uso Sustentável e sua gestão depende de acordos internos firmados entre comunidades e gestão local da UC.

Programa Monitora e Projeto de Monitoramento Participativo da Biodiversidade (PMPB)

O Programa Monitora, estabelecido em 2013 e formalizado em 2017, trata-se de um programa do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), que visa monitorar a biodiversidade de forma sistemática e padronizada a longo prazo, em Unidades de Conservação (UCs) federais do território brasileiro. Dentre os principais objetivos do programa estão a avaliação do estado de conservação das espécies, do uso sustentável dos recursos naturais e da efetividade do sistema de unidades de conservação geridas pelo Instituto (Ribeiro, 2018).

Até o momento, o programa foi implementado em 83 das 335 unidades de conservação geridas pelo ICMBio, sendo em sua maioria representada na região amazônica. O programa abriga três subprogramas (terrestre, aquático continental e marinho costeiro) que apresentam diferentes componentes (e.g.: terrestre florestal e terrestre campestre e savânico) e tipos de alvos (globais, complementar regional e complementar local) (Ribeiro, 2018).

O subprograma terrestre prevê a implantação de, no mínimo, três estações amostrais por UC, onde são realizadas amostragens de quatro grupos bioindicadores: mamíferos de médio e grande porte, aves cinegéticas, borboletas frugívoras e plantas arbóreas (alvos globais) (Ribeiro, 2018). As estações amostrais para mamíferos e aves são trilhas de 5 km de comprimento, onde são realizadas diferentes metodologias de amostragem (Nobre et al., 2014).

Um das primeiras UCs a integrar o Monitora, ainda em 2013, foi a RESEX TA. Devido as suas particularidades ambientais (mais de 90% de sua área preservada) e sociais (a RESEX mais populosa do Brasil), a implementação do Monitora somente teria fundamento para a gestão e beneficiários, se gerasse informações uteis para a tomada de decisão local (Spínola, 2015). Foi nesse sentido que oficinas foram realizadas com comunitários, a fim de questioná-los sobre quais outros componentes tinham interesse em monitorar. Foi então que surgiu a demanda pelo monitoramento da caça de subsistência visto que os comunitários estavam preocupados com o impacto da atividade sobre as espécies cinegéticas e queriam responder uma importante pergunta: “*Teremos bicho no futuro?*”. Nestas mesmas oficinas, estabeleceram a necessidade da construção de um protocolo de monitoramento que respondesse a esses questionamentos (ver figura 1 em Anexo 1).

Alguns meses depois, o protocolo foi elaborado e apresentado por uma especialista da área, discutido e validado por comunitários, gestores, consultores e demais envolvidos (Chiaravalloti et al., 2019). Na mesma ocasião, foi definido que 25 espécies

terrestres, incluindo mamíferos de médio e grande porte, aves e répteis, seriam as espécies focais do chamado Protocolo Complementar do Efeito da Caça de Subsistência sobre espécies cinegéticas na RESEX TA. A implantação deste protocolo foi realizada via Projeto de Monitoramento Participativo da Biodiversidade (PMPB) em UCs da Amazônia, uma parceria firmada com o Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ) para viabilizar a implementação do Monitora, com seus alvos globais e complementares (Ribeiro, 2018).

Segundo a recomendação do protocolo, a UC deveria adotar simultaneamente dois sub-protocolos de monitoramento: 1. *Ocorrência e Abundância de espécies cinegéticas*; e 2. *Pressão de caça sobre as populações*. Em ambos, o monitoramento deveria ocorrer de forma sistemática realizado por moradores locais (monitor da biodiversidade) devidamente capacitados e residentes das comunidades participantes do monitoramento (Benchimol, 2014).

Para a realização do protocolo, a UC teria que instalar no mínimo nove trilhas, inseridas em áreas próximas à 9 comunidades distintas, categorizadas em diferentes níveis de intensidade de caça (alta, média e baixa) (Benchimol, 2014). Essa classificação foi baseada no mapeamento participativo do uso dos recursos naturais da RESEX TA (ICMBio, 2011), documento que apresenta um mapa das áreas de caça e indica classes de intensidade de uso com base em informações de espécies caçadas (Figura 2).

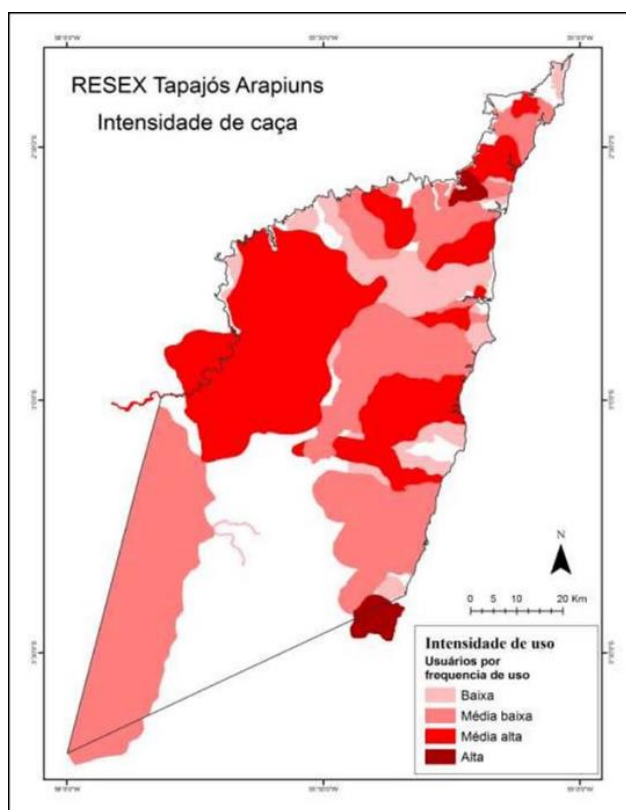


Figura 2. Mapa das áreas de atividades de caça e intensidade de uso pela população da RESEX Tapajós-Arapiuns (Fonte: ICMBio/ Mapeamento Participativo do Uso dos Recursos Naturais, 2011).

Para a seleção das nove comunidades-polo foi primeiramente considerada a existência de duas trilhas previamente estabelecidas em duas comunidades, Boim e Cameté. As demais foram selecionadas conforme interesse da comunidade, categoria de intensidade de caça a qual pertenciam e viabilidade de estabelecimento das trilhas. Entretanto, após a seleção, implantação do programa e início das coletas em 2014, houve uma desistência, restando assim oito comunidades-polo (Tabela 1). Além disso, houve

também a incorporação de quatro comunidades-anexas no programa, que passaram a contribuir com o protocolo complementar de caça (Tabela 1).

Tabela 1. Comunidades-polo e comunidades-anexas, com as respectivas categorias de intensidade de caça, números de famílias e monitores, participantes do Programa Monitora/PMPB na RESEX TA.

Categoria	Especificação	Comunidade	Nº famílias	Nº monitores
Alta	Polo	Boim	124	1
Alta	Polo	Escrivão	74	6
Alta	Polo	Prainha do Maró	49	3
Alta	Anexa	Rosário	24	1
Alta	Anexa	Tucumatuba	76	1
Média	Polo	Cametá	171	3
Média	Polo	São Pedro	143	2
Média	Polo	Vila de Anã	94	1
Média	Anexa	Maripá	71	1
Média	Anexa	Pinhel	58	0
Baixa	Polo	São Tomé	65	4
Baixa	Polo	Pascoal	30	5
Total	-	12	903	28

Para a seleção dos monitores, cada comunidade-polo indicou no mínimo três comunitários locais para participar do primeiro curso de capacitação de monitores, realizado em 2014. Esse curso teve a duração de 5 dias e resultou na formação de 32 monitores capacitados para atuar nas coletas de dados dos alvos globais (protocolo mínimo) e alvos complementares (protocolo complementar da caça) do programa Monitora na RESEX (ver figura 2 em Anexo 1).

Hoje, após a primeira capacitação e mais dois cursos de reciclagem (realizados em 2016 e 2019) (ver figura 2 em Anexo 1), o Monitora conta com a participação de 28 monitores que recebem diárias de campo para execução das atividades do monitoramento em suas respectivas comunidades (Tabela 1). É importante salientar que devido a ampla experiência dos monitores na floresta, assumimos que eles apresentam alta capacidade de detecção dos animais.

Os dados coletados são encaminhados à equipe técnica do Monitora/PMPB na RESEX, composta por uma servidora do ICMBio, uma consultora do Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ) e duas colaboradoras, que também são responsáveis pela tabulação dos dados. Informo que desde o início do PMPB, eu faço parte da equipe técnica do programa, tendo participado dos cursos, tabulação e análises dos dados. A seguir, fazemos uma breve descrição dos dois sub-protocolos do protocolo de monitoramento da caça de subsistência na RESEX TA.

Sub-protocolo I: Ocorrência e Abundância de espécies cinegéticas

Neste primeiro sub-protocolo, os monitores realizam o monitoramento sistemático de mamíferos de médio e grande porte e aves cinegéticas através de três técnicas de amostragem: transecção linear (TL), procura de vestígios (PV) e armadilhamento fotográfico (AF). Todos os métodos são realizados nas oito trilhas localizadas nas comunidades-polo, sempre realizados por um par de monitores (Figura 3).

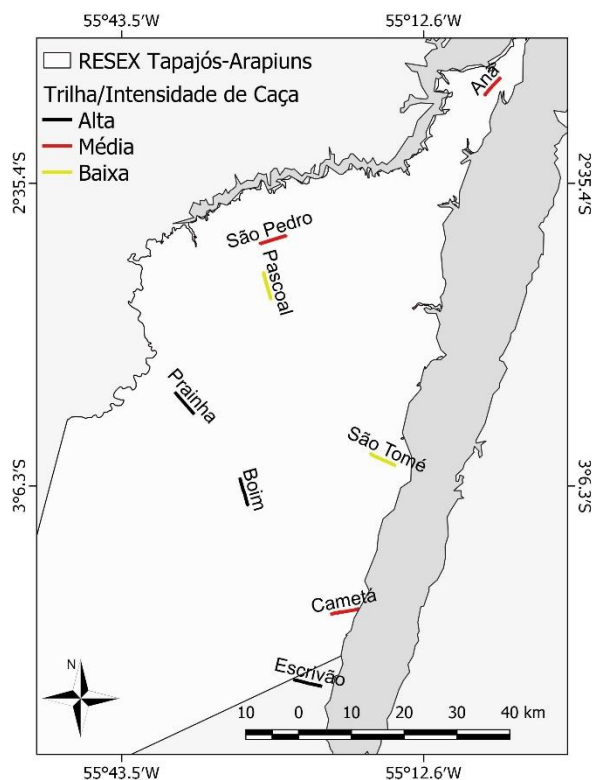


Figura 3. Mapa da área da RESEX TA com as trilhas (transectos) do PMPB nas respectivas comunidades-polo e categorias de intensidade de caça.

Em cada transecto, dois monitores realizam o método de TL por meio de uma caminhada matutina no sentido de ida do transecto (6:30 h – 11:30 h) e realizam a PV por meio da caminhada no sentido de retorno do transecto (13:00 h – 17:30 h), ambos executados durante dez dias no ano, sempre no final do período chuvoso (junho e julho) (ver figura 3 em Anexo 1). As informações de data de amostragem, identificação da trilha, hora inicial e condições meteorológicas são registradas pelos dois métodos. Especificamente para TL, são registrados o nome ou número do animal (de acordo com a ficha de identificação utilizada pelos monitores), tipo de registro, horário do encontro, localização do animal no transecto, número de indivíduos e distância perpendicular ao indivíduo, subgrupo ou grupo detectado (medido com trena) (Anexo 2).

Por outro lado, no método de PV são considerados apenas registros indiretos, incluindo pegadas, arranhões, fezes, pêlos, tocas ou sementes/frutos comidos, presentes na trilha ou no máximo 5 m de distância para cada um dos lados do transecto. Apenas vestígios novos (máximo de 5 dias) devem ser considerados na amostragem, e só devem ser registrados no caso dos monitores terem certeza da identificação da espécie (Anexo 3) (Benchimol, 2014). É importante salientar que os comunitários possuem vasta experiência na identificação de animais e vestígios em ambiente florestal, uma vez que caçam e adentram a floresta desde a infância. O esforço amostral anual por transecto é de 50 km de TL e 50 km de PV, o que totaliza um esforço anual de 400 km por método na RESEX TA.

Em cada transecto os monitores instalam 5 armadilhas fotográficas (modelo Bushnell Trophy Cam HD), espaçadas a cada 1 km, por dois períodos consecutivos de 30 dias no ano, no final do período chuvoso (junho e julho) e no final da seca (outubro e novembro) (Benchimol, 2014). As armadilhas são instaladas em troncos de árvores a uma altura de 30-40 cm acima do chão e a uma distância de 2-3 metros de um local

preferencialmente utilizado pelas espécies ao longo do transecto, e ficam ativas registrando fotografias 24 hs por dia. O AF é amplamente utilizado por ser um método não invasivo e eficaz, principalmente no estudo de mamíferos de médio e grande porte. Basicamente, a câmera contém sensor capaz de perceber calor e disparar uma sequência de fotos do animal em um tempo muito reduzido (ver figura 4 em Anexo 1). O esforço amostral anual é de 300 armadilhas/dia por comunidade-polo, o que totaliza um esforço anual de 2.400 armadilhas/dia na RESEX. É importante ressaltar que devido a alguns fatores (e.g.: mau funcionamento de câmera) o esforço amostral nos diferentes transectos nem sempre é o mesmo.

Usaremos o programa Wild.ID 0.9.31, desenvolvido pelo TEAM (www.teamnetwork.org/solution), para triar, identificar as espécies e armazenar os registros de fotos das armadilhas fotográficas. Uma fotografia será definida como um evento independente se fotos consecutivas registrem (i) um ou mais indivíduos de espécies diferentes; ou ii) um ou mais indivíduos da mesma espécie durante um intervalo de tempo mínimo de 30 minutos. Usando esses critérios, todas as fotos definidas como não independentes serão excluídas das análises subsequentes.

Sub-protocolo II: Pressão de caça sobre as populações

A amostragem das espécies que são caçadas localmente ocorre por meio do preenchimento de fichas de registros de evento de caça. Segundo este sub-protocolo, o preenchimento deve ser realizado por 30% das famílias que ativamente caçam em cada comunidade-polo envolvida no monitoramento. De fácil entendimento e compreensão, a ficha pode ser preenchida por qualquer membro familiar após um evento independente de caça executada por algum integrante da família (Anexo 4). Considera-se eventos de caça independentes quando alguma outra atividade tiver sido realizada entre estes dois eventos de caça. Quando ao menos dois integrantes de uma mesma família realizaram atividades de caça em um mesmo dia, mas em locais diferentes, estes também são considerados eventos independentes (Benchimol, 2014).

Para esclarecer eventuais dúvidas de preenchimento das fichas, um monitor da biodiversidade de cada comunidade amostrada recebe treinamento específico, sendo também o responsável pela entrega e recebimento mensal das fichas de consumo de caça. As famílias participantes não são identificadas através de nomes e sim de números, para evitar qualquer constrangimento pela declaração dos eventos de caça.

Para garantir sigilo das informações fornecidas, cada família participante do monitoramento recebe um termo de compromisso disponibilizado pela equipe técnica do programa (Benchimol, 2014). Este sub-protocolo nos permite obter medidas de esforço de captura das espécies e identificar as áreas utilizadas para a atividade de caça a fim de avaliar a pressão da caça de subsistência sobre as espécies cinegéticas na região. A ficha possibilita a coleta de informações sobre a composição de espécies abatidas, assim como o sexo do animal abatido, tempo investido na atividade, técnica utilizada e o período do dia que ocorreu a caça (Anexo 4).

A seguir, são apresentados os métodos de análise dos dados referentes a cada capítulo:

Capítulo 1 – Programas de monitoramento participativo da fauna silvestre cinegética em florestas tropicais: uma revisão global

Busca bibliográfica e análise dos dados

Este capítulo trata-se de uma revisão de literatura realizada com o objetivo de identificar estudos publicados e não publicados, contendo informações sobre projetos de

monitoramento participativo da fauna terrestre alvo da atividade de caça em florestas tropicais em todo o mundo, e que já foi iniciada. Primeiramente, os trabalhos foram identificados por meio da busca nas plataformas *Scopus* e Google Acadêmico utilizando diferentes combinações das seguintes palavras-chave em inglês: program OR project AND participatory OR community OR community base OR citizen science AND monitoring AND mammal* OR vertebrate* OR bird* OR hunting. Posteriormente, as buscas serão feitas no Google Acadêmico utilizando as mesmas palavras-chave em português e espanhol.

Alguns critérios foram adotados para a seleção dos trabalhos utilizados no presente estudo. Primeiramente, consideramos somente aqueles estudos que contêm informações provenientes de projetos de monitoramento participativo da fauna terrestre alvo da caça. Foram excluídas as referências duplicadas e realizamos análises por título e por resumo a fim de selecionar estudos que tratassem de projetos/programas que especificassem as espécies cinegéticas como alvo do monitoramento. Excluímos todos os trabalhos que não apresentam como alvo a fauna terrestre cinegética e/ou que não ocorriam em florestas tropicais (Figura 4).

Até o momento, realizei os alguns passos referentes a busca na plataforma *Scopus* e Google Acadêmico, onde obtive um total de 939 e 58 mil estudos, respectivamente. É importante destacar que ao encontrar mais de um estudo pertencente a um único projeto/programa, também o (s) seleciono para servir como fonte de informações sobre o projeto/programa em questão. No momento, estou finalizando as etapas relacionadas as buscas nas duas plataformas (Figura 4).

Após, irei extrair algumas informações dos trabalhos selecionados a fim de alcançar cada objetivo proposto neste capítulo (Tabela 2). Caso as informações necessárias não sejam obtidas, realizarei pesquisas no Google especificando os nomes dos projetos/programas de monitoramento analisados a fim de encontrar documentos técnicos referentes a eles (Figura 4). Se mesmo assim não obtermos todos os dados necessários, elaboraremos um questionário que será encaminhado aos autores dos trabalhos e/ou equipe técnica dos projetos de monitoramento analisados.

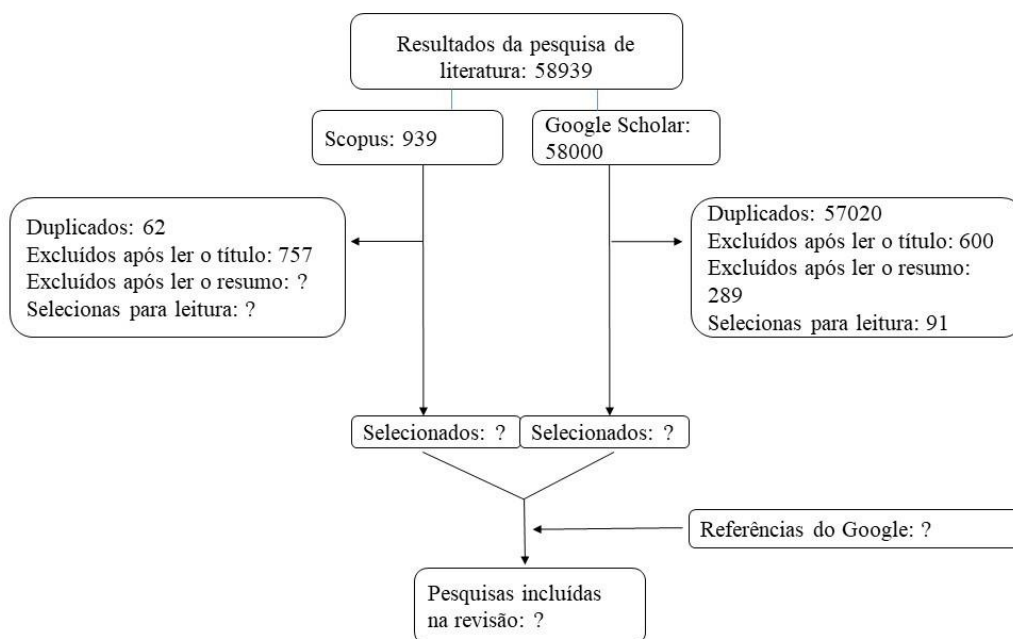


Figura 4. Diagrama de fluxo do processo de seleção dos trabalhos usados em nosso estudo.

Tabela 2. Informações extraídas dos trabalhos selecionados e seus respectivos objetivos.

Objetivo	Informações coletadas
Identificar e mapear os projetos de monitoramento da fauna terrestre alvo da caça	<ul style="list-style-type: none">- ano de criação projeto- localização (com coordenadas geográficas)- região em que atua- número de comunidades/aldeias e média da população na região- número de comunidades/aldeias e média da população atendidas pelo programa- número de comunitários e não-comunitários (técnicos, pesquisadores colaboradores, gestores, etc.) envolvidos no programa
Avaliar a gestão dos projetos e identificar os principais obstáculos na proposição de estratégias de manejo da fauna silvestre	<ul style="list-style-type: none">- objetivo do programa- entidade gestora- origem do financiamento e custo anual- técnicas de amostragem e esforço amostral do projeto de monitoramento- interrupção do projeto- continuidade ou não do projeto- processo de tabulação e análise dos dados (atores envolvidos e o quanto foi planilhado e analisado)- procedimentos para acesso aos dados- devolutiva e disponibilidade dos resultados- sujeitos que participaram da elaboração do programa (definição de alvos e critérios para a escolha de monitores)
Identificar e analisar as principais contribuições dos programas na proposição de estratégias de manejo da fauna silvestre	<ul style="list-style-type: none">- funcionamento do projeto como proposto inicialmente- importância do recurso monitorado- existência de acompanhamento temporal e espacial do recurso- publicações realizadas com os resultados- principais interessados no monitoramento das espécies e recursos- espécies ou recursos passaram a ser monitorados por causa dos resultados do programa- espécies ou recursos foram proibidos por causa dos resultados do programa- resultados promoveram estratégias de gestão de algum recurso- resultados promoveram alguma política protetiva.

A partir das informações coletadas, construiremos um mapa no programa QGIS 2.18.9 (QGIS Development Team, 2017) com a identificação e localização de todos os projetos/programas analisados. Avaliaremos a gestão dos projetos (e.g.: entidade gestora, tipo de monitoramento, origem do financiamento, etc.) e discutiremos como os principais obstáculos (e.g.: interrupção do projeto, atraso nos processos de análise dos dados e devolutivas dos resultados, etc.) podem interferir nas estratégias de manejo da fauna nas áreas abrangidas pelos programas. Por outro lado, investigaremos e discutiremos como os resultados do monitoramento (e.g.: número de publicações, espécies ou recursos que passaram a ser monitorados por meio das informações geradas pelo programa, estratégias de gestão de algum recurso ou política protetiva promovidas por meio dos resultados do programa, etc.) contribuirão e/ou contribuem na proposição de estratégias de manejo da fauna silvestre, comparando os diferentes projetos/programas

analisados. Concluiremos indicando possíveis melhorias na condução dos projetos analisados.

Capítulo 2 – Abundância e biomassa de espécies cinegéticas em florestas de terra firme monitoradas na Amazônia central brasileira

Coleta de dados

Este capítulo será desenvolvido com os dados coletados pelo *Sub-protocolo I* ('Ocorrência e Abundância de espécies cinegéticas'), coletado pelos monitores de 2015 a 2020. Serão consideradas as informações das oito transecções lineares localizadas nas comunidades-polos que participam do PMPB da RESEX TA.

Especificamente, as análises de abundância de cada espécie e biomassa agregada serão realizadas considerando os principais animais caçados na região, ou seja, aqueles que contribuem com 1% ou mais da biomassa total abatida em pelo menos uma das comunidades. São eles: veado-mateiro (*Mazama americana*), veado-fuboca (*Mazama nemorivaga*), catitu (*Pecari tajacu*), queixada (*Tayassu pecari*), paca (*Cuniculus paca*), cutia (*Dasyprocta croconata*), quati (*Nasua nasua*), onça-pintada (*Panthera onca*), onça-parda (*Puma concolor*), tatu (*Dasybus spp.*), tatu-canastra (*Priodontes maximus*), guariba (*Alouatta nigerrima*), macaco-prego (*Sapajus apella*), anta (*Tapirus terrestris*) e tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) (Reis, 2017). Ademais, incluiremos também em nossas análises os inhambus (*Tinamus spp.* e *Crypturellus spp.*), os jacamins (*Psophia spp.*), os jacus (*Penelope spp.*) e os mutuns (*Crax fasciolata* e *Pauxi tuberosa*); aves cinegéticas frequentemente consumidas por moradores da RESEX TA (Reis et al., 2019). Para isso, serão utilizados apenas os dados obtidos pelo método de transecção linear, visto que permite obter estimativas de abundância para cada espécie desde que se obtenha um mínimo entre 25-30 avistamentos independentes por unidade amostral (Buckland et al., 1993).

Consideraremos cada transecto como uma unidade amostral e realizaremos análises de abundância individual para cada espécie e posteriormente análises de biomassa agregada, em ambas analisando os dados por ano a fim de observar o efeito temporal sobre as variáveis respostas. A partir do peso médio corporal das espécies, obtidos através de estudos prévios (Robson & Redford, 1986, Ayres & Ayres, 1979 e Valsecchi, 2013) serão obtidas estimativas de biomassa agregada por transecto.

Preditores de pressão de caça

Obteremos duas diferentes variáveis a fim de caracterizar a eventual pressão de caça exercida em cada um dos transectos. Especificamente, mediremos a distância do transecto à comunidade mais próxima (em km) e a densidade demográfica humana da comunidade mais próxima (inds/km²). As distâncias serão extraídas utilizando o programa QGIS 2.18.9 (QGIS Development Team, 2017), usando *shapefile* das comunidades, e os valores de densidade demográfica serão disponibilizados pela gestão da UC.

Preditor ambiental

Iremos mensurar a distância do transecto para o corpo d'água permanente mais próximo (km). Para isso será usado o programa QGIS 2.18.9 (QGIS Development Team, 2017), utilizando *shapefile* da hidrografia das comunidades.

Análises dos dados

Considerando o grande esforço amostral ao longo de seis anos de monitoramento, será possível obter as estimativas de abundância individual das espécies cinegéticas e da biomassa agregada da comunidade cinegética utilizando o programa Distance 6.0 (Thomas et al., 1998; Thomas et al., 2009). Esse programa analisa os dados por meio de um ajuste de função de detecção às distâncias observadas e usa essa função ajustada para estimar a proporção de animais não detectados pela pesquisa. O programa permite obter estimativas acuradas de densidade das espécies para a área amostrada (n° indivíduos/km²), e a partir disso, torna-se possível gerar as estimativas de abundância das espécies individualmente. Caso alguma espécie não alcance o mínimo de detecções necessárias por unidade amostral, estimaremos a abundância a partir da taxa de avistamento (n° indivíduos/10 km percorridos). Posteriormente, iremos calcular a biomassa agregada para cada transecto analisado multiplicando as estimativas de abundância e peso médio corporal (kg/km²).

Tanto para as análises de abundância individual das espécies quanto para as análises posteriores de biomassa agregada da comunidade cinegética, iremos realizar os seguintes procedimentos. Utilizaremos Modelos Lineares Mistos Generalizados (GLMM) para avaliar a influência pressão de caça e distância ao corpo d'água na abundância de cada espécie e na biomassa agregada, separadamente. Para avaliar o efeito temporal, os dados serão aninhados por ano e este será incluído como uma variável randômica.

Primeiro, testaremos a multicolinearidade entre todas as variáveis explanatórias (preditor ambiental e de pressão de caça) usando o fator de inflação da variação (VIF; Dormann et al., 2013) para excluir as variáveis altamente colineares (VIF>3.0) (Benchimol & Peres, 2015). Em seguida, construiremos modelos com todas as combinações possíveis das variáveis e iremos selecionar o(s) melhor(es) modelo(s) com base nos valores mais baixos do critério de informação de Akaike (AIC; Burnham & Anderson, 2002), com AICc <2.0. O AIC é uma medida de distância relativa do modelo proposto ao mecanismo real que gerou os dados observados (Burnham & Anderson, 2002) podendo ser visto como uma medida de “ruindade do ajuste”, pois quanto maior o valor do AIC, menor a probabilidade dos dados ocorrerem segundo aquele modelo (Gotelli & Ellison, 2011). Devido à natureza de contagem da variável resposta, usaremos a família de distribuição Poisson (função de ligação “log”) nas análises de abundância de cada espécie cinegética por transecto por ano. Posteriormente, para as análises de biomassa agregada por transecto por ano, utilizaremos a distribuição Gaussiana (função de ligação “*identidade*”) uma vez que a variável resposta é contínua. As análises serão realizadas no programa “R Version 1.1.463” (R Development Core Team, 2014).

Capítulo 3 – Dinâmica espaço-temporal da persistência de espécies cinegéticas na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns

Coleta de dados

Este capítulo também será desenvolvido com os dados coletados pelo *Sub-protocolo I* no período de 2015 a 2020. Serão consideradas as informações das oito transecções lineares, e todas as três metodologias utilizadas.

As análises serão realizadas considerando os principais animais caçados na região (ver seção do capítulo anterior). Cada transecto será considerado como um sítio amostral independente, e cada visita como sendo um dia de pesquisa no transecto e seis dias de AF.

Para estimar a probabilidade de ocupação de cada espécie analisada em cada um dos oito transectos primeiramente iremos agrupar, por transecto, os dados de TL com PV (para o método de transecção) e os dados das cinco câmeras (para o método de AF). Em seguida, testaremos o efeito das diferentes metodologias (transecção e AF) na detectabilidade das espécies, e utilizaremos a metodologia mais eficiente (para cada espécie) nas análises posteriores. Para isso, construiremos curvas de detecção cumulativas, para cada espécie, com dados agregados de presença/ausência por visita nos sítios estudados. As curvas permitirão selecionar a melhor metodologia de amostragem uma vez que nos permitem observar graficamente o número acumulativo de detecções da espécie com base nas diferentes metodologias, em função de todas as detecções registradas para aquela espécie.

Variáveis de detecção e ocupação

Para lidar com as diferenças de amostragem nos transectos analisados, incluiremos o esforço de amostragem como variável para modelar a probabilidade de detecção. Utilizaremos o número de armadilhas*dia (para o método de AF) ou quilômetros percorridos (para TL). Além disso, usaremos também os nomes dos monitores, pois acreditamos que eles podem diferir na capacidade de detecção.

A probabilidade de ocupação será modelada utilizando preditores de pressão de caça e distância ao corpo d'água. Calcularemos duas variáveis a fim de caracterizar a eventual pressão de caça exercida em cada um dos transectos: distância do transecto à comunidade mais próxima (em km) e a densidade demográfica humana da comunidade mais próxima (inds/km²). Como variável ambiental, iremos mensurar a distância do transecto para o corpo d'água permanente mais próximo (km). As distâncias serão medidas utilizando o programa QGIS 2.18.9 (QGIS Development Team, 2017), usando *shapefile* das comunidades e da hidrografia, e os valores de densidade demográfica serão disponibilizados pela gestão da UC.

Análises dos dados

Sabe-se que em um contexto de monitoramento, como é o caso do nosso estudo, as probabilidades de ocupação de uma espécie podem ser usadas como uma métrica que reflete o estado atual da população (Mackenzie et al., 2003). Como temos uma série de amostragens em anos diferentes, iremos realizar análises de modelos de ocupação “multi-season” (Mackenzie et al., 2003), isto é, considerando as sequências de visitas entre diferentes anos. Também adotaremos a abordagem de seleção de modelos pelo método de máxima verossimilhança (Burnham & Anderson, 2002), a fim de obter as estimativas de probabilidade de ocupação para cada espécie nos diferentes transectos amostrados.

Os modelos de ocupação estimam a probabilidade de um local estar ocupado por determinada espécie quando sua detecção é imperfeita, isto é, quando sua probabilidade de detecção é inferior a 1 (Mackenzie et al. 2002). Os modelos do tipo “multi-season”, além de considerar os parâmetros de probabilidade de ocupação (Ψ) e probabilidade de detecção (p), também consideram os parâmetros de probabilidade de extinção local (ϵ) e probabilidade de colonização local (γ) com base nas visitas realizadas entre diferentes anos (Mackenzie et al. 2003).

A partir dos dados coletados na RESEX TA, criaremos históricos de detecção para cada espécie por sítio (transecto), por visita. Para cada visita, a detecção de determinada espécie será representada por “1” e a não detecção por “0” (Mackenzie et al. 2002). Os históricos de detecção por espécie para os oito transectos serão usados para

estimar as probabilidades de ocupação, colonização e extinção local, usando uma aplicação simples da teoria das probabilidades (Mackenzie et al. 2003).

É de se esperar que além da pressão de caça, a distância ao corpo d'água mais próximo influenciam as probabilidades de ocupação das diferentes espécies cinegéticas. Assim utilizaremos estas diferentes variáveis para modelar as variações espaciais, e assim identificar quais são mais importantes para determinar a probabilidade de ocupação de cada uma das principais espécies cinegéticas na RESEX TA.

Seleção das variáveis e modelos

Para evitar a multicolinearidade será testado o fator de inflação da variação (VIF; Dormann et al., 2013) entre todas as variáveis da ocupação e escolheremos apenas as não correlacionadas e com melhor poder explicativo (VIF>3.0) (Benchimol & Peres, 2015). Em seguida, construiremos modelos com todas as combinações possíveis das variáveis de ocupação e detecção, além da inclusão do modelo nulo. Os melhores modelos serão selecionados com base nos valores mais baixos do critério de informação de Akaike (AIC; Burnham & Anderson, 2002), com AICc < 2.0. As análises serão realizadas no programa “R Version 1.1.463” (R Development Core Team, 2014), e utilizaremos o pacote *unmarked* versão 0.10-6 (Fiske et al., 2011) para a modelagem de ocupação.

Capítulo 4 – Avaliação da influência da caça de subsistência sobre a fauna cinegética na RESEX Tapajós-Arapiuns, Amazônia, Brasil

Coleta de dados

Este trabalho será desenvolvido com os dados coletados pelo *Sub-protocolo II* no período de 2015 a 2020 e resultados obtidos no segundo capítulo deste projeto. Para cada comunidade-polo monitorada, obteremos um conjunto de fatores que possam influenciar a composição e biomassa das espécies abatidas e a captura por unidade de esforço (CPUE, em kg/homem*hora), relacionadas a pressão de caça e as estimativas de abundância *in situ* das espécies alvos da caça.

Preditores da composição e biomassa das espécies caçadas

Obteremos três variáveis a fim de caracterizar a eventual intensidade de caça nas diferentes comunidades monitoradas. São elas: densidade demográfica humana (inds/km²), a idade da comunidade e o número de caçadores na comunidade. Os valores das primeiras variáveis serão disponibilizados pela gestão da UC, e o número de caçadores por comunidade será obtido mediante consulta a relatórios do PMPB da RESEX TA.

Preditores da captura por unidade de esforço – CPUE

Calcularemos duas variáveis de pressão de caça: densidade demográfica (inds/km²) e o tamanho da família. Além delas, também incluiremos em nossas análises as estimativas de abundância *in situ* das espécies (obtidas previamente no Capítulo 2).

Análise dos dados

Para descrever os padrões de caça de subsistência nas diferentes comunidades da RESEX TA, em relação à metodologia (instrumentos e técnicas) utilizada, periodicidade e alvo preferencial, análises descritivas serão realizadas com os dados obtidos por meio do preenchimento das fichas de registros de eventos de caça (Sub-protocolo II). Realizaremos Modelos Lineares Generalizados (GLM) para avaliar a influência dos preditores de pressão da caça (densidade demográfica, a idade da

comunidade e o número de caçadores na comunidade) sobre a composição e, posteriormente sobre a biomassa agregada abatida. Utilizaremos a Análise de Coordenadas Principais (PCoA), com base na medida de distância de Bray-Curtis, para analisar a composição de espécies, e usaremos o eixo com maior poder de explicação no GLM.

Em ambas as análises, cada evento de caça será considerado uma unidade amostral e estas serão agrupadas conforme a comunidade a qual pertencem. Serão utilizados dados de abundância de determinada espécie e participação proporcional da biomassa de cada espécie caçada na biomassa total abatida (considerando somente as espécies principais, ou seja, aquelas que contribuem com 1% ou mais da biomassa abatida em pelo menos uma das comunidades). Devido às naturezas contínuas das variáveis respostas, usaremos a família de distribuição Gaussiana (função de ligação de “*identidade*”) nas análises de composição por comunidade e biomassa agregada por comunidade.

Os locais de abate dos animais caçados, contidos nas fichas de eventos de caça, serão plotados em um mapa da UC por meio do programa QGIS 2.18.9 (QGIS Development Team, 2017). Assim, utilizando o polígono convexo mínimo (Parry et al., 2009) será possível obter um mapa com as áreas totais de caça, por comunidade monitorada.

Análises de CPUE (kg/homem*hora), obtidas mediante as informações disponibilizados pelas famílias, serão realizadas considerando cada polígono, o que possibilitará classificar as áreas em categorias de intensidade de caça (baixa, média, alta) na RESEX TA. Com isso, um novo mapa de classificação da caça será construído e comparado com o elaborado no mapeamento participativo da RESEX TA (ICMBio, 2011) a fim de verificar se há semelhança nas informações, contribuindo com o zoneamento da prática de caça no interior da RESEX TA.

Por fim, utilizaremos Modelos Mistos Lineares Generalizados (GLMMs) para avaliar a influência das estimativas de abundância *in situ* das espécies e da pressão de caça (densidade demográfica e tamanho da família) sobre os valores da CPUE (dos polígonos onde estão localizados os transectos) de cada comunidade. Devido à natureza contínua da variável resposta, usaremos a família de distribuição Gaussiana (função de “*identidade*”) nas análises da CPUE, e incluiremos as variáveis preditoras como efeito fixo e ‘número da família’ como efeito aleatório. A biomassa atribuída a cada indivíduo caçado seguirá Robson & Redford, 1986, Ayres & Ayres, 1979 e Valsecchi, 2013.

A seleção dos modelos ocorrerá de forma semelhante nas análises de composição, biomassa abatida e CPUE, separadamente. Primeiro, testaremos a multicolinearidade entre todas as variáveis explanatórias usando o fator de inflação da variação (VIF; Dormann et al., 2013) para excluir as variáveis altamente colineares (VIF>3.0) (Benchimol & Peres, 2015). Em seguida, construiremos modelos com todas as combinações possíveis das variáveis explicativas e não correlacionadas. O modelo final será composto pelas variáveis que explicarem os dados (de composição, biomassa das espécies abatidas e CPUE) com a maior parcimônia (AICc<2.0, Burnham & Anderson, 2002). Todas as análises serão realizadas no programa “R Version 1.1.463” (R Development Core Team, 2014).

IMPACTOS DO ESTUDO PARA A CONSERVAÇÃO

A RESEX TA, UC federal localizada na Amazônia Central brasileira, é a RESEX mais populosa do Brasil. A maior parte dos moradores locais que lá residem dependem diretamente do uso dos recursos naturais para fins de sobrevivência. A caça de animais silvestres é um desses recursos e representa uma das principais fontes proteicas

e de gordura animal disponíveis para essas populações que não dispõem de ampla variedade de recursos alimentares (Ayres & Ayres, 1979; Ayres et al., 1991; Anderson, 1992; Bodmer et al., 1992). No entanto, quando em sobre-exploração, a caça pode alcançar níveis insustentáveis representando uma ameaça significativa de extinção a populações selvagens (Redford, 1992; Ripple et al., 2016) e um grande risco a manutenção da qualidade e modo de vida dos povos humanos que delas dependem. Para que isso não ocorra na RESEX TA, os moradores locais, a gestão da unidade, o ICMBio e outros parceiros realizaram a primeira grande iniciativa ao estabelecer um programa de monitoramento da fauna cinegética na região. Entretanto, essa iniciativa somente será eficaz se os dados permitirem gerar resultados acerca dos reais efeitos da pressão da caça de subsistência sobre as espécies cinegéticas. Foi nesse contexto que nosso estudo surgiu e pretende contribuir preenchendo esta grande lacuna.

Acreditamos que os resultados gerados em nosso estudo possam contribuir com o zoneamento da atividade de caça e com a elaboração de um novo e atualizado plano de gestão de uso da caça na RESEX TA. Esse documento poderá estabelecer regras mais rígidas para o abate de espécies identificadas em nível “de alerta”. Além disso, elaboraremos um relatório técnico visando avaliar a efetividade do funcionamento do PMPB e propor eventuais alterações a fim de contribuir com sugestões de melhorias na condução do monitoramento da caça na RESEX TA.

A partir dos resultados obtidos em nosso estudo, poderemos colaborar para a ampla discussão sobre a efetividade de projetos de monitoramento participativos, tendo como base o caso da RESEX TA e dos demais programas participativos das quais avaliaremos na revisão sistemática da literatura. Esse é um modelo de monitoramento que, embora criticado quanto sua viabilidade e qualidade em gerar dados confiáveis, tem sido amplamente utilizado (Reed et al., 2008; Uychiaco et al., 2005; Stephenson & Moller, 2009). Isso decorre principalmente pelo envolvimento das comunidades que dependem do recurso monitorado, ocasionando redução de custos de manutenção do programa e favorecendo a conscientização sobre a gestão e preservação de recursos naturais ou espécies que estejam com algum grau de ameaça (Carneiro Costa, 2019).

Ademais, como este é o primeiro protocolo de monitoramento de caça em todo o país, pretendemos aprimorá-lo a partir da avaliação de sua efetividade a fim de que possa ser utilizado em outras UCs na Amazônia. Especificamente, a partir dos problemas diagnosticados e das mudanças sugeridas em sua primeira iniciativa, teremos algumas evidências de ações bem e mal sucedidas do PMPB da RESEX TA (caracterizado por um programa simples, modular, participativo e voltado à gestão). E com isso, após potenciais melhorias, poderemos sugerir um protocolo robusto como modelo de monitoramento da caça de subsistência por outras áreas protegidas que tenham interesse em monitorar esse recurso.

FINANCIAMENTO PARA PESQUISA

As atividades do protocolo de caça aqui apresentado são financiadas pela Fundação Gordon e Betty Moore, Agência Americana de Desenvolvimento (USAID) e pelo Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA). Desta forma, não é necessário a obtenção de fundos adicionais para o pleno desenvolvimento do projeto. As amostragens do presente ano, em virtude do COVID-19 foram adiadas parcialmente.

REFERÊNCIAS

- Anderson, A. B. (1992). Land-use strategies for successful extractive economies in Amazonia. *Advances in Economic Botany*, 67-77.
- Ayres, J. M., & Ayres, C. (1979). Aspectos da caça no alto rio Aripuanã. *Acta Amazonica*, 9, 287-298.
- Beirne, C., Meier, A. C., Mbele, A. E., Menie, G. M., Froese, G., Okouyi, J., & Poulsen, J. R. (2019). Participatory monitoring reveals village-centered gradients of mammalian defaunation in central Africa. *Biological conservation*, 233, 228-238.
- Benchimol, M. S. (2014). Protocolo Complementar do Efeito da Caça de Subsistência sobre Espécies Cinegéticas na RESEX Tapajós-Arapiuns. Programa de Monitoramento da Biodiversidade com relevância para o Clima, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. *Brasília: ICMBio*.
- Benchimol, M., & Peres, C. A. (2015). Widespread forest vertebrate extinctions induced by a mega hydroelectric dam in lowland Amazonia. *PloS one*, 10(7).
- Benítez-López, A., Alkemade, R., Schipper, A. M., Ingram, D. J., Verweij, P. A., Eikelboom, J. A. J., & Huijbregts, M. A. J. (2017). The impact of hunting on tropical mammal and bird populations. *Science*, 356(6334), 180-183.
- Bodmer, R. E., Eisenberg, J. F., & Redford, K. H. (1997). Hunting and the Likelihood of Extinction of Amazonian Mammals: Caza y Probabilidad de Extinción de Mamíferos Amazónicos. *Conservation Biology*, 11(2), 460-466.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., & Laake, J. L. (1993). Distance sampling: estimating abundance of biological populations. Chapman & Hall, London.
- Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2002). Information and likelihood theory: a basis for model selection and inference. *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*, 49-97.
- Carvalho Junior, E. A. R. (2008). Caçando onças na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns. Relatório de atividades: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). *Santarém: ICMBio*.
- Chiaravalloti, R. M., Benchimol, M., Reis, Y. S., Jenkins, C., Lemos, P., Prado, F., ... & Maduro, R. (2019). Monitoramento participativo de caça de subsistência da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns (PA): caminhos para uma participação social efetiva. *Biodiversidade Brasileira*, 9(2), 203-218.
- Constantino, P. A. L. (2015). Dynamics of hunting territories and prey distribution in Amazonian Indigenous Lands. *Applied Geography*, 56, 222-231.
- Constantino, P., Carlos, H. S. A., Ramalho, E. E., Rostant, L., Marinelli, C. E., Teles, D., ... & Valsecchi, J. (2012). Empowering local people through community-based resource monitoring: a comparison of Brazil and Namibia. *Ecology and Society*, 17(4): 22
- Constantino, P. (2016). Deforestation and hunting effects on wildlife across Amazonian indigenous lands. *Ecology and Society*, 21(2).
- Constantino, P. D. A. L., Buening, J. K., Silvius, K., Danielsen, F., Poulsen, M. K., Arroyo, P., ... & Tofoli, C. (2016). Monitoramento participativo da biodiversidade e dos recursos naturais: Seminário internacional e formação da rede internacional de monitoramento e manejo participativo. *Biodiversidade Brasileira*, (1), 18-33.
- Costa, D. C. (2014). Limitações e potencialidades do Programa de Monitoramento da Biodiversidade e do Uso de Recursos Naturais – ProBUC- para a gestão ambiental de unidades de conservação do Amazonas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amazonas, Amazonas, Brasil.

- Costa, D. C. (2019). Monitoramento participativo como subsídio para a gestão adaptativa de unidades de conservação no Amazonas. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Amazonas, Amazonas, Brasil, 250.
- Danielsen, F., Burgess, N. D., Balmford, A., Donald, P. F., Funder, M., Jones, J. P., ... & Child, B. (2009). Local participation in natural resource monitoring: a characterization of approaches. *Conservation Biology*, 23(1), 31-42.
- Dormann, C. F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., Carré, G., ... & Münkemüller, T. (2013). Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 36(1), 27-46.
- Eisenberg, J.F., & Redford, K.H. (1999). *Mammals of neotropics: The central neotropics*. Chicago: The University of Chicago Press, 3, 190.
- Emmons, L., & Feer, F. (1997). *Neotropical rainforest mammals: a field guide* (2 ed.). Chicago, 1997, 307. University of Chicago.
- Galetti, M., Brocardo, C. R., Begotti, R. A., Hortenci, L., Rocha-Mendes, F., Bernardo, C. S. S., ... & Meirelles, F. (2017). Defaunation and biomass collapse of mammals in the largest Atlantic forest remnant. *Animal Conservation*, 20(3), 270-281.
- Gerhardt, T. E., & Silveira, D. T. (2009). *Métodos de pesquisa*. Plageder.
- W. J. Ripple et al., Bushmeat hunting and extinction risk to the world's mammals. *R. Soc. Open Sci.* 3, 160498 (2016).
- Gotelli, N. J., & Ellison, A. M. (2016). *Princípios de estatística em ecologia*. Artmed Editora.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (1992). *Manual técnico da vegetação brasileira*. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro.
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (2014). *Plano de Manejo da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. Brasília: ICMBio.
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (2011). *Mapeamento participativo do uso dos recursos naturais na RESEX Tapajós-Arapiuns*. Conservação Internacional-CI, Associações da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns-Tapajóara, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. Santarém: ICMBio.
- Intragovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). <http://www.ipbes.net/>. (acesso em 15/06/2020).
- Jerozolinski, A., & Peres, C. A. (2003). Bringing home the biggest bacon: a cross-site analysis of the structure of hunter-kill profiles in Neotropical forests. *Biological Conservation*, 111(3), 415-425.
- Lhoest, S., Fonteyn, D., Daïnou, K., Delbeke, L., Doucet, J. L., Dufrêne, M., ... & Verheggen, F. (2020). Conservation value of tropical forests: Distance to human settlements matters more than management in Central Africa. *Biological Conservation*, 241, 108351.
- MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Lachman, G. B., Droege, S., Andrew Royle, J., & Langtimm, C. A. (2002). Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*, 83(8), 2248-2255.
- MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Hines, J. E., Knutson, M. G., & Franklin, A. B. (2003). Estimating site occupancy, colonization, and local extinction when a species is detected imperfectly. *Ecology*, 84(8), 2200-2207.

- Montag, F. F. A., Prudente, B. S., Ferreira, C. P., Dutra, G. M., Benone, N. L., Barbosa, T. A. P., & Ruffeil, T. O. B. (2012). *Ictiofauna na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Estado do Pará, Brasil*. Universidade Federal do Pará (UFPA).
- Minayo, M. C. D. S., & Sanches, O. (1993). Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade?. *Cadernos de saúde pública*, 9(3), 237-248.
- Naranjo, E. J. (1995). Abundancia y uso de hábitat del tapir (*Tapirus bairdii*) en un bosque tropical húmedo de Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical*, 4(1), 20-31.
- Nobre, R. D. A., Kinouchi, M. R., Constantino, P. A. L., Costa-Pereira, R., & Uehara-Prado, M. (2014). Monitoramento da biodiversidade: roteiro metodológico de aplicação. *Brasília: ICMBio*.
- Nunes, A. V., Oliveira-Santos, L. G. R., Santos, B. A., Peres, C. A., & Fischer, E. (2020). Socioeconomic Drivers of Hunting Efficiency and Use of Space By Traditional Amazonians. *Human Ecology*.
- Oliveira, A. C. M., Junior, O. C., & Chaves, R. (2005). Gestão participativa e a atividade de caça na Reserva Extrativista do Tapajós – Arapiuns, Santarém, PA. *Raízes*, 23, 42–51.
- Orians, G. H. (1979). On the theory of central place foraging. *Analysis of ecological systems*, 157-177.
- Parry, L., Barlow, J. O. S., & Peres, C. A. (2009). Hunting for sustainability in tropical secondary forests. *Conservation Biology*, 23(5), 1270-1280.
- Parry, L., & Peres, C. A. (2015). Evaluating the use of local ecological knowledge to monitor hunted tropical-forest wildlife over large spatial scales. *Ecology and Society* 20, 15.
- Pereira, R.C.; Roque, F.O.; Constantino, P.A.L.; Sabino, J. & Uehara-Prado, M. 2013. Monitoramento *in situ* da biodiversidade: Proposta para um sistema brasileiro de monitoramento da biodiversidade. *Brasília: ICMBio*.
- Peres, C. A. (2000). Effects of subsistence hunting on vertebrate community structure in amazonian forests. *Conservation Biology*, 14, 240–253.
- Peres, C. A., & Dolman, P. M. (2000). Density compensation in neotropical primate communities: evidence from 56 hunted and nonhunted Amazonian forests of varying productivity. *Oecologia*, 122, 175–189.
- Peres, C. A., & Nascimento, H. S. (2006). Impact of game hunting by the Kayapó of south-eastern Amazonia: implications for wildlife conservation in tropical forest indigenous reserves. *Biodiversity & Conservation*, 15(8), 2627-2653.
- QGIS Development Team. (2017). *QGIS Geographic Information System*.
- Team, R. C (2014). *R: A language and environment for statistical computing*.
- Ramos, R. M. (2005). *Estratégia de Caça e Uso de fauna na Reserva Extrativista do Alto Juruá-AC*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Reed, M. S., Dougill, A. J., & Baker, T. R. (2008). Participatory indicator development: what can ecologists and local communities learn from each other. *Ecological Applications*, 18(5), 1253-1269.
- Reis, Y. S., Valsecchi, J., & Queiroz, H. (2019). Caracterização do uso da fauna silvestre para subsistência em uma unidade de conservação no Oeste do Pará. *Biodiversidade Brasileira*, 9(2), 187-202.
- Reis Y. 2017. Aspectos da caça de subsistência em comunidades extrativistas no oeste do estado do Pará (Amazônia, Brasil). Dissertação de Mestrado. Museu Emilio Goeldi, Pará, Brasil, 150.
- Ribeiro, K. T. (2018). *Estratégia do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade– Programa Monitora: estrutura, articulações, perspectivas*. Brasília: ICMBio.

- Robinson, J. G., & Redford, K. H. (1986). Body size, diet and population density of neotropical forest mammals. *American Naturalist*, 128, 665-680.
- Sampaio, R., Lima, A. P., Magnusson, W. E., & Peres, C. A. (2010). Long-term persistence of mid-sized to large-bodied mammals in Amazonian landscapes under varying contexts of forest cover. *Biodiversity and Conservation*, 19(8), 2421-2439.
- Saúde & Alegria. (2012). Mapeamentos Participativos e elaboração de Planos de Uso: uma experiência nas comunidades de Anã, Arimum, Atodi e Vila Amazonas nas margens do Rio Arapiuns. SAÚDE & ALEGRIA, Santarém-PA.
- Silva, A. F. S. (2008). O Uso da Fauna Cinegética e o Consumo de Proteína Animal em Comunidades Rurais na Amazônia Oriental. Dissertação de Mestrado. Museu Emilio Goeldi, Pará, Brasil.
- Smith, N. J. H. (1976). Utilization of game along Brazil's transamazon highway. *Acta Amazonica*, 6, 455-466.
- Souza-Mazurek, R. R., Pedrinho, T., Feliciano, X., Hilário, W., Gerônimo, S., & Marcelo, E. (2000). Subsistence hunting among the Waimiri Atroari Indians in central Amazonia, Brazil. *Biodiversity & Conservation*, 9(5), 579-596.
- Spínola, J.N. 2015. A Construção do Programa de Monitoramento Participativo da Biodiversidade na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, p. 00-000 In: VII Seminário de Pesquisa e Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Anais do VII Seminário de Pesquisa e Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. Brasília: ICMBio.
- Stephenson, J., & Moller, H. (2009). Cross-cultural environmental research and management: Challenges and progress.
- Teixeira-Santos, J., Ribeiro, A. C. D. C., Wiig, Ø., Pinto, N. S., Cantanhêde, L. G., Sena, L., & Mendes-Oliveira, A. C. (2020). Environmental factors influencing the abundance of four species of threatened mammals in degraded habitats in the eastern Brazilian Amazon. *PloS one*, 15(2), e0229459.
- Thomas, L., Laake, J. L., Derry, J. F., Buckland, S. T., Borchers, D. L., Anderson, D. R., ... & Marques, F. F. C. (1998). Distance 3.5. Release 6. *Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St Andrews: St Andrews, UK.* Available at <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>.
- Thomas, L., S. T. Buckland, E.A. Rexstad, J.L. Laake, S. Strindberg, S.L. Hedley, J.R.B. Bishop, T. A. Marques, & K. P. Burnham. (2009). Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology*, 47: 5-14.
- TROPICAL ECOLOGY ASSESSMENT AND MONITORING NETWORK. Terrestrial Vertebrate (Camera Trap) Monitoring Protocol Implementation Manual. 2011. <http://www.teamnetwork.org/protocol/terrestrial-vertebrate-camera-trapping-monitoring-protocol>. (acesso em 15/06/2020).
- Urquiza-Haas, T., Peres, C. A., & Dolman, P. M. (2009). Regional scale effects of human density and forest disturbance on large-bodied vertebrates throughout the Yucatán Peninsula, Mexico. *Biological Conservation*, 142(1), 134-148.
- Uychieo, A. J., Arceo, H. O., Green, S. J., Margarita, T., Gaité, P. A., & Aliño, P. M. (2005). Monitoring and evaluation of reef protected areas by local fishers in the Philippines: tightening the adaptive management cycle. *Biodiversity & Conservation*, 14(11), 2775-2794.
- Valsecchi, J., & Figueira, J. E. C. (2013). Padrões de Caça nas Reservas de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e Amanã. In: Valsecchi, J. (Ed.), Caça de Animais Silvestres nas Reservas de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e Amanã. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Brasil.

Veiga, J. E., & Ehlers, E. (2003). Diversidade biológica e dinamismo econômico no meio rural. *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 271-290.

Veloso, H. P., Rangel-Filho, A. L. R., & Lima, J. C. A. (1991). *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. IBGE.

ANEXOS

Anexo 1

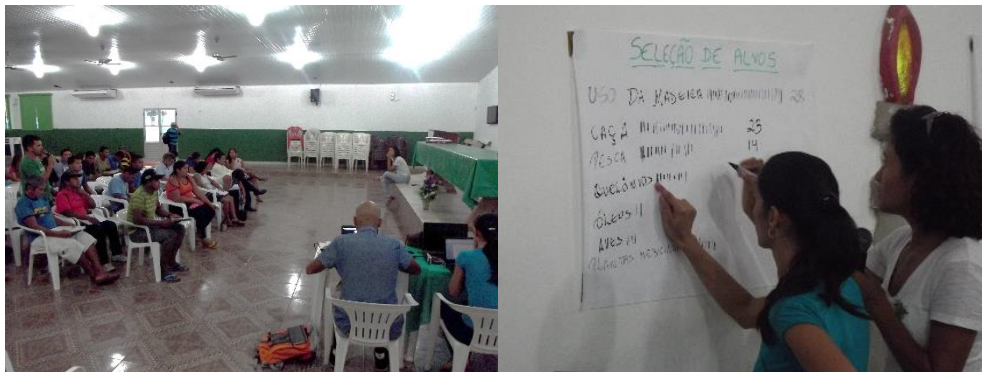


Figura 1. Reunião realizada em 2014 para a seleção dos alvos focais do Protocolo Complementar do Efeito da Caça de Subsistência sobre espécies cinegéticas na RESEX TA (Fonte: PMPB/RESEX TA/ICMBio).



Figura 2. Capacitação dos monitores da biodiversidade. Foto oficial do curso de 2014 (esquerda) e atividade prática do curso de reciclagem de 2016 (direita) (Fonte: PMPB/RESEX TA/ICMBio).



Figura 3. Monitores da biodiversidade em campo realizando as coletas de dados do Programa de Monitoramento de caça na RESEX TA. À esquerda o monitor preenche a ficha de dados e à direita realiza a programação da armadilha fotográfica (Fonte: PMPB/RESEX TA/ICMBio).

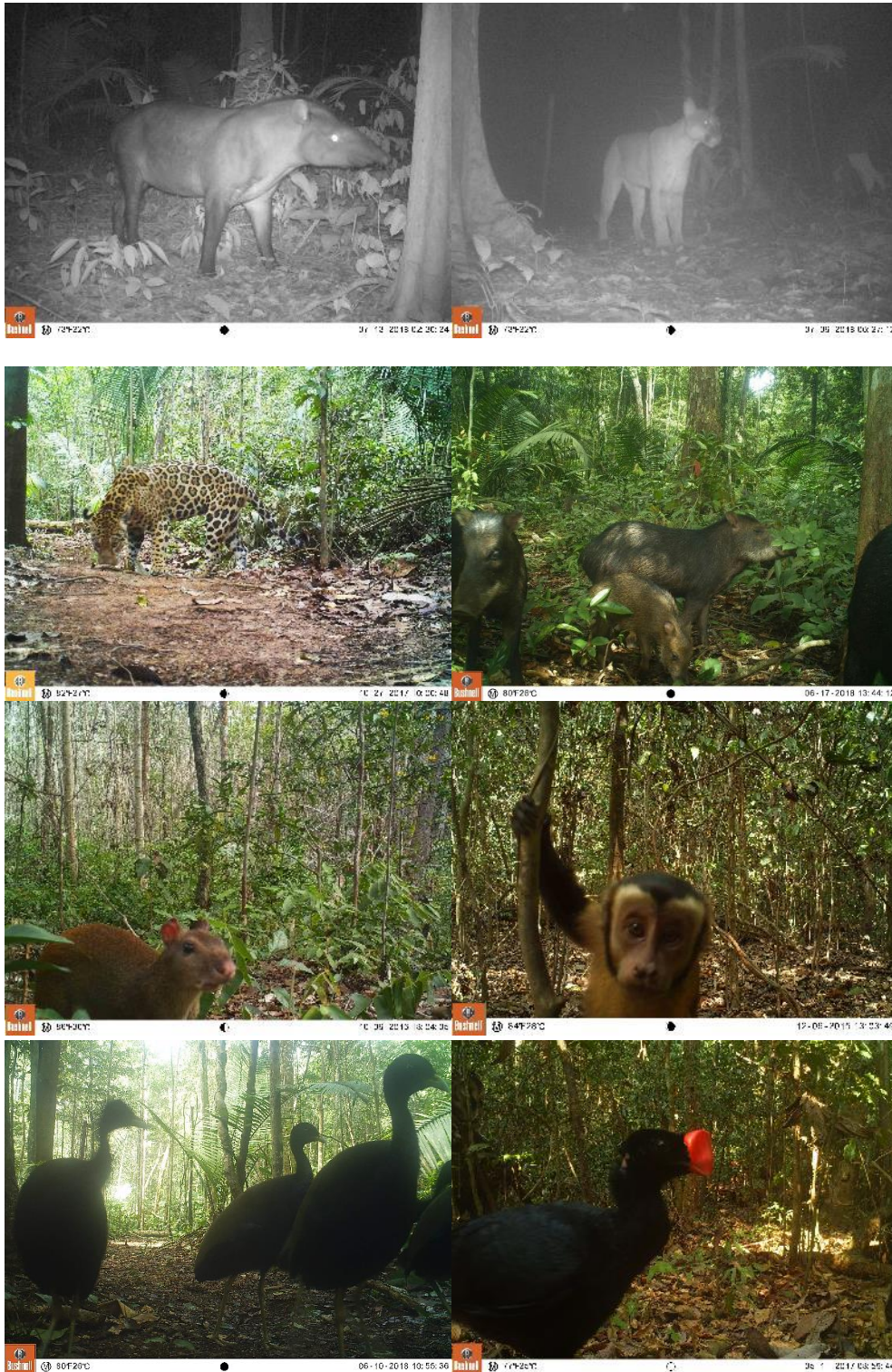


Figura 4. Animais registrados por meio dos armadilhamentos fotográficos instalados nas comunidades da RESEX TA. De cima, para baixo, da esquerda para direita: *Tapirus terrestres*, *Puma concolor*, *Panthera onca*, *Tayassu pecari*, *Dasyprocta* sp., *Sapajus apella*, *Psophia* sp. e *Pauxi tuberosa*. (Fonte: PMPB/RESEX TA/ICMBio).










Anexo 2 – Ficha de amostragem do método de transecção linear do *Sub-protocolo 1: Ocorrência e Abundância de espécies cinegéticas.*

FORMULÁRIO AVES E MAMÍFEROS

UC: _____ **Local (EA):** _____ **Dia:** ____/____/____ **Horário:** Início _____ fim _____

Local (EA): 1 - Trilha, 2 - Trilha, 3 - Trilha

Problema na amostragem? sim não
Qual?

 Nº no Guia	 Tipo de animal	 O que foi identificado? E - Espécie G - Gênero F - Família O - Ordem	 Horário	 Nº de animais contados	 Tinha mais? (S/N)	 Distância da Trilha	 Nº da próxima plaqueta	 Observação do registro (bando misto, fêmeate, etc.)

CMB/UC-Formário Mamíferos-01-2017

Anexo 4 - Ficha de amostragem do *Sub-protocolo II: Pressão de caça sobre as populações.*

FORMULÁRIO CACA
de subsistência

UC: _____

Comunidade: _____

Local da Caça: _____























Quantas pessoas foram caçar?

Técnica de Caça: Limpeza Fogueira Espalhar Outros

Foram planejados? SIM NÃO

Saída: ____/____/____

Chegada: ____/____/____

					
		<input type="checkbox"/> Sagui/Itica <input type="checkbox"/> Maracá/já <input type="checkbox"/> Outros/Qual?			<input type="checkbox"/> Matelão <input type="checkbox"/> Fáboca
Nº Macho	Nº Fêmea	Nº Macho	Nº Fêmea	Nº Macho	Nº Fêmea
					
		<input type="checkbox"/> Macaco-preto <input type="checkbox"/> Zaga-zaga <input type="checkbox"/> Outros/Qual?			
Nº Macho	Nº Fêmea	Nº Macho	Nº Fêmea	Nº Macho	Nº Fêmea
					
		<input type="checkbox"/> 15kg <input type="checkbox"/> Galinha <input type="checkbox"/> Cabrito	<input type="checkbox"/> Amarelo <input type="checkbox"/> Vermelho <input type="checkbox"/> Outros/Qual?	<input type="checkbox"/> Tracajá <input type="checkbox"/> Farinaga <input type="checkbox"/> Outros/Qual?	<input type="checkbox"/> Mutum-de-petache <input type="checkbox"/> Mutum-cavalo <input type="checkbox"/> Outros/Qual?
Nº Macho	Nº Fêmea	Nº Macho	Nº Fêmea	Nº Macho	Nº Fêmea
				Outro	Outro
QUAL?	QUAL?	QUAL?	QUAL?		
Nº Macho	Nº Fêmea			Nº Macho	Nº Fêmea

Observação Geral: Perdo? Fugiu? Qual? Quantos?