



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM

Programa de Pós-Graduação em
Biologia Tropical e Recursos Naturais



Técnicas de amostragem e a detecção de mamíferos terrestres na Floresta Amazônica

DANIEL PEREIRA MUNARI

Manaus, AM

Março, 2008

DANIEL PEREIRA MUNARI

Técnicas de amostragem e a detecção de mamíferos
terrestres na Floresta Amazônica.

Orientadora: Dra Claudia Keller

Co-orientador: Dr Eduardo Martins Venticinque

Dissertação apresentada ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Ecologia.

Manaus, AM

Março, 2008

M 963 Munari, Daniel Pereira

Técnicas de monitoramento e a detecção de mamíferos terrestres na floresta Amazônica/ Daniel Pereira Munari: INPA/UFAM
2008

27 pp. ilustr.

Dissertação de Mestrado – Área de concentração: Ecologia

1. Mamíferos 2. Técnicas de amostragem 3. Detecção

CDD 19ª ed. 599.05

Sinopse:

Foi avaliada a eficiência de três técnicas de amostragem na detecção de mamíferos terrestres em florestas de várzea e terra firme na RDS Uacari, município de Carauari, médio Juruá.

Palavras chave:

Fauna, monitoramento, armadilhas fotográficas, censo

Agradecimentos

Este projeto foi financiado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas (SDS) através do Programa de Monitoramento de Biodiversidade em Unidades de Conservação (ProBUC), pelo Instituto Internacional de Educação do Brasil através do Programa Bolsa Beca e pela IdeaWild. O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia forneceu infra-estrutura de laboratório e a SDS / ProBUC toda a estrutura de campo. A WCS-Brasil emprestou aparelho de GPS. Daniel Pereira Munari recebeu bolsa de mestrado do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq).

Agradeço

À Claudia Keller;

Ao Dadão, Eduardo M. Venticinque, pela sapiência;

À equipe da SDS / ProBUC pela confiança e tolerância;

À equipe SDS / Carauari, especialmente Flávio e família;

Aos avaliadores do plano de pesquisa e da aula de qualificação, Bill Magnusson,

Francisco Palomares, Rossano Mendes Pontes, Gonçalo Ferraz e Thiago Izzo;

À Renata Pardini pelas discussões enriquecedoras;

Ao Gonçalo Ferraz pela ajuda no início do projeto e com o PRESENCE;

Ao Trupico, Fabio Rohe, pelo apoio ao longo de todo o projeto;

Aos assistentes de campo De Açúcar, Ageu, Franciney, Riso, Mario Jorge e Manoel

Ratinho;

Às famílias da RDS Uacari que me abrigaram ao longo de cinco meses;

Aos amigos que fizeram revisões da dissertação, Ricardo Braga Neto, Gabriela Zuchin,

Thayna Mello, Fabio Rohe e André Junqueira; com uma equipe dessas fica difícil fazer feio!

Aos amigos não farei agradecimentos porque a essa altura, distante de muitos, faltarão palavras. Tenho certeza que vocês sabem do meu amor e gratidão. À minha família, agradeço o apoio e amor incondicionais.

“... however, the difficult conditions and low visibility in tropical forests mean that methods currently available to measure biological parameters are rarely precise.”

Milner-Gulland et al 2003
Trends in ecology and evolution

Resumo

Apesar de amplamente utilizada, a técnica de censo diurno em transecto linear não fornece informação de qualidade sobre a ocorrência e abundância de muitas espécies de mamíferos da floresta amazônica, especialmente para aquelas de maior porte e menos abundantes. Neste estudo foi avaliada a eficiência de levantamentos diurnos e noturnos em transecto, uma adaptação do censo em transecto linear, e de armadilhas fotográficas na detecção de mamíferos florestais terrestres. A pesquisa foi realizada em sete transectos de quatro quilômetros de extensão localizados na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Uacari, Amazonas, Brasil. Exceção às pacas, o levantamento noturno foi a técnica menos eficiente. Levantamento diurno, incluindo o registro de vestígios que contribuiu com 50% da informação para essa técnica, foi a técnica mais eficiente na detecção de espécies de menor porte diurnas e dos ungulados. Armadilhas fotográficas foram mais eficientes na detecção de tatus e das espécies raras, e funcionaram adequadamente para pacas e para as espécies de menor porte diurnas. No entanto, todas as técnicas apresentaram falhas no registro da espécie mais comum. A associação entre técnicas de amostragem e a utilização de técnicas analíticas que permitem a integração de informações de natureza distinta, como rastros, observações diretas e fotos, parece ser necessária para aumentar a eficiência de estudos com populações de mamíferos na Amazônia.

Abstract

Though used extensively the diurnal line-transect census method does not provide high quality information on the occurrence and abundance of many mammal species in the Amazonian forest, especially for larger and less abundant species. This study evaluated the effectiveness of diurnal line-transects with nocturnal line-transects and camera traps to detect terrestrial mammals in the forest. Research was carried out on seven 4km-transects at the Uacari Sustainable Development Reserve, on the Juruá river (Amazonas state, Brazil). Nocturnal surveys provided poor information for all species, except for pacas. Tracks accounted for 50% of the observations recorded during diurnal surveys, which was the most effective method for smaller diurnal species and ungulates. For armadillos and rare species camera traps were the most effective technique. Camera traps also provided acceptable results for pacas and smaller diurnal species. Nonetheless all methods failed to accurately represent the most common specie. Combining sampling methods and using statistical analyses that enable the integration of different source data, such as photos, tracks and visual sightings, might be a necessary step to maximize efficiency of studies with mammal populations in the Amazonian forest.

Sumário

Título, resumo.....	1
Introdução.....	2
Métodos.....	6
Área de estudo.....	6
Distribuição espacial e temporal da amostragem.....	6
Técnicas.....	8
Levantamento Diurno em Transecto.....	8
Levantamento Noturno em Transecto.....	9
Armadilhas Fotográficas.....	9
Esforço de amostragem.....	10
Análise dos dados.....	11
Resultados.....	14
Estudos de caso.....	19
Discussão.....	20
Conclusão.....	27
Referências Bibliográficas.....	29

Técnicas de amostragem e a detecção de mamíferos na Floresta Amazônica

Resumo

Apesar de amplamente utilizada, a técnica de censo diurno em transecto linear não fornece informação de qualidade sobre a ocorrência e abundância de muitas espécies de mamíferos da floresta amazônica, especialmente para aquelas de maior porte e menos abundantes. Neste estudo foi avaliada a eficiência de levantamentos diurnos e noturnos em transecto, uma adaptação do censo em transecto linear, e de armadilhas fotográficas na detecção de mamíferos florestais terrestres. A pesquisa foi realizada em sete transectos de quatro quilômetros de extensão localizados na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Uacari, Amazonas, Brasil. Exceção às pacas, o levantamento noturno foi a técnica menos eficiente. Levantamento diurno, incluindo o registro de vestígios que contribuiu com 50% da informação para essa técnica, foi a técnica mais eficiente na detecção de espécies de menor porte diurnas e dos ungulados. Armadilhas fotográficas foram mais eficientes na detecção de tatus e das espécies raras, e funcionaram adequadamente para pacas e para as espécies de menor porte diurnas. No entanto, todas as técnicas apresentaram falhas no registro da espécie mais comum. A associação entre técnicas de amostragem e a utilização de técnicas analíticas que permitem a integração de informações de natureza distinta, como rastros, observações diretas e fotos, parece ser necessária para aumentar a eficiência de estudos com populações de mamíferos na Amazônia.

Palavras chave: censo, armadilhas fotográficas, monitoramento, Juruá

Formatação:

Produzido em português para adequar-se ao exigido no Art. 60º do Regimento Interno do PIPG-BTRN de 2002. Após tradução ao inglês, esse manuscrito será submetido à publicação no periódico *Biological Conservation* - ISSN: 0006-3207 – CAPES Qualis A – fator de impacto SCI : 2,854. Os itens do artigo Resumo a Discussão seguem as normas de formatação do referido periódico. Demais itens conforme normas do INPA.

Introdução

Compreender os padrões de ocorrência e abundância de espécies animais não é fácil e demanda grande esforço na coleta de dados (Plumptre 2000, Pollock et al 2002, Brashares e Sam 2005, Pollock 2006), especialmente quando os indivíduos ocorrem em baixas densidades ou estão distribuídos de forma heterogênea no espaço (Brashares e Sam 2005), como é o caso de parte dos mamíferos terrestres em florestas tropicais. Muitas espécies ocorrem em densidades relativamente baixas, evitam o homem e, apesar do tamanho, são difíceis de distinguir em meio à vegetação. Além disso, a visibilidade dentro da floresta é limitada, as condições climáticas restringem a permanência de vestígios deixados pelos animais e, conseqüentemente, as técnicas de campo falham na detecção de parte das espécies, mesmo quando o esforço de amostragem é grande (Carrillo et al 2000, Milner-Gulland e Bennett 2003, Mendes Pontes 2004, Haugaasen e Peres 2005a).

Diversas técnicas têm sido utilizadas no estudo de populações de mamíferos terrestres de maior porte (Smallwood e Fitzhugh 1995, Wilson et al 1996, Lewison et al 2001, Tomas et al 2001, Sargeant et al 2003, Soisalo e Cavalcanti 2006), porém, em ambiente florestal, somente parte dessas técnicas são aplicáveis. Nas florestas tropicais o censo diurno em transecto linear, baseado na contagem de observações diretas das espécies alvo (Buckland et al 2001), é provavelmente a técnica de amostragem mais utilizada (Bodmer et al 1997, Peres 1999, Plumptre 2000, Lopes e Ferrari 2000, Haugaasen e Peres 2005a). Com menor frequência, outras técnicas também têm sido empregadas, como o censo noturno, a procura de vestígios (p.ex. rastros, fezes, tocas) e armadilhas fotográficas (Beck-King et al 1999, Carrillo et al 2000, Silver et al 2004, Gomez et al 2005, Azad 2006), que podem ser mais eficientes conforme as espécies de interesse e os objetivos dos estudos (Michalski e Peres 2007).

A preferência pela utilização na floresta Amazônica de censos diurnos no estudo de mamíferos de maior porte pode ser resultado de um enfoque preferencial sobre os primatas (Peres 1997, Plumptre 2000, Haugaasen e Peres 2005b, Thoysi et al 2005), animais de mais fácil observação do que as espécies exclusivamente terrestres (*sensu* Fonseca et al 1996). Se para as espécies terrestres mais abundantes como as cutias,

Dasyprocta spp, a técnica parece funcionar adequadamente, para outras espécies, como os ungulados, grandes tatús, felinos e canídeos, os censos diurnos resultam em poucos registros por quilômetro andado (p.ex. Peres 1996, Mendes Pontes 2004, Haugaasen e Peres 2005a) produzindo estimativas pouco confiáveis dos parâmetros biológicos de interesse (p.ex. ocorrência, densidade, abundância) (Carrillo et al 2000, Buckland et al 2001, Plumptre 2000, Brashares e Sam 2005).

Na Amazônia, estudos com pacas, *Agouti paca*, animais preferencialmente noturnos (Gomez et al 2005), têm utilizado censos noturnos para estimar a abundância da espécie (Beck-King et al 1999 e referências). Embora algumas espécies de interesse de diversos estudos também estejam ativas durante a noite (Gomez et al 2005), praticamente todo o esforço de coleta de dados através de censos foi realizado durante o dia (mas veja Mendes Pontes 2004). É possível que censos noturnos apresentem restrições semelhantes ao censo diurno, no entanto, não há estudos que comparem a eficiência dessas técnicas no registro dos mamíferos terrestres na Amazônia.

Em relação aos censos, a procura de vestígios tem a vantagem de não depender da observação direta das espécies, que podem fugir ou esconder-se mediante a presença do observador. Os registros independem do horário preferencial de atividade das espécies, permitindo a detecção de espécies de hábitos distintos, e daquelas pouco abundantes, em um único esforço (Carrillo et al 2000). Vestígios são muito úteis quando somente a informação de presença ou ausência da espécie é suficiente, como em levantamentos de espécies, e quando a técnica de procura permite a comparação entre unidades amostrais, como nos censos de vestígios (p.ex. contagem de vestígios/km ou vestígios/área) ou quando são utilizadas parcelas para marcação de rastros (Dirzo e Miranda 1990, Carrillo et al 2000, Naughton-Treves et al 2003). Na Amazônia vestígios costumam ser utilizados como dados complementares ao censo de animais para compor as listas de espécies (p.ex. Peres 1996, Haugaasen e Peres 2005) enquanto que as parcelas de areia e o censo de vestígios foram utilizados em poucas ocasiões (Beck-King et al 1999, Naughton-Treves 2003, Michalski e Peres 2007). As principais restrições ao censo de vestígios e às parcelas para marcação de pegadas são determinadas, no primeiro caso, pela variação nas taxas

marcação e permanência dos vestígios devido ao substrato variável e à sazonalidade das chuvas (Milner-Gulland e Bennett 2003, Plumptre 2000), e no segundo caso, pelo grande esforço necessário para instalação e manutenção das parcelas em áreas de estudo grandes e remotas (Carrillo et al 2000).

Armadilhas fotográficas são usadas principalmente no estudo de espécies raras e elusivas. Podem permanecer ativas dia e noite e boas fotos representam registros seguros das espécies, mesmo daquelas de difícil identificação (p.ex. pequenos felinos) (Karanth 1995, Silver et al 2004, Azad 2006). Em estudos intensivos, as armadilhas fotográficas possibilitam a coleta de informações sobre estrutura etária e razão sexual da população, estágio reprodutivo dos indivíduos, presença de filhotes e horário de atividade das espécies (Tomas e Miranda 2003, Silver et al 2004, Gomez et al 2005). No entanto, o número de registros por unidade de esforço em ambiente florestal é baixo, mesmo quando instaladas em pontos de uso preferencial das espécies (Silver et al 2004, Srbek-Araujo e Chiarello 2005). Apesar de operarem sozinhas, as armadilhas precisam ser checadas freqüentemente para troca de pilhas e filmes e comprovação de funcionamento (Silver et al 2004). Atualmente na Amazônia vem crescendo a utilização dessa técnica, mas, até o momento, poucos resultados foram divulgados (Michalski e Peres 2007, Gomez et al 2005).

Os estudos realizados com mamíferos na Floresta Amazônica freqüentemente procuram obter dados para muitas espécies ao mesmo tempo e, quando somente um delineamento e técnica de amostragem são utilizados, é obtida informação bastante heterogênea entre espécies. Em muitos casos, nem mesmo um único registro de algumas espécies de maior porte ou de hábito mais evasivo é obtido em unidades amostrais onde, de fato, elas ocorrem. Para minimizar esse efeito Michalski e Peres (2007) utilizaram o censo de animais, censo de tocas de tatus e armadilhas fotográficas, no estudo da comunidade de mamíferos na região de Alta Floresta, sudeste da Amazônia. A complementaridade entre técnicas no registro do conjunto de espécies é evidente (Michalski e Peres 2007) e, é possível que mesmo para uma única espécie, utilizar mais de uma técnica pode resultar em estimativas mais confiáveis. No entanto, restrições orçamentárias e de recursos humanos muitas vezes impedem a aplicação simultânea de mais de uma técnica. Alguns trabalhos compararam a

eficiência de técnicas de amostragem no estudo de populações específicas (Beck-King et al 1999) ou em outros sistemas florestais (Plumptre 2000, Pardini et al 2003), porém nenhum estudo avaliou, de maneira sistemática, a eficiência das técnicas comumente utilizadas no estudo das espécies de mamíferos terrestres na floresta amazônica.

O não registro das espécies alvo em unidades amostrais onde elas ocorrem é, não só na Amazônia, uma situação recorrente em estudos de populações animais (Mackenzie 2005). Com o intuito de reduzir a influência dessa falha os pesquisadores têm procurado incorporar às análises uma medida de probabilidade de detecção da espécie alvo relativa à técnica empregada (Williams e Berkson 2004, Wintle 2005, O'Connel Jr et al 2006). Em geral, a probabilidade de detecção é um meio para obter melhores estimativas de ocupação, no entanto, esse parâmetro também pode ser usado na comparação da eficiência de técnicas de amostragem (Williams e Berkson 2004, O'Connel Jr et al 2006). Quanto maior a probabilidade de detecção da espécie alvo com determinada técnica, menor o número de amostras necessárias para se confirmar a presença da espécie em cada unidade amostral, portanto, mais eficiente é a técnica.

Este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de levantamentos diurnos e noturnos em transecto linear (adaptações do censo em transecto linear descrito em Peres, 1999) e armadilhas fotográficas, para a detecção de mamíferos terrestres (*sensu* Fonseca et al 1996) em florestas de várzea e terra firme no médio rio Juruá, Amazônia Ocidental. Vestígios foram incluídos no levantamento diurno em transecto linear e foi avaliada a contribuição desses dados para essa técnica. A natureza dos dados coletados com cada uma das técnicas é bastante distinta (técnicas ativas e passivas) e foi utilizado um sistema analítico, baseado na presença ou ausência das espécies em uma amostra, que possibilitou a integração dessas informações. O delineamento utilizado teve como objetivo submeter as técnicas às mesmas condições espaciais e temporais, tendo como base o sistema de censo diurno usualmente aplicado na Amazônia (Peres 1999). Os resultados apresentados devem ser utilizados no refinamento do protocolo de amostragem de fauna caçada do Programa de Monitoramento de Biodiversidade em Unidades de Conservação Estaduais do Amazonas (ProBUC) da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento

Sustentável do Amazonas (SDS), que atualmente utiliza censos diurnos em transectos lineares para avaliar o impacto da caça na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Uacari localizada no médio rio Juruá.

Métodos

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Uacari (RDS Uacari), médio rio Juruá, município de Carauari (AM), oeste da Amazônia brasileira (FIG 1). A reserva tem cerca de 633 000 ha e é cortada pelo rio Juruá e é composta por florestas de várzea (40,9%) e de terra firme (59,1%) (Radam 1977, SDS 2003). A região do médio Juruá foi ocupada por seringueiros no início do ciclo da borracha e, apesar de um histórico recente de exploração predatória de madeira e caça, ainda constitui uma das regiões menos desmatadas do estado do Amazonas. Na reserva residem cerca de 1200 pessoas que têm como atividades principais o extrativismo (pesca, caça, fibras e frutos) e o plantio de roçados de mandioca para subsistência e comércio.

Distribuição espacial e temporal da amostragem

A coleta de dados foi realizada em sete transectos (unidade amostral) de quatro quilômetros de extensão distribuídos em florestas de terra firme (4) e várzea (3) sujeitas a intensidades variadas de alagamento (FIG 1). Os transectos utilizados são trilhas retas, limpas e destocadas, abertas entre novembro de 2006 e setembro de 2007 para a realização do monitoramento de fauna caçada do ProBUC. A localização dos transectos procurou abranger os ambientes de várzea e terra firme desde que o início dos transectos fosse acessível à no máximo duas horas de deslocamento a pé ou de canoa, movida a remo ou motor de rabeta, a partir de qualquer comunidade ribeirinha. A orientação dos transectos foi determinada procurando manter toda a sua extensão dentro de microbacias hidrográficas utilizadas como unidade de trabalho do monitoramento determinadas pela equipe técnica do ProBUC.

Nos transectos de terra firme foi evitado áreas de utilização intensa pela

população local e capoeiras. Apesar disso, um transecto teve seu curso inicial deslocado em função da abertura de um roçado poucas semanas antes do início da amostragem e outro cortou um trecho de 150 m de capoeira velha. A várzea é intensamente utilizada pelos ribeirinhos e foi a cerca de 10 anos fonte de madeira comercialmente explorada através de corte seletivo. Todos os transectos nesse habitat eram cruzados por estradas de seringa e um deles possuía muitas toras derrubadas e abandonadas. A atividade de caça não é intensamente realizada em nenhuma das unidades amostrais, porém sua intensidade presente e pretérita é bastante variada entre transectos.

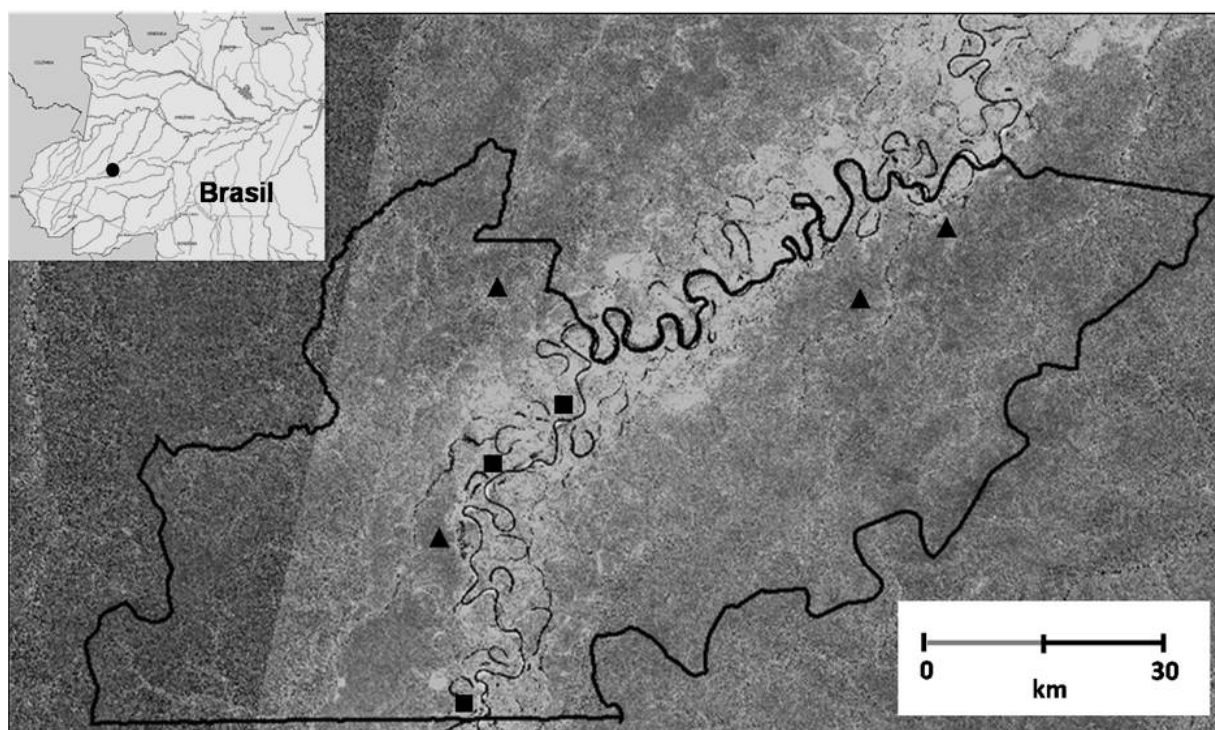


FIGURA 1 – Localização aproximada da RDS Uacari (●), Amazônia Ocidental, e localização dentro da reserva dos transectos de quatro quilômetros amostrados nesse estudo. ▲ - transectos de terra firme e ■ – transectos de várzea. As áreas mais escuras do gradiente de cinza correspondem a florestas de terra firme e as áreas mais claras a florestas de várzea e igapó.

Três técnicas de amostragem, duas delas ativas, Levantamento Diurno em Transecto (LDT) e Levantamento Noturno em Transecto (LNT), e uma passiva, Armadilhas Fotográficas (AF), foram aplicadas simultaneamente em cada uma das sete unidades amostrais. A coleta de dados ocorreu entre março e novembro de 2007 e em cada transecto foi realizada uma sessão de amostragem.

No início de cada sessão de amostragem as armadilhas fotográficas eram instaladas em campo e nos dias subseqüentes eram realizados os LDT e LNT. Ao término dos levantamentos as armadilhas eram retiradas de campo. Um transecto foi amostrado em duas sessões (7 e 10 dias) com um intervalo de cerca de dois meses entre amostragens e os dados são apresentados em conjunto. Em função do número de dias de chuva nos quais era inviável realizar levantamentos, a amostragem completa em cada transecto variou entre 12 e 21 dias, durante os quais é assumido que a variação na ocorrência e abundância das espécies nos transectos é desprezível.

Técnicas

Levantamento diurno em transecto (LDT)

Os LDT foram realizados durante o dia, entre 06:20 e 19:00 horas. Foi aplicado procedimento semelhante ao descrito em Peres (1999) para censo diurno, no qual o observador percorre o transecto caminhando lentamente, procurando registrar animais por meio de localização visual e/ou auditiva. Os transectos foram percorridos em passo lento (1,2 – 1,5 km/h) por dois observadores distantes 15-30 metros entre si. O observador a frente foi sempre D.P. Munari, que no início da coleta de dados possuía ao menos 180 dias de campo estudando grandes mamíferos terrestres na caatinga, cerrado e pantanal brasileiros. Seis moradores da RDS Uacari que haviam sido treinados para realizar censos diurnos para o ProBUC atuaram como segundo observador. O conhecimento sobre a fauna local e a capacidade de observar os animais e seus vestígios era bastante variada entre eles, desde um pescador e caçador experiente e curioso de 36 anos de idade, até jovens de 19 anos acostumados somente a pescar e cultivar mandioca. O mais experiente, Antônio Raimundo Aquino do Carmo, vulgo “De Açúcar”, foi o segundo observador nos dois primeiros transectos amostrados, contribuindo para o treinamento de D.P. Munari na observação de rastros sobre o folhço e identificação auditiva de algumas espécies.

A procura dos animais foi focada no estrato inferior da floresta, onde estão as espécies alvo, e em vestígios das espécies, que receberam tanta atenção quanto a busca visual e auditiva de indivíduos. Os registros com essa técnica foram divididos em Observações Diretas (OD), contatos visuais ou auditivos com as espécies, e

Observações Indiretas (OI), como rastros e fezes ou outro sinal não perene e inequívoco da presença das espécies (tocas só foram consideradas quando apresentaram rastros). Cada registro através de OI foi considerado somente no primeiro dia e momento em que foi encontrado. Rastros da mesma espécie cruzando o transecto foram anotados independentemente desde que não houvesse indícios de que pertenciam a um mesmo indivíduo. Pegadas de um mesmo animal ao longo do transecto foram consideradas uma única observação, assim como rastros e observações diretas de animais gregários. Os observadores abandonavam brevemente o transecto quando havia substrato favorável à marcação de pegadas, como barreiros, margens de igarapés ou buritizais.

Levantamento noturno em transecto (LNT)

Os LNT seguiram os mesmos princípios do LDT, mas foram realizados durante a noite, entre 19:00 e 06:00 horas. Nos LNT os mesmos dois observadores caminharam mais lentamente (1 km/h) e com paradas mais longas em relação aos LDT, principalmente devido à dificuldade de identificação dos animais à noite. Ambos observadores utilizaram lanternas de cabeça para vasculhar o ambiente. Uma terceira lanterna, de maior potência, foi usada para focar o animal uma vez que ele foi detectado através do brilho dos olhos ou de sons indicativos de sua presença. O primeiro observador realizou buscas no estrato inferior da floresta e o segundo principalmente no estrato superior (dados das espécies escansoriais ou arborícolas não apresentados). Somente foram considerados como registros as visualizações ou vocalizações das espécies.

Armadilhas Fotográficas (AF)

As armadilhas fotográficas utilizadas neste estudo são do modelo analógico nacional Trapacamera (www.trapacamera.hpg.ig.br) acionadas por sensor infravermelho. Foram utilizados filmes ISO 100 e 200 e os horários e datas das fotos foram registrados pelas câmeras no próprio filme.

O total de armadilhas por transecto variou entre 13 e 20 (TAB I) e foram instaladas em pares (uma exceção em um transecto) distribuídos a intervalos

constantes ao longo dos transectos. O intervalo entre pares foi de 400 ± 50 ou 500 ± 50 m e a distância entre o início/fim do transecto e o primeiro/último par variou entre 200 e 500 m, de acordo com o número de pares disponíveis. Cada par de armadilhas fotográficas consistiu em uma armadilha instalada no próprio transecto e outra no interior da mata, a uma distância perpendicular máxima de 30 m do transecto. As armadilhas foram sempre instaladas em pontos considerados favoráveis à obtenção de registros das espécies alvo (carreiros, fruteiras, tocas) (Karanth 1995, Silver et al 2004, Srbeek Araujo e Chiarello 2005). As armadilhas foram instaladas em campo um dia antes do início dos LDT e LNT, permaneceram ativas dia e noite, e foram retiradas no dia seguinte ao término dos levantamentos. Em um transecto as câmeras foram retiradas antes do término dos levantamentos porque a área começou a ser inundada.

Esforço de amostragem

Para as duas técnicas de procura ativa, LDT e LNT, uma visita a um transecto foi considerada uma amostra. Em uma visita o transecto podia ser percorrido nos dois sentidos (*two way*) ou somente em um sentido (*one way*) (Peres 1999) e cada transecto foi visitado entre 5 e 7 vezes para LDT, e entre 2 e 7 vezes para LNT. Para os LDT o esforço total foi de 39 amostras e 239,5 km percorridos (média por transecto = 34,2 km) (TAB I). O tempo médio de uma visita foi de 6,3 horas de procura e o trecho percorrido médio 6,1 km. Para os LNT o esforço total foi de 29 amostras e 104,3 km percorridos (média por transecto = 14,9 km) (TAB I). O tempo médio de uma visita foi de 5,04 horas de procura e o trecho percorrido médio 3,77 km.

Para AF um período de 24 horas em um transecto foi considerado uma amostra, independentemente do número de câmeras ativas. O esforço total foi de 1378 armadilhas*dia, correspondente a 89 amostras (TAB I). A média de amostras por transecto foi de 12,7 (min = 8, máx = 20) e a média de armadilhas*dia por transecto foi de 196,9.

Amostras com esforços associados distintos para cada técnica é uma característica de um estudo que se propõe a analisar de forma integrada técnicas de natureza variada. Considerando que muitos dos processos em populações animais variam temporalmente (p.ex. ocupação influenciada por disponibilidade de frutos ou

pelo alagamento), e que no planejamento de estudos na Amazônia a dificuldade de deslocamento até as unidades amostrais é fator preponderante, é necessário ter uma medida de comparação entre técnicas que leve em conta explicitamente o tempo envolvido na coleta dos dados. No delineamento desse projeto de pesquisa foi considerado que o dia (uma visita ou uma amostra) seria uma boa medida do tempo, adequada às dificuldades de deslocamento na região amazônica e à escala temporal dos processos estudados, permitindo certo grau de independência entre amostras. O objetivo foi ter em um dia o máximo de esforço possível com cada técnica em uma unidade amostral, e que variações nesse esforço seriam devido às condições ambientais da floresta amazônica. Daí que uma amostra de AF tenha 24 horas de esforço enquanto que para LDT e LNT o esforço em uma amostra seja de 6,3 e 5 horas em média, respectivamente. Medidas estritamente padronizadas, como o número de registros por técnica por hora, podem ser a primeira vista mais facilmente compreendidas, porém são de aplicação limitada no planejamento de estudos futuros.

Análise dos dados

Para este trabalho foi considerado um registro uma ou mais detecções das espécies alvo por determinada técnica em determinada amostra. A análise exploratória dos dados foi feita desconsiderando as diferenças no esforço realizado entre transectos e entre técnicas. Foi testado se há diferença entre a riqueza de espécies obtida por cada uma das técnicas em cada transecto por meio de uma análise de variância de medidas repetidas, onde as técnicas foram consideradas diferentes medidas de um mesmo sujeito (cada um dos transectos). Foram destacadas as espécies registradas por somente uma das técnicas (exclusivas) e aquelas registradas somente em um ou dois transectos (raras).

Para as espécies registradas em mais de dois transectos e menos de 10 vezes e para as espécies registradas mais de 10 vezes foi estimada a probabilidade de detecção de cada uma das espécies com cada uma das técnicas em uma amostra (p). A estimativa de p permite comparações mais diretas, pois reduz o efeito do esforço variável entre técnicas. Para minimizar o efeito das falsas ausências (i.e. não registro da espécie em transecto onde ela ocorre), um problema comum em estudos de

TABELA I - Tipo de habitat, número de amostras realizadas por técnica (NA), distância total percorrida em metros (m) e número de câmeras instaladas (NAF) em cada um dos transectos localizados na RDS Uacari, Amazônia Ocidental. Para Levantamento Diurno e Noturno em Transecto (LDT e LNT) uma amostra representa uma visita em um ou dois sentidos (one way e two way, respectivamente) e para Armadilhas Fotográficas (AF) representa um período de 24 horas.

Transecto	Habitat	LDT				LNT				AF	
		one way		two way		one way		two way		NA	NAF
		NA	m	NA	m	NA	m	NA	m		
BAU	terra firme	7	23300			6	14700	1	4800	20	20
BID	terra firme	6	20400			5	16300			8	16
ITA	terra firme			5	39800	1	3700	3	14900	12	16
PUP	terra firme	1	4000	5	40000	1	4000	1	4200	15	14
BXE	várzea	1	4000	4	32000			3	13900	12	13
CAR	várzea	1	4000	4	32000	1	1600	3	9650	8	12
MCA	várzea			5	40000	1	2400	3	14200	14	14
	Total	16	55700	23	183800	15	42700	14	61650	89	

populações animais (Mackenzie et al 2002), foram utilizados dois procedimentos que estimam a probabilidade de detecção condicionada à ocorrência das espécies.

Para as espécies registradas mais de 10 vezes a probabilidade de detecção para cada uma das técnicas foi estimada através de máxima verossimilhança ($p_{\max, \text{técnica}}$), utilizando método descrito em Mackenzie et al (2002). Essa análise estima simultaneamente cada um dos parâmetros de interesse, assim é minimizado o efeito das falsas ausências de forma mais rigorosa que o sistema apresentado a seguir, porém depende de informação de melhor qualidade. O modelo utilizado considerou que a probabilidade de ocupação de cada espécie (i.e. a probabilidade de que a espécie ocorre na unidade amostral) é igual em todas as unidades amostrais e que a probabilidade de detecção é influenciada pela técnica empregada (co-variável de detecção). A análise de máxima verossimilhança foi feita com o software PRESENCE 2.1 (Hines 2006). A análise de máxima verossimilhança foi realizada somente com as espécies registradas mais de 10 vezes, pois análises prévias mostraram que para um menor número de registros os modelos ficam muito fracos e pouco informativos.

Para as espécies registradas em mais de dois transectos e menos de 10 vezes, a probabilidade de detecção para determinada técnica ($p_{\text{técnica}}$) é a média entre as taxas de detecção da espécie, com essa técnica, nos diferentes transectos. Para minimizar o efeito das falsas ausências, são consideradas no cálculo da média somente as taxas dos transectos onde a espécie teve ocorrência confirmada através de qualquer uma das técnicas. A taxa de detecção de uma espécie para uma determinada técnica e transecto ($t_{\text{técnica, transecto}}$) foi calculada pela divisão do número de registros da espécie/técnica/transecto pelo total de amostras para a técnica/transecto.

Se as taxas de detecção de todos os transectos fossem incluídas no cálculo de $p_{\text{técnica}}$ para determinada espécie, esse parâmetro seria provavelmente subestimado, pois poderiam ser incluídos no cálculo da média transectos onde a espécie não foi detectada e, de fato, não ocorre ou não estava disponível durante a amostragem. O raciocínio inverso, o da inclusão no cálculo de $p_{\text{técnica}}$ somente dos transectos nos quais a espécie foi detectada pela técnica que estamos interessados no momento, provavelmente levaria a uma super estimativa de $p_{\text{técnica}}$, pois excluiria as falsas

ausências do cálculo da média. Utilizando a informação de todas as técnicas chegamos a uma solução intermediária, na qual todos os $t_{\text{técnica, transecto}}$ onde a espécie foi registrada por qualquer uma das técnicas são incluídos no cálculo de cada $p_{\text{técnica}}$. Ou seja, quando uma técnica falha na detecção de uma espécie em determinado transecto (evidenciado pela detecção da espécie por outra técnica no mesmo transecto) o valor de $t_{\text{técnica, transecto}}$ é igual a zero e é incluído no cálculo de $p_{\text{técnica}}$.

Finalmente, para avaliar as implicações da escolha de uma ou outra das técnicas aqui analisadas para amostragem de mamíferos terrestres, são apresentados dois exemplos com as duas espécies para as quais foi obtido o maior número de registros - cutia, *Dasyprocta fuliginosa*, e cutiarias, *Myoprocta pratti*. No primeiro exemplo, apresentamos a curva de acúmulo de probabilidades de detecção de cutia à medida que aumenta o número de amostras para as duas técnicas mais eficientes. Segundo Mackenzie (2005), uma vez estimada a probabilidade de detecção ($p_{\text{max, técnica}}$) para uma visita (um dia de amostragem), a probabilidade de detecção em K visitas pode ser descrita pela seguinte função:

$$p_K = 1 - (1 - p_{\text{max, técnica}})^K$$

onde $(1 - p_{\text{max, técnica}})^K$ é a probabilidade da espécie não ser detectada em K visitas. A partir dessa função foi calculado o número mínimo de dias para se atingir uma chance de 90% ($p_K \geq 0,9$) de registrar uma cutia nos locais onde ela ocorre. Os intervalos de confiança dessa função foram calculados substituindo $p_{\text{max, técnica}}$ pelos valores mínimo e máximo do intervalo de confiança da probabilidade de detecção estimada para cada técnica através de máxima verossimilhança.

No segundo exemplo, partindo da premissa de que, mantendo constantes as características do habitat e as características intrínsecas do organismo, a probabilidade de detecção é positivamente relacionada com a abundância da espécie (Royle e Nichols 2003), comparamos as probabilidades de detecção das duas técnicas mais eficientes na detecção de cutias e cutiarias.

Resultados

O total de registros foi de 199; 103 pelas armadilhas fotográficas, 82 durante os LDT e somente 14 pelos LNT (TAB II). O número médio de registros por amostra foi de

2,1 para o LDT, quase o dobro do que o obtido por AF e quatro vezes mais do que o obtido por LNT (1,15 e 0,48, respectivamente). Quatorze espécies de mamíferos terrestres foram registrados durante todo o estudo (TAB II) e provavelmente somente mais dois, carnívoros, ocorrem nas áreas amostradas e não foram registrados (o felino *Herpailurus yagouondi* e o canídeo *Speothos venaticus*). Algumas espécies foram agrupadas ao nível de gênero, pois a identificação dos registros ao nível de espécie nem sempre é possível (tatus *Dasypus novemcinctus* e *D. kappleri*, felinos *Leopardus wiedii* e *L. pardalis*, veados *Mazama guazoubira* e *M. americana*). A técnica de AF foi a que registrou o maior número de espécies, seguida pelo LDT e LNT (13, 12 e 8 espécies respectivamente) (TAB II). O número médio de espécies por transecto registrados através de LNT (média = 1,4 espécies) foi significativamente menor do que o registrado pelas demais técnicas (média de AF = LD = 5,3 espécies) (ANOVA medidas repetidas $F_{7,2} = 13,63$ $p = 0,001$).

TABELA II – Espécies registradas, número de registros por técnica e entre parênteses o número de transectos em que cada espécie foi registrada na RDS Uacari, Amazônia Ocidental. Armadilhas fotográficas (AF), Levantamento diurno em transecto (LDT), Levantamento noturno em transecto (LNT).

Ordem	Espécie	Técnica			Total
		AF	LDT	LNT	
Xernathra	<i>Myrmecophaga tridactyla</i> (2)	1(1)	2(2)		3
	<i>Dasypus</i> spp (6)	16(6)	5(5)	1(1)	22
	<i>Priodontes maximus</i> (3)	3(3)			3
Carnivora	<i>Atelocynus microtis</i> (1)	1(1)			1
	<i>Leopardus</i> spp (6)	10(4)	4(3)	1(1)	15
	<i>Panthera onca</i> (1)	1(1)	1(1)		2
	<i>Puma concolor</i> (2)	1(1)	1(1)	1(1)	3
Perissodactyla	<i>Tapirus terrestris</i> (4)	2(2)	5(2)		7
Artiodactyla	<i>Tayassu pecari</i> (4)		7(4)		7
	<i>Pecari tajacu</i> (4)	2(1)	5(4)	1(1)	8
	<i>Mazama</i> spp (7)	9(5)	19(6)	1(1)	29
Rodentia	<i>Dasyprocta fuliginosa</i> (6)	20(4)	19(4)	1(1)	40
	<i>Myoprocta pratti</i> (4)	24(4)	13(4)	1(1)	38
	<i>Agouti paca</i> (4)	13(4)	1(1)	7(3)	21
	Total de registros	103	82	14	199
	Total de espécies	13	12	8	14

As observações indiretas corresponderam a aproximadamente metade do total de registros obtidos durante os LDT. Foram obtidos 41 registros por OI, incluindo

quatro espécies (onça pintada, *Panthera onca*; onça vermelha, *Puma concolor*; anta, *Tapirus terrestris* e paca, *Agouti paca*) exclusivas (total 11 espécies) e 43 registros por OD, sendo uma espécie (cutiara, *Myoprocta pratti*) exclusiva (total 8 espécies). Dos 43 registros por OD, 70% foram de duas espécies, cutia, *Dasyprocta fuliginosa* e cutiara, *Myoprocta pratti* (TAB III). O número de registros total obtido foi maior quando são considerados OD e OI em separado (84 registros, TAB III) do que quando esses registros são agrupados em LDT (82 registros, TAB II) porque em duas ocasiões uma espécie foi detectada por OD e OI na mesma amostra.

Tabela III – Número de registros por espécie obtidos durante o Levantamento Diurno em Transecto realizado na RDS Uacari, Amazônia Ocidental. Observações diretas (OD), observações indiretas (OI).

Ordem	Espécie	OD	OI	Total
Xernathra	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	1	1	2
	<i>Dasyopus spp</i>	1	4	5
	<i>Priodontes maximus</i>			
Carnivora	<i>Atelocynus microtis</i>			
	<i>Leopardus spp</i>	1	3	4
	<i>Panthera onca</i>		1	1
	<i>Puma concolor</i>		1	1
Perissodactyla	<i>Tapirus terrestris</i>		5	5
Artiodactyla	<i>Tayassu pecari</i>	2	5	7
	<i>Pecari tajacu</i>	2	3	5
	<i>Mazama spp</i>	6	13	19
Rodentia	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	17	4	21
	<i>Myoprocta pratti</i>	13		13
	<i>Agouti paca</i>		1	1
	Total registros	43	41	84
	Total espécies	8	11	12

O canídeo *Atelocynus microtis* (registrado em um transecto) e o tatú canastra, *Priodontes maximus* (registrado em três transectos), foram registrados somente por AF enquanto que a queixada, *Tayassu pecari* (registrado em quatro transectos), foi registrada somente por LDT (TAB II). Todas as espécies registradas por LNT foram registradas pelas demais técnicas. O roedor noturno paca, *Agouti paca*, foi a única espécie registrada por LNT em mais de um transecto, todos de terra firme. Entre as quatro espécies raras, a onça vermelha, *Puma concolor*, foi registrada pelas três

técnicas, a onça pintada, *Panthera onca*, e o tamanduá bandeira, *Myrmecophaga tridactyla*, por AF e LDT e o canídeo *Atelocynus microtis* somente por AF (TAB II).

A exceção do tatu canastra, *Priodontes maximus*, registrado somente através de AF ($p_{AF} = 0,08$), a técnica de LDT foi a que apresentou maiores probabilidades de detecção estimadas entre os gêneros registrados em menos de 10 ocasiões (anta, *Tapirus terrestris*, queixada, *Tayassu pecari* e porquinho, *Pecari tajacu*). Nos três casos, as probabilidades de detecção estimadas para esta técnica foram no mínimo 5,1 vezes o valor da segunda técnica mais eficiente (TAB IV).

Seis espécies foram registradas mais do que 10 vezes e tiveram as probabilidades de detecção para cada uma das técnicas estimadas por meio de máxima verossimilhança (TAB IV). Todas as probabilidades de detecção ($p_{max, técnica}$) apresentaram intervalos de confiança relativamente amplos devido à baixa eficiência das técnicas e ao pequeno número de amostras e unidades amostrais (Mackenzie et al 2002). Para os veados, *Mazama spp*, o intervalo de confiança não foi estimado porque a forma como ele é calculado pelo software PRESENCE não funciona adequadamente quando o valor estimado para qualquer parâmetro do modelo é muito próximo de 0 ou 1 (*Mazama spp* foi registrado em todos transectos, ocupação igual a 1) (J. Nichols e J. Hines comunicação pessoal). Apesar dessas limitações, algumas comparações entre técnicas foram possíveis.

LNT apresentou o maior valor de probabilidade de detecção entre as técnicas avaliadas somente para paca, *Agouti paca*, que teve como segunda técnica mais eficiente AF ($p_{max, LNT} = 0,386$ e $p_{max, AF} = 0,235$). Para os demais táxons, o LNT atingiu valores de detectabilidade muito menores do que para as outras duas técnicas (TAB IV). Somente para cutia, *Dasyprocta fuliginosa*, não houve sobreposição entre os intervalos de confiança das estimativas de probabilidade de detecção de LDT ($p_{max, LDT} = 0,558$, IC = 0,39 – 0,71) e AF ($p_{max, AF} = 0,247$, IC = 0,165 – 0,352) (TAB IV). Para as demais espécies, houve sobreposição variável entre os intervalos de confiança das estimativas de AF e LDT. Quanto maior a sobreposição, menor a probabilidade da diferença entre estimativas ser “real”. Considerando somente o valor de detectabilidade

TABELA IV – Probabilidade de detecção (p), erro padrão (SE) e intervalo de confiança (IC) associados a p , para as espécies de mamíferos registradas na RDS Uacari, Amazônia Ocidental. Técnicas utilizadas: Armadilhas Fotográficas (AF), Levantamento Diurno em Transecto (LDT) e Levantamento Noturno em Transecto (LNT).

Espécie	AF			LDT			LNT		
	p	SE	IC	p	SE	IC	p	SE	IC
<i>M. tridactyla</i>									
<i>Dasyus</i> spp	0,202	0,047	0,125 - 0,310	0,143	0,060	0,060 - 0,304	0,038	0,037	0,005 - 0,225
<i>P. maximus</i> *	0,081	0,023	—	0	0	—	0	0	—
<i>A. microtis</i>									
<i>Leopardus</i> spp	0,141	0,043	0,076 - 0,249	0,123	0,058	0,046 - 0,287	0,044	0,043	0,006 - 0,258
<i>P. onca</i>									
<i>P. concolor</i>									
<i>T. terrestris</i> *	0,038	0,022	—	0,196	0,122	—	0	0	—
<i>T. peccari</i> *	0	0	—	0,313	0,099	—	0	0	—
<i>P. tajacu</i> *	0,033	0,033	—	0,211	0,043	—	0,036	0,036	—
<i>Mazama</i> spp	0,101	erro	erro	0,461	erro	erro	0,034	erro	erro
<i>D. fuliginosa</i>	0,247	0,048	0,165 - 0,352	0,558	0,085	0,390 - 0,713	0,040	0,039	0,006 - 0,235
<i>M. pratti</i>	0,436	0,067	0,312 - 0,569	0,542	0,102	0,346 - 0,725	0,056	0,054	0,008 - 0,306
<i>A. paca</i>	0,235	0,058	0,141 - 0,365	0,041	0,041	0,006 - 0,242	0,386	0,115	0,195 - 0,620

Para as espécies marcadas com * a probabilidade de detecção (p) foi calculada através da média ($p_{\text{técnica}}$) das probabilidades de detecção para cada técnica e transecto onde a espécie foi registrada. Para as demais espécies esse parâmetro foi estimado por máxima verossimilhança ($p_{\text{max, técnica}}$).

estimado, LDT foi mais eficiente que AF na detecção de cutiara, *Myoprocta pratti* ($p_{\max, \text{LDT}} = 0,542$, $p_{\max, \text{AF}} = 0,436$) e bastante mais eficiente na detecção de veados, *Mazama spp* ($p_{\max, \text{LDT}} = 0,461$, $p_{\max, \text{AF}} = 0,101$). LDT e AF apresentaram eficiência semelhante na detecção de felinos de menor porte, *Leopardus spp* ($p_{\max, \text{LDT}} = 0,122$, $p_{\max, \text{AF}} = 0,141$) e AF foi ligeiramente superior na detecção de tatus do gênero *Dasyopus* ($p_{\max, \text{AF}} = 0,202$, e $p_{\max, \text{LDT}} = 0,144$) (TAB IV).

Estudos de caso

O número de amostras necessário para ser atingida a probabilidade de detecção de cutia $\geq 0,9$ foi de nove dias, com intervalo de confiança entre seis e 13 dias para AF e de três dias, com intervalo de confiança entre dois e cinco dias para LDT (FIG 2). Apesar de o número de amostras necessárias para atingir esse nível de probabilidade de detecção com LDT ter sido alcançado em todos os transectos (TAB I), essa técnica falhou no registro de cutias, *Dasyprocta fuliginosa*, em ao menos dois transectos nos quais a espécie teve presença confirmada através de AF. O mesmo número de falhas ocorreu com AF (FIG 3).

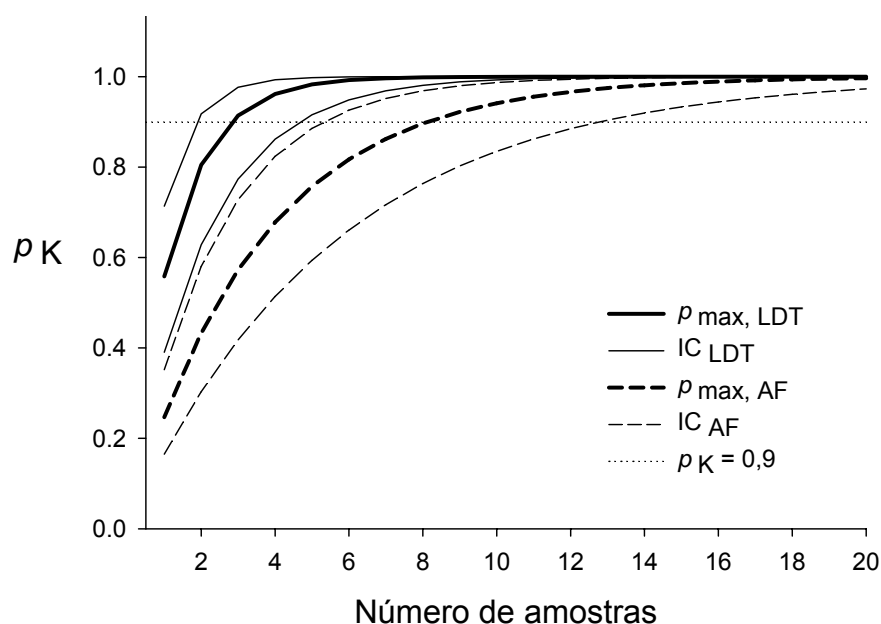


FIGURA 2 – Curvas de acúmulo de probabilidade de detecção de cutias *Dasyprocta fuliginosa* para duas técnicas de amostragem Levantamento Diurno em Transecto Linear (LDT) e Armadilhas Fotográficas (AF) e seus respectivos intervalos de confiança.

A razão entre a probabilidade de detecção de cutias, *Dasyprocta fuliginosa*, e de cutiarias, *Myoprocta pratti*, foi de 1: 1,77 com AF e de 1: 1,03 com LDT (FIG 4). Os resultados indicam que a utilização de LDT não encontrou diferença entre as abundâncias relativas de cutias e cutiarias, enquanto a utilização de AF encontrou uma abundância de cutiarias 77% maior que a de cutias.

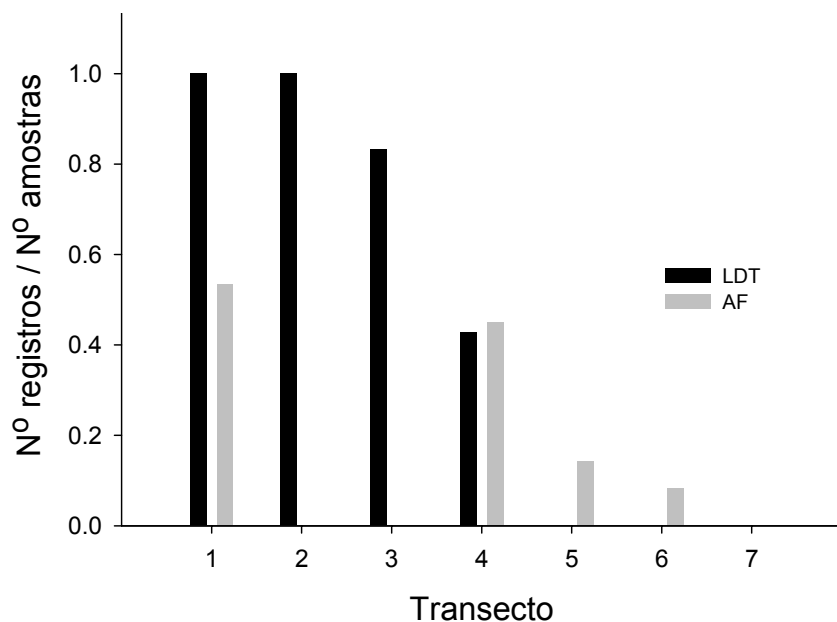


FIGURA 3 – Taxa de detecção por transecto (n° registros / n° amostras) de cutias *Dasyprocta fuliginosa* para duas técnicas de amostragem Levantamento Diurno em Transecto (LDT) e Aramadilhas Fotográficas (AF) em sete transectos na RDS Uacari, Amazônia Ocidental.

Discussão

A técnica de LNT claramente foi menos eficiente na detecção dos mamíferos quando comparada com AF e LDT. O número de registros por amostra foi bastante inferior, o total de espécies registradas foi menor e a média de espécies por transecto significativamente menor. Segundo Gomez et al (2005), pacas, *Agouti paca*, antas, *Tapirus terrestris*, e pequenos felinos, *Leopardus* spp, podem ser considerados noturnos, no entanto o LNT alcançou resultados satisfatórios somente para o estudo de pacas. Essa foi a única espécie registrada por LNT em mais de um transecto e a probabilidade de detecção estimada foi de 0,38, a quinta maior dentre todas as

espécies e técnicas. O total de amostras acumuladas com essa técnica foi inferior às demais devido ao grande dispêndio de energia necessário para se aplicar a técnica em condições não muito favoráveis como as encontradas na área de estudo. Dormir durante o dia era praticamente impossível e foi necessário fazer uma noite de intervalo a cada duas noites amostradas. Ainda, o rendimento de uma noite de procura (média 5 horas de procura por amostra), em quantidade quilômetros andados, podia ser muito baixo (média 3,77 km), tanto em função da dificuldade de deslocamento silencioso em transectos não completamente limpos e destocados, como em função do tempo perdido na procura e identificação das espécies arborícolas (dados não apresentados).

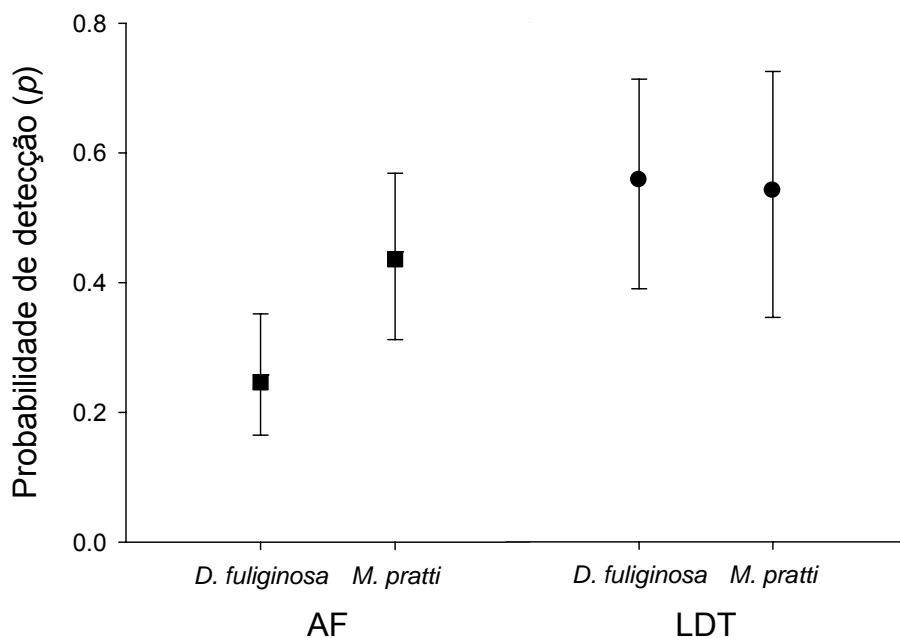


FIGURA 4 – Probabilidade de detecção ($p_{\max, \text{técnica}}$) de cutias *Dasyprocta fuliginosa* e cutiarias *Myoprocta pratti* para duas técnicas de amostragem Levantamento Diurno em Transecto (LDT) e Armadilhas Fotográficas (AF) e seus respectivos intervalos de confiança (barra de erros).

Como era de se esperar, AF foi a técnica que permitiu o acúmulo da maior quantidade de amostras. Apesar de as armadilhas fotográficas terem sido desenvolvidas para atuar de forma autônoma em campo, o grande número de falhas ou de unidades que simplesmente pararam de funcionar, fez com que passássemos a visitá-las diariamente para manutenção. Além das 20 armadilhas em campo, havia

mais quatro sobressalentes que logo foram utilizadas, porque ao final das primeiras sessões de amostragem havia cerca de 40% das armadilhas com algum problema de funcionamento (umidade dentro da unidade, disparo sem flash, demora para responder ao estímulo) ou completamente inativas. Portanto, o esforço efetivo realizado é inferior às 1378 armadilhas*dia descrito nos métodos e está sendo investigada uma maneira mais precisa de estimá-lo. O mau funcionamento de armadilhas fotográficas é uma dificuldade comum em floresta tropical úmida na Amazônia (S. Silver, A.A. Morais, T.J. Mello, M.C. Arteaga, com. pessoal) e até o momento não foi encontrado o modelo de armadilha fotográfica ideal para esse ambiente.

O número de registros por amostra de AF foi praticamente a metade do alcançado por LDT. Além das espécies exclusivas registradas por essa técnica, todas as espécies raras foram registradas por AF (TAB II). Não está claro se a aparente maior capacidade de AF em registrar espécies pouco comuns é derivada do maior esforço amostral ou de outras características intrínsecas à técnica, como a instalação das armadilhas ao longo do transecto em pontos com maior intensidade de uso pelos animais. De fato, as armadilhas fotográficas são usualmente utilizadas no estudo de espécies que ocorrem em baixas densidades e de hábito elusivo, para as quais outras formas de amostragem demandariam muito esforço e, mesmo assim, provavelmente não alcançariam resultados de qualidade (Karanth 1995, Silver et al 2004, Azad 2006). Os resultados aqui apresentados indicam que para o estudo efetivo de espécies raras é necessário esforço de coleta mais intenso do que o utilizado, o que pode ser feito com o aumento do número de armadilhas e do número de dias amostrados por transecto.

Entre as espécies para os quais AF foi mais eficiente o destaque é para os tatus, *Dasybus spp* e *P. maximus*, animais preferencialmente noturnos (Emmons e Feer 1999, D. Munari, dados não publicados). O tatu canastra, *P. maximus*, apesar da baixa detectabilidade ($p_{AF} = 0,068$), foi registrado em três transectos dos quatro localizados na terra firme, seu habitat de acordo com o conhecimento tradicional. Para o gênero *Dasybus*, além do valor de detectabilidade ligeiramente superior de AF em relação à LDT (apesar da grande sobreposição nos intervalos de confiança), as fotografias permitiram definir em muitos casos qual das duas espécies foi registrada, *D. novemcinctus* ou *D. kappleri*. Entre as cinco detecções de *Dasybus* por LDT, quatro

foram através de vestígios que raramente permitem distinguir entre as duas espécies (TAB III). O registro efetivo de tatus por AF é um grande contraponto em relação aos resultados apresentados em trabalhos que realizaram censos diurnos, pois mesmo esforços intensos de amostragem com censo diurno acabam obtendo pouca ou nenhuma informação sobre essas espécies, especialmente para tatus canastra (Mendes Pontes 2004, Haugaasen e Peres 2005a).

Os resultados para felinos do gênero *Leopardus* foram semelhantes aos obtidos para os tatus do gênero *Dasypus*, pois parte significativa dos registros por LDT foram por vestígios (TAB III). As probabilidades de detecção por AF e LDT foram muito similares (TAB IV), no entanto a identificação ao nível de espécie foi muito mais confiável através de fotografias do que de rastros. Para os gêneros *Dasypus* e *Leopardus*, observadores bem treinados, como caçadores experientes, podem ter segurança em determinar a espécie através de seus rastros. No entanto, a experiência em ambientes abertos mostra que existe grande variação nos rastros de um mesmo indivíduo conforme o substrato e a passada do animal e, muitas vezes, a identificação correta de espécies do mesmo gênero depende da observação de uma série de pegadas do mesmo indivíduo. Na floresta, salvo em pontos específicos como barreiros, baixios e margens de igarapés, é raro observar pegadas de boa qualidade ou séries de pegadas, limitando a identificação de espécies com rastros parecidos. Por outro lado, as fotografias permitem a observação de várias características do animal, como o tamanho, número de bandas móveis na carapaça dos tatus e formato das manchas nos felinos, favorecendo a identificação correta. Ainda, as fotos podem ser avaliadas por mais de um pesquisador ou enviadas para especialistas nos taxa, reduzindo as chances de identificações incorretas.

A técnica de LDT foi a mais eficiente na detecção de todos os ungulados, *T. terrestris*, *T. pecari*, *P. tajacu* e *Mazama* spp, espécies de grande porte e que possuem cascos. Para essas espécies a segunda técnica mais eficiente foi AF que resultou em probabilidades de detecção bastante baixas, se comparadas ao LDT (TAB IV). Os resultados apresentados confirmam as sugestões propostas em Carrillo et al (2000) relativas a necessidade da utilização de rastros para a detecção de algumas espécies pouco registradas em censos de animais. A contribuição das observações indiretas

para a detecção dos ungulados por LDT foi evidente, assim como para o registro de dois gêneros predominantemente noturnos, *Leopardus* e *Dasypus* (Gomez et al 2005, D. Munari, dados não publicados) (TAB III). Os dados obtidos através de observações diretas foram menos bem distribuídos entre espécies que os de observações indiretas e trouxeram informação efetiva para poucas espécies, especialmente para as diurnas de menor porte, cutia, *Dasyprocta fuliginosa*, e cutiara, *Myoprocta pratti* (TAB III).

Uma das principais aplicações dos dados de censos diurnos realizados na Amazônia tem sido a estimativa de densidade das espécies como base para avaliar o impacto e a sustentabilidade da atividade de caça (p.ex. Bodmer et al 1997, Hurtado-Gonzales e Bodmer 2004, Peres e Nascimento 2005). Parece não haver dúvidas de que as espécies de maior porte são as mais afetadas por essa atividade (Peres e Palacios 2007), porém o número restrito de observações dessas espécies nesses estudos implica em parâmetros (p.ex. densidade) estimados com muito pouca segurança (Buckland et al 2001, Milner-Gulland e Bennett 2003, Brashares e Sam 2005,). Parâmetros com erros associados amplos limitam a compreensão dos processos envolvidos na diminuição das populações animais submetidas à exploração, sendo de pouca utilidade para o seu manejo efetivo (Milner-Gulland e Bennett 2003). Vestígios são uma ferramenta de grande utilidade no estudo de espécies elusivas ou pouco abundantes (Smallwood e Fitzhugh 1995, Hill et al 1997, Fragoso et al 2000, Plumptre 2000), no entanto, têm sido pouco utilizados na Amazônia (Beck-King et al 1999, Naughton-Treves et al 2003). O esforço envolvido na padronização da coleta desses dados através da instalação e manutenção de parcelas para a marcação de rastros (Carrillo et al 2000, Pardini et al 2003), parece inibir os pesquisadores que trabalham em regiões isoladas e chuvosas da Amazônia. Como alternativa, Hill e colegas (1997), Carrillo e colegas (2000) e Reyna-Hurtado e Tanner (2007) utilizaram em outros ambientes florestais o censo de vestígios em transectos como indicador da intensidade de uso pelos animais para avaliar o efeito da caça em diferentes locais. Para isso, os autores assumem que não havia diferença entre trilhas na capacidade de retenção dos rastros pelo substrato (Carrillo et al 2000, Reyna-Hurtado e Tanner 2007), ou que as diferenças poderiam ser explicadas por características do habitat (Hill et al 1997). No entanto, normalmente existe variação interna de substrato em transectos de

quatro ou cinco quilômetros na floresta amazônica, incluindo trechos argilosos ou arenosos, com folhiço espesso ou fino, trechos inclinados ou planos, áreas mais secas ou mais úmidas, fatores que afetam a capacidade de retenção de rastros pelo substrato e que nem sempre estão diretamente relacionados com o habitat. Outro fator que ficou evidente durante a coleta de dados por LDT e deve ser considerado, é a variação temporal na retenção dos vestígios determinada pela sazonalidade das chuvas (Plumptre 2000). Na estação chuvosa rastros de antas e veados foram observados mesmo sobre folhiço espesso, enquanto que na estação seca foi difícil detectar essas espécies até mesmo em terra nua. Para as espécies de menor peso (p.ex. tatus do gênero *Dasybus* spp e pacas, *Agouti paca*) ou que possuem almofadas ao invés de cascos (felinos) a chuva foi imprescindível para a marcação dos rastros.

Apesar das limitações relativas ao substrato e a sazonalidade, se for avaliada, ao invés da abundância, somente a presença/ausência das espécies em transectos longos (2 – 5 km) com boa parte de suas extensões favorável a marcação de rastros, os vestígios podem fornecer informação comparável entre locais. A não ser que existam boas estimativas das taxas de formação e desaparecimento de vestígios (Plumptre 2000), não é possível incorporar diretamente os dados de OI aos dados de OD coletados durante os censos para estimar abundâncias através do método de distâncias (Buckland et al 2001). Considerando a contribuição potencial dos vestígios para o estudo de mamíferos terrestres, é importante utilizar delineamentos e análises que possibilitem a integração dessas informações (OI e OD), como a utilizada no presente estudo, formando um banco de dados robusto baseado em amostras mais efetivas das populações avaliadas (Hill et al 1997, Mackenzie et al 2002, Pollock et al 2002, Pollock 2006).

Alguns aspectos merecem atenção especial quando observamos em detalhe os dados obtidos para cutias, *Dasyprocta fuliginosa*. A probabilidade de detecção de cutia por LDT foi a mais alta entre todas as espécies e técnicas, no entanto não foi suficiente para evitar que a técnica falhasse no registro da espécie em dois transectos (TAB IV, FIG 3). A baixa eficiência de censos diurnos já foi destacada por diversos autores (Carrillo et al 2000, Milner_Gulland e Bennett 2003, Pardini et al 2003), porém ainda é a técnica mais utilizada na floresta amazônica. A questão aqui não é questionar a

eficiência do censo diurno no registro de cutias, o problema é mais fundamental. Se mesmo com um esforço de amostragem razoável (média 34,2 km/transecto), a técnica mais eficiente para a espécie com maior número de registros total apresentou falhas, é esperado que maior quantidade de informação seja desprezada quando utilizada uma única técnica no estudo das demais espécies. É sabido que as técnicas empregadas nesse estudo são complementares no registro da comunidade de mamíferos (Michalski e Peres 2007) e aqui é destacada, através de um exemplo bastante simples, a importância de utilizá-las em conjunto mesmo no estudo de espécies comuns, uma técnica compensando as falhas da outra (FIG 3).

Além da utilização de mais de uma técnica simultaneamente, existem outras soluções para diminuir a ocorrência de falhas e de suas conseqüências no estudo de mamíferos. A primeira é maximizar o número de visitas a cada unidade amostral (FIG 2) e o número de unidades amostrais (Brashares e Sam 2005, Pollock 2006), duas condições nem sempre facilmente atendidas em estudos realizados na floresta amazônica. A segunda é estabelecer um grande número de unidades amostrais e amostrar intensamente um subgrupo delas para serem obtidas estimativas confiáveis de probabilidade de detecção, para cada espécie e técnica, extrapoláveis para as demais unidades amostrais. As estimativas seriam usadas para ponderar os registros obtidos no restante das unidades amostrais, que são visitadas menos intensamente (Pollock et al 2002). Um procedimento similar ao proposto por Pollock et al (2002) poderia ser usado no estudo das espécies registradas mais facilmente através de vestígios (p.ex. anta, veados, queixadas), correlacionando os dados de observações diretas e indiretas, ao longo do tempo e das variações na intensidade de chuva. O subgrupo de unidades amostrais intensamente amostradas geraria os índices de correlação, que seriam aplicados na ponderação dos dados coletados somente através da observação de vestígios no restante das unidades amostrais. Como para essas espécies os vestígios são mais facilmente observados que os próprios animais, um menor número de visitas seria necessário para se obter dados confiáveis em cada unidade amostral, mesmo na estação seca.

Espécies próximas taxonomicamente, que possuem características ecológicas básicas similares e ocorrem em simpatria, devem apresentar densidades inversamente

relacionadas com suas massas corpóreas. Cutiarias (1 – 1,5 kg), *Myoprocta pratti*, são menores que cutias (3 - 6 kg), *Dasyprocta fuliginosa*, portanto devem ser mais abundantes (Dubost 1988, Emmons e Feer 1999). Em um estudo intensivo com as duas espécies realizado em uma área de quatro quilômetros quadrados na Guiana Francesa foi encontrada uma densidade de cutiarias 53% maior do que a de cutias (Dubost 1988). Curiosamente, outros autores baseando-se em dados de censo de animais encontraram até mesmo maiores densidades de cutias do que de cutiarias (Haugaasen e Peres 2005a). Em relação a essas espécies não existe característica particular às cutiarias que pudesse favorecer o seu registro por AF, portanto parece que a técnica de LDT está falhando na detecção dessa espécie. Apesar de ser desconhecida a causa da incongruência entre os resultados obtidos com as duas técnicas, ela indica que talvez não se deva assumir a técnica de censo, na qual é baseado o LDT, como um bom descritor das abundâncias reais de todas as espécies de mamíferos terrestres na floresta amazônica (FIG 4). Alguns autores já afirmaram que, apesar dos vieses da técnica, o censo em transecto é a melhor forma de estimar abundâncias de mamíferos (Beck-King et al 1999). Por outro lado, atualmente existem técnicas analíticas robustas disponíveis para a análise de populações animais que, assim como o método de distâncias (Buckland et al 2001), incorporam medidas de probabilidade de detecção nas estimativas e não dependem da informação coletada de forma tão restritiva como o censo (Mackenzie et al 2002, Royle e Nichols 2003, Stanley e Royle 2005, Royle et al 2005), bastando a informação sobre presença/ausência de cada espécie em uma amostra.

Conclusão

Cada uma das técnicas avaliadas foi mais eficiente na detecção de uma ou mais espécies. Considerando as observações diretas e indiretas em conjunto, o LDT foi a técnica mais eficiente na detecção das espécies diurnas de menor porte, como cutias, *Dasyprocta fuliginosa*, e cutiarias, *Myoprocta pratti*, e dos ungulados (antas, *Tapirus terrestris*, queixadas, *Tayassu pecari*, porquinhos, *Pecari tajacu*, e veados, *Mazama* spp), que deixam rastros evidentes dependendo das condições do substrato. No entanto, a técnica está sujeita a falhas relacionadas à confirmação da ocorrência e às

estimativas de abundância, mesmo no caso de espécies comuns. A técnica de AF registrou com menor eficiência do que o LDT as espécies de menor porte comuns, foi pouco eficiente no registro dos ungulados e mais eficiente no registro de tatus. Além disso, parece ser a melhor técnica para o registro de espécies raras, como os carnívoros, mas esse resultado pode ter sido alcançado apenas devido à facilidade de serem acumuladas amostras com essa técnica.

Considerando que LNT foi mais eficiente somente na detecção de pacas, *Agouti paca*, mas que para essa espécie AF funciona razoavelmente bem, não há motivos para utilizar LNT em estudos abrangentes das espécies de mamíferos terrestres. Nesses casos, desde que o número de amostras por técnica seja razoavelmente grande, a associação entre AF e LDT parece ser o sistema mais eficiente, pois permite registrar adequadamente a comunidade de mamíferos, mesmo no período mais seco quando fica difícil o registro de vestígios. Existem métodos analíticos que permitem a integração de dados de natureza diversa, como rastros, visualizações e fotos, e os pesquisadores devem ter isso em mente no momento em que estiverem planejando seus protocolos de amostragem.

Utilizar mais de uma técnica pode ser importante mesmo em estudos focados em uma espécie ou grupo de espécies que compartilham características ecológicas, como a capacidade de deslocamento e o horário de atividade, e/ou morfológicas, como possuir cascos (p.ex. tatus, ungulados). Porém, em estudos bem planejados, é possível obter dados confiáveis utilizando somente uma técnica. Quando o pesquisador tem seus objetivos rigorosamente definidos em função do grupo alvo ele pode empregar não só a técnica, como o delineamento e a intensidade de amostragem que melhor se apliquem à situação específica, reduzindo o esforço envolvido na coleta de dados e aumentando o potencial do estudo obter resultados satisfatórios.

Referências Bibliográficas

- Azad, M. 2006. Mammal diversity and conservation in a secondary forest in Peninsular Malaysia. *Biodiversity and Conservation* 15:1013-1025
- Beck-King, H., O. von Helversen, R. Beck-King. 1999. Home range, population density, and food resources of Agouti paca (Rodentia: Agoutidae) in Costa Rica: A study using alternative methods. *Biotropica* 31:675-685
- Bodmer, R., J.F. Eisenberg, K.H. Redford. 1997. Hunting and the likelihood of extinction of Amazonian mammals. *Conservation Biology* 11(2): 460-466.
- Brashares, J.S., M.K. Sam. 2005. How much is enough? Estimating the minimum sampling required for effective monitoring of African reserves. *Biodiversity and Conservation* 14:2709–2722
- Buckland, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers, L. Thomas. (2001) *Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Oxford University Press, UK, 448pp.
- Carrillo, E., G. Wong, A. D. Cuarón. 2000. Monitoring mammal populations in Costa Rican protected areas under different hunting restrictions. *Conservation Biology* 14:1580-1591.
- Dirzo, R., A. Miranda. 1990. Contemporary neotropical defaunation and forest structure, function, and diversity – a sequel to John Terborgh. *Conservation Biology* 4(4): 444-447.
- Dubost, G. 1988. Ecology and social life of the red-acouchy, *Myoprocta exilis*; comparison with the orange-rumped agouti, *Dasyprocta leporina*. *Journal of Zoology, London* 214: 107-123.
- Emmons, L.H., F. Feer. 1999. *Neotropical rainforest mammals: a field guide*. Chicago and London, The University of Chicago Press.
- Fonseca, G.A.B.; G. Herrmann; Y.L.R. Leite; R.A. Mittermeier; A.B. Rylands & J.L. Patton. 1996. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. *Occasional papers in Conservation Biology* 4:1-38.
- Fragoso, J.M.V., K.M. Silvius, M. Prada Villalobos. 2000. Manejo de fauna na Reserva Xavante Rio das Mortes: Cultura indígena e método científico integrados para conservação. WWF Brasil, Brasília. Vol 4, 68pp.
- Gomez, H., Wallace, R.B., Ayala, G., Tejada, R. 2005. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 40(2): 91-95.
- Haugaasen, T., C.A. Peres. 2005a. Mammal assemblage structure in Amazonian flooded and unflooded forests. *Journal of Tropical Ecology* 21:133-145.
- Haugaasen, T., C.A. Peres. 2005b. Primate assemblage structure in Amazonian flooded and unflooded forests. *American Journal of Primatology* 67:243-258.

- Hill, K., J. Padwe, C. Bejyvagi, A. Bepurangi, F. Jakugi, R. Tykuarangi, T. Tykuarangi. 1997. Impact of hunting on large vertebrates in the Mbaracayu Reserve, Paraguay. *Conservation Biology* 11(6): 1339-1353.
- Hines, J.E. 2006. PRESENCE 2.1 – Software to estimate patch occupancy and related parameters. USGS-PWRC (disponível em www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/presence.html).
- Hurtado-Gonzales, J.L., R.E. Bodmer. 2004. Assessing the sustainability of brocket deer hunting in the Tamshiyacu-Tahuayo Communal Reserve, northeastern Peru. *Biological Conservation* 116:1-7.
- Karanth, K.U. 1995. Estimating Tiger Panthera-Tigris Populations from Camera-Trap Data Using Capture-Recapture Models. *Biological Conservation* 71:333-338
- Lewison, R.; E.L. Fitzhugh, S.P. Galentine. 2001. Validation of a rigorous track classification technique: identifying individual mountain lions. *Biological Conservation* 99: 313-321.
- Lopes, M.A., S.F. Ferrari. 2000. Effects of human colonization on the abundance and diversity of mammals in eastern Brazilian Amazonia. *Conservation Biology* 14: 1658-1665.
- MacKenzie, D. I. 2005. What are the issues with presence-absence data for wildlife managers? *Journal of Wildlife Management* 69:849-860.
- MacKenzie, D. I., J. D. Nichols, G. B. Lachman, S. Droege, J. A. Royle, C. A. Langtimm. 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* 83: 2248-2255.
- Mendes Pontes, A.R. 2004. Ecology of a community of mammals in a seasonally dry forest in Roraima, Brazilian Amazon. *Mammalian Biology* 69(3): 319-336.
- Michalski, F., A.C. Peres. 2007. Disturbance-mediated mammal persistence and abundance-area relationships in amazonian forest fragments. *Conservation Biology* 21(6): 1626-1640.
- Milner-Gulland, E.J., E.L. Bennett. 2003. Wild meat: the bigger picture. *Trends in Ecology & Evolution* 18: 351-357.
- Naughton-Treves, L.J. Mena, A. Treves, N. Alvarez, V.C. Radeloff. 2003. Wildlife survival beyond park boundaries: the impact of slash-and-burn agriculture and hunting on mammals in Tambopata, Peru. *Conservation Biology* 17(4): 1106-1117.
- O'Connell Jr, A.F., N.W. Talancy, L.L. Bailey, J.R. Sauer, R. Cook, A.T. Gilbert. 2006. Estimating site occupancy and detection probability parameters for meso and large mammals in a coastal ecosystem. *Journal of Wildlife Management* 70(6) : 1625-1633.
- Pardini, R., E.H. Ditt, L. Cullen, C. Bassi, R. Rudran. 2003. Levantamento rápido de mamíferos terrestres de médio e grande porte. In: Métodos de estudos em ecologia da conservação e manejo da vida silvestre. Editores: Cullen, L., C. Valladares-Padua, R. Rudran. Editora da Universidade do Paraná, Curitiba.

- Peres, C.A. 1996. Population status of white-lipped peccaries *Tayassu pecari* and collared peccaries *T. tajacu* in hunted and unhunted Amazonian forests. *Biological Conservation* 77: 115-123
- Peres, C.A. 1997. Primate community structure at twenty western Amazonian flooded and unflooded forests. *Journal of Tropical Ecology* 13: 381-405.
- Peres, C.A. 1999. General guidelines for standardizing line-transect surveys of tropical forest primates. *Neotropical Primates* 7: 11–16.
- Peres, C.A., H.S. Nascimento. 2005. Impact of game hunting by the Kayapó of south-eastern Amazonia: Implications for wildlife conservation in tropical forest indigenous reserves. *Biodiversity and Conservation* (manuscrito aprovado para publicação)
- Peres, C.A., E. Palacios, 2007. Basin-wide effects of game harvest on vertebrate population densities in Amazonian Forests: implications for animal-mediated seed dispersal. *Biotropica* 39(3): 304-315.
- Plumptre, A.J. 2000. Monitoring mammal populations with line transect techniques in African forests. *Journal of Applied Ecology* 37: 356-368.
- Pollock, J.F. 2006. Detecting population declines over large areas with presence-absence, time-to-encounter, and count survey methods. *Conservation Biology* 20:882-892.
- Pollock, K.H., J.D. Nichols, T.R. Simons, G.L. Farnsworth, L.L. Bailey, J.R. Sauer. 2002. Large scale wildlife monitoring studies: statistical methods for design and analysis. *Environmetrics* 13 (2): 105-119.
- Radam. 1977. Projeto RADAMBRASIL. Brasil. Departamento Nacional de Produção Mineral. Folha SB.19 Vegetação. 436 pp
- Reyna-Hurtado, R., G.W. Tanner. 2007. Ungulate relative abundance in hunted and non-hunted sites in Calakmul Forest (Southern Mexico). *Biodiversity and Conservation* 16: 743-756.
- Royle, J.A., J.D. Nichols. 2003. Estimating abundance from repeated presence-absence data or point counts. *Ecology* 8(3): 777-790.
- Royle, J.A., Nichols, J.D., Kéry, M. 2005. *Oikos* 110: 353-359.
- Sargeant, G.A.; D.H. Johnson, W.E. Berg. 2003. Sampling design for carnivore scent-station surveys. *Journal of Wildlife Management* 67(2): 289-298.
- SDS, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas. 2003. A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Uacari, relatório preliminar.
- Silver, S.C., L.E.T. Ostro, L.K. Marsh, L. Maffei, A.J. Noss, M.J. Kelly, R.B. Wallace, H. Gómez, G. Ayala. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx* 38(2): 148–154.
- Smallwood, K.S., E.L. Fitzhugh. 1995. A track count for estimating mountain lion *Felis concolor californica* population trend. *Biological Conservation* 71: 251-259.

- Soisalo, M. K., S.M.C. Cavalcanti. 2006. Estimating the density of a jaguar population in the Brazilian Pantanal using camera-traps and capture-recapture sampling in combination with GPS radio-telemetry. *Biological Conservation* 129:487-496.
- Srbek-Araujo, A.C., A.G. Chiarello. 2005. Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 21:121-125
- Stanley, T.R., Royle, J.A. 2005. Estimating site occupancy and abundance using indirect detection indices. *69(3): 874-883.*
- Thoysi, B. de, F. Renoux, C. Julliot. 2005. Hunting in northern French Guiana and its impact on primate communities. *Oryx* 39 (2): 149-157.
- Tomas, W.M., G.H.B. Miranda. 2003. Uso de armadilhas fotográficas em levantamentos populacionais. In: *Métodos de estudos em ecologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Editores: Cullen, L., Valladares-Padua, C., Rudran, R. Editora da Universidade do Paraná, Curitiba.
- Tomas, W.M., S.M. de Salis, M. P. da Silva, G. D. Mourao. 2001. Marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) distribution as a function of floods in the Pantanal wetland, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 36:9-13
- Williams, A.K., Berkson, J. 2004. Reducing false absences in survey data: detection probabilities of red-backed salamanders. *Journal of Wildlife Management* 68(2): 418-428.
- Wilson, D.E., F. Russell, J.D. Nichols, R. Rudran, M. Foster, editors. 1996. *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for mammals*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Wintle, B.A., Kavnagh, R.P., McCarthy, M.A., Burgman. 2005. Estimating and dealing with detectability in occupancy surveys for forest owls and arboreal marsupials. *Journal of Wildlife Management* 69(3): 905-917.