

RAISSA TANCREDI CERVEIRA

EFEITO DO ESFORÇO DE AMOSTRAGEM SOBRE AS ESTIMATIVAS DE
DENSIDADE POPULACIONAL DE MAMÍFEROS NA FLORESTA
NACIONAL DO TAPAJÓS

BELÉM

2017

RAISSA TANCREDI CERVEIRA

EFEITO DO ESFORÇO DE AMOSTRAGEM SOBRE AS ESTIMATIVAS DE
DENSIDADE POPULACIONAL DE MAMÍFEROS NA FLORESTA
NACIONAL DO TAPAJÓS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Colegiado do Curso de Licenciatura em
Ciências Biológicas da Universidade Federal
do Pará, como requisito para obtenção do
grau de Licenciada em Biologia.

Orientador: Dr. André Luis Ravetta

BELÉM

2017

RAISSA TANCREDI CERVEIRA

EFEITO DO ESFORÇO DE AMOSTRAGEM SOBRE AS ESTIMATIVAS DE
DENSIDADE POPULACIONAL DE MAMÍFEROS NA FLORESTA
NACIONAL DO TAPAJÓS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Colegiado do Curso de Licenciatura em
Ciências Biológicas da Universidade Federal
do Pará, como requisito para obtenção do
grau de Licenciada em Biologia.

Orientador: Dr. André Luis Ravetta
GRCNII/DGMUC/IDEFLOR-BIO

Avaliador: MSc. Leonardo Carreira Trevelin
PPGZOO/MPEG/UFPA

Avaliador: MSc. Paula Cristina Rodrigues de Almeida
PPGECO/UFPA

BELÉM

2017

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pará, que me acolheu durante esses anos, por me ensinar tanto, na biologia e na vida.

Ao CNPq, pela bolsa concedida que possibilitou a realização deste trabalho.

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi, que eu costumo chamar de casa, nestes últimos anos, pelas oportunidades e todo conhecimento e experiência adquiridos.

Aos meus orientadores, André Ravetta e Ana Albernaz, por terem aceitado me designar este projeto, e pela oportunidade de estar em um lugar incrível, com pessoas maravilhosas; pela paciência comigo, pelos ensinamentos, pelos votos de confiança e o estímulo que recebi e ainda recebo, mesmo quando falho. Vocês guiaram meu caminho até aqui e fico imensamente feliz tendo vocês por perto. Muito obrigada, de verdade.

Aos meus pais e irmã, pelo amor e apoio em todos os momentos de desespero e ansiedade, pelas séries e pizzas compartilhadas nos fins de semana, pelas discussões saudáveis na mesa do jantar, por moverem montanhas para que eu consiga fazer o que amo e para que eu seja feliz. Vocês sempre conseguem.

Aos meus amigos da universidade, por, de algum modo se envolverem e me auxiliarem a seguir em frente com este trabalho; por aprender, enfrentar muitos estresses e comemorar junto comigo sempre, com dançinhas que nós mesmos fizemos; por fazer parte da minha vida - espero que ainda por muito tempo. Vou sentir muito a saudade do dia-a-dia com vocês. Em especial para “o nosso grupinho”: Ana Camila Araujo, Ana Caroline Santos, Rafaela Reis e Vanessa Vidal. Muitos brilhos pra gente daqui pra frente.

Aos meus colegas de laboratório e Museu, pelas tardes compartilhadas, as discussões de artigos e pela ajuda essencial: Abílio Ohana, Flávio Nóvoa, Paula Duarte, Regiane Saturnino, Rodrigo Castro e Victória Teresawa, e também Bruno Barreto e Marina Zanin, que hoje não fazem mais parte – fisicamente - da sala 38, mas que também contribuíram muito para o meu conhecimento, e são muito queridos.

À alguns profissionais que são meus exemplos, como professores, pesquisadores e pessoas, na pessoa do professor Leonardo Sena, pelas sugestões, conversas, emails e oportunidades.

À Steve Ferrari, pela gentileza com os dados e toda ajuda para este trabalho.

Ao grupo PET Biologia e ao Professor Luiz Santana, por ter sido outra casa por praticamente quatro anos, onde sempre fui bem recebida e onde aprendi a trabalhar em conjunto, sempre em prol de algo maior.

Às minhas queridas Kates, por me darem, muitas vezes, a força necessária pra que eu continuasse; por me acolherem nas suas casas e me fazer chorar de rir. Vocês são pessoas incríveis, e eu tenho muita sorte de fazer parte desse grupo.

E por fim, aos meus “filhos” preferidos, os mamíferos de médio e grande porte, por toda paixão.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	METODOLOGIA	5
2.1	ÁREA DE ESTUDO	5
2.2	AMOSTRAGEM	5
2.3	ANÁLISE DOS DADOS	7
3	RESULTADOS	9
4	DISCUSSÃO.....	13
5	CONCLUSÃO	16
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
	ANEXO I: Ajustes da função de detecção, e estimativas de densidade populacional para cutia – <i>Dasyprocta leporina</i> com diferentes esforços de amostragem.....	20
	ANEXO II: Ajustes da função de detecção e estimativas de densidade populacional para guariba-das-mãos-ruivas – <i>Alouatta discolor</i> com diferentes esforços de amostragem.	23
	ANEXO III: Ajustes da função de detecção e estimativas de densidade populacional para quatipuru – <i>Guerlinguetus aestuans</i> com dois esforços de amostragem.	26
	ANEXO IV: Ajustes da função de detecção e estimativas de densidade populacional para macaco-prego – <i>Sapajus apella</i> com dois esforços de amostragem.	27
	ANEXO V: Ajustes da função de detecção e estimativas de densidade populacional para coatá-da-testa-branca – <i>Ateles marginatus</i> com dois esforços de amostragem.....	28

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização dos pontos de amostragem do levantamento populacional de mamíferos na Floresta Nacional do Tapajós, ao longo da rodovia Cuiabá-Santarém (BR-163). Ponto 1 = km 83, ponto 5 = km 117 e ponto 9 = km 195..... 6
- Figura 2.** Espécies de mamíferos selecionadas ($n \geq 40$) para as estimativas de densidade populacional na FLONA do Tapajós. Acima e sentido horário: *Dasyprocta leporina*, *Guerlinguetus aestuans*, *Alouatta discolor*, *Ateles marginatus* e *Sapajus apella*..... 7
- Figura 3.** Comparação das estimativas de densidade populacional de cutia (*Dasyprocta leporina*), calculadas a partir de diferentes esforços de amostragem..... 9
- Figura 4.** Comparação das estimativas de densidade populacional de guariba-de-mãos-ruivas (*Alouatta discolor*), calculadas a partir de diferentes esforços de amostragem..... 10
- Figura 5.** Comparação das estimativas de densidade populacional de quatipuru (*Guerlinguetus aestuans*), calculadas a partir de diferentes esforços de amostragem..... 11
- Figura 6.** Comparação das estimativas de densidade populacional de macaco-prego (*Sapajus apella*), calculadas a partir de diferentes esforços de amostragem..... 11
- Figura 7.** Comparação das estimativas de densidade populacional de coatá-da-testa-branca (*Ateles marginatus*), calculadas a partir de diferentes esforços de amostragem. 12

RESUMO

Os mamíferos de médio e grande porte formam um grupo metodológico e são considerados bons parâmetros para a caracterização biológica da paisagem, capazes de exercer influência na estrutura física dos habitats, nas taxas dos processos ecossistêmicos e na diversidade de uma comunidade. Levantamentos populacionais de mamíferos, de um modo geral, repercutem calorosas discussões no meio acadêmico, e apresentam uma literatura dividida entre duas escolas de opiniões divergentes. O esforço de amostragem empregado é altamente variado, pela ausência de uma regra fixa, suscitando um debate em relação aos efeitos da amostragem sobre as análises de atributos de populações, diretamente relacionados ao poder de detecção das espécies. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do esforço de amostragem sobre as estimativas de densidade populacional de mamíferos de médio e grande porte, procurando discutir as possíveis relações entre o esforço e a confiabilidade das estimativas de abundância das espécies. Para isto, foram utilizados dados de levantamentos por transecção linear, coletados no ano de 1999, em um ponto na Floresta Nacional do Tapajós, na região da rodovia Cuiabá-Santarém (BR-163).. Diferentes tratamentos foram conduzidos nas espécies selecionadas e estimativas de densidade populacional para cada uma foram geradas através do software Distance Sampling 6.0. Os resultados dos números de observações, do esforço amostral cumulativo (distância percorrida), e intervalo de confiança (IC) das estimativas de densidade foram apresentados, possibilitando que as médias das estimativas de densidade sejam interpretadas juntamente ao erro atribuído a elas. Os resultados indicam que, pelo menos para cutia, guariba e coatá, as densidades diminuem conforme aumenta o esforço de amostragem ou o percurso acumulado pelas transecções. Já para espécies como macaco-prego e quati-puru, o inverso acontece e as densidades aumentam junto com o esforço. A diminuição nas densidades, porém, não é significativa como a diminuição na variância, que representa a obtenção de estimativas mais precisas com esforços maiores. Considerando as questões logísticas e financeiras para a realização de levantamentos populacionais de mamíferos, a definição do esforço deve-se pautar principalmente pelo objetivo do estudo e pela razoabilidade de execução do projeto e condições e tempo adequado.

1 INTRODUÇÃO

Na Amazônia Brasileira, atualmente, cerca de 400 espécies de mamíferos são reconhecidas, com novas espécies sendo descritas a cada ano (Paglia *et al.*, 2012). Entre estas, os mamíferos de médio e grande porte formam um grupo metodológico, definido pelas metodologias de amostragem. Em maioria, são caracterizados por espécies acima de um quilograma de peso corpóreo (Fonseca & Robinson, 1990).

De modo geral, este grupo é considerado um bom parâmetro para a caracterização biológica da paisagem, uma vez que são capazes de exercer influência na estrutura física dos habitats, nas taxas dos processos ecossistêmicos e, conseqüentemente, na diversidade de uma comunidade. Entretanto, em florestas tropicais, é sobre estes animais que a pressão de caça se concentra, especialmente carnívoros, ungulados e primatas (Bodmer *et al.*, 1997; Peres, 2000). Em adição a isso, apresentam como característica uma taxa de recrutamento mais lenta do que espécies menores (Robinson & Reford, 1986), de modo que estas grandes espécies podem ser mais estáveis em altas densidades, porém são mais vulneráveis à extinção em baixas densidades (Sinclair, 2003).

Além disto, problemas logísticos, como a falta de recursos, as grandes distâncias a serem percorridas e a dificuldade de coleta, são constantes, especialmente em alguns biomas do país, como a Amazônia. Como afirma Rezende (2013), um modelo de estimativa dos custos para um estudo básico de espécies no Brasil, mostrou que o valor médio na região norte é maior do que em outros locais. Além disso, e da grande extensão territorial do bioma Amazônico, problemas metodológicos também devem ser considerados.

Tais questões podem dificultar, por exemplo, a estimativa dos atributos básicos de comunidades animais, como a riqueza, a abundância e a densidade de espécies. Essas informações são utilizadas como medidas simples e integradas, buscando extrair o que for relevante para a compreensão da diversidade e das relações da estrutura populacional, dos padrões bióticos e abióticos do habitat, para quantificar distúrbios antrópicos e também para elaboração de planos de conservação e monitoramento (Begon *et al.*, 1996; De Thoisy *et al.*, 2008).

O sucesso dessas análises está geralmente condicionado à amostragem: é preciso garantir que as unidades amostrais sejam obtidas por processos adequados e que sejam

representativas da população em questão. Deste ponto de vista, tanto a diversidade de hábitos e comportamentos, quanto ao uso de habitats e atividades circadianas dos animais que compõem o grupo de estudo, como fatores abióticos - topografia, fitofisionomia, clima - conferem complexidade ao processo de amostragem, sendo importante a avaliação destes fatores para aplicação de métodos complementares, com o objetivo de atingir o máximo de uma comunidade (Voss & Emmons, 1996; Ravetta & Ferrari, 2009).

Uma das metodologias mais utilizadas para amostragem da fauna de médios e grande mamíferos é o levantamento por transecção linear (Burnham *et al.*, 1980; Buckland *et al.*, 2001), associado ao método de distância para obtenção de estimativas de densidade populacional (Eisenberg & Thorington, 1973; Charles-Dominique *et al.*, 1981).

Nesta técnica padronizada (NRC, 1981; Cullen & Rudran, 2006), pesquisadores percorrem cuidadosamente trilhas retilíneas na floresta, a uma velocidade constante, registrando a presença de mamíferos. São premissas básicas do método que todos os animais localizados sobre a trilha sejam registrados, que os encontros sejam eventos independentes – que não haja repetição de indivíduos já registrados - e que as distâncias dos animais à trilha sejam medidas com a maior acurácia possível (Burnham *et al.*, 1980).

A cada encontro, informações como o horário e a localização na transecção, a espécie avistada, a distância perpendicular animal-trilha (entre o local do encontro e a trilha), o ângulo do encontro e até características comportamentais, são registradas e posteriormente inseridas em banco de dados. A partir daí, modelando a probabilidade de detecção como uma função da distância perpendicular, estas podem ser convertidas em estimativas de densidade (Schwarz & Seber, 1999).

O esforço amostral destes levantamentos é representado então, pela unidade percorrida – o comprimento das trilhas – multiplicado pelo número de repetições na transecção. Não há uma regra fixa que determine o mínimo de esforço: estudos recentes em florestas neotropicais (Lopes & Ferrari, 2000; Peres, 2000; De Thoisy *et al.*, 2008) mostram que o esforço amostral é altamente variável, suscitando um debate em relação aos efeitos da amostragem sobre as análises de atributos de populações, diretamente relacionados ao poder de detecção das espécies. Segundo Peres & Cunha (2011), o esforço acumulado neste bioma deve consistir em um mínimo de 150km em cada transecção, e mesmo assim, pode não ser o suficiente para gerar estimativas confiáveis.

As estimativas de densidade podem ser difíceis de alcançar, pois requerem um grande número de encontros independentes e assim, um esforço de amostragem maior (Peres, 1999). No entanto, não há determinação para o tamanho amostral mínimo de detecção por espécie, já que a largura efetiva da unidade amostral depende da distribuição das distâncias perpendiculares dos encontros registrados.

Existe ainda um intenso debate sobre o delineamento amostral de estudos de levantamento: Magnusson (2001) afirma que o tempo ganho ao percorrer um número maior de transecções curtas em detrimento de estabelecer uma única, grande e retilínea (100 km), não compensa a incerteza das estimativas resultantes. Além disso, é muito dependente de comportamentos não aleatórios dos animais e as trilhas curtas em maioria, amostrariam a área de modo inadequado. No entanto, o custo logístico, temporal e financeiro para a implantação de uma transecção muito extensa parece inviável para nossa realidade de projetos de pesquisa no Brasil (Ferrari, 2002).

O uso de transecções menores (até, por exemplo, 10 km), ainda garantindo a independência das amostragens e incluindo a heterogeneidade da mata já tinha sido defendido por Peres (1999), que também ressaltou que a floresta Amazônica é relativamente fragmentada, e uma trilha longa é dificilmente encaixada em uma paisagem de floresta contínua, sendo na maioria das vezes, inviável. Assim, uma série de trabalhos, principalmente em levantamentos de primatas, vem sendo desenvolvidos desta forma, e mostram dados considerados confiáveis e robustos. De modo geral, o número recomendado para se obter estimativas confiáveis é de 40 ou mais registros por espécie (Peres & Cunha, 2011; Brockelman & Ali, 1987).

A falta de padronização de estudos sobre a distribuição e abundância de mamíferos de médio e grande porte, as limitações logísticas e financeiras que restringem a realização destas pesquisas no bioma Amazônico, e o constante debate sobre o tamanho e a necessidade de repetições de amostragem sobre as análises de atributos de populações, justificam este trabalho, desenvolvido no âmbito do projeto Rede GEOMA de Modelagem Ambiental.

O estudo teve como objetivo avaliar o efeito do esforço de amostragem sobre as estimativas de densidade populacional de mamíferos de médio e grande porte, analisando a variação nas estimativas e sua confiabilidade em relação a diferentes esforços e o efeito dos diferentes esforços para as diferentes espécies selecionadas; tendo como base, a hipótese de que o aumento do esforço de amostragem implicaria num aumento de precisão das estimativas, dando maior confiabilidade aos resultados.

Para isto, foram selecionados dados coletados entre os anos de 1999 e 2001, em três pontos na Floresta Nacional do Tapajós, na região da rodovia Cuiabá-Santarém (BR-163), através de um projeto de fragmentação de habitat sobre mamíferos, que foi desenvolvido e financiado na época por meio do PROBIO, fase I, do Ministério do Meio Ambiente (Ferrari *et al.*, 2002; Vieira *et al.*, 2005).

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Os dados do levantamento populacional de mamíferos foram coletados no interior da Floresta Nacional do Tapajós, distribuídos em três sítios ou pontos de coleta, ao longo da rodovia Cuiabá-Santarém ou BR-163, na região oeste do estado do Pará e margem direita do Baixo Rio Tapajós. As áreas são reconhecidas pelos trechos em que estão situadas ao longo da rodovia – km 83 / Comunidade do Branco, km 117 / Base Sucupira, e km 195 / igarapé Lux. Situados nos limites dos municípios de Belterra, Placas e Rurópolis, os sítios encontram-se ao sul do município de Santarém e ao norte da rodovia Transamazônica (Figura 1).

Em paisagem de floresta contínua no interior da FLONA, a vegetação predominante na região é de Floresta Ombrófila Densa, em solos pobres de baixa fertilidade, com temperatura média anual de 22° C, 85% de umidade relativa do ar e precipitação total anual da ordem de 2.000 mm, com uma estiagem bem definida e entre os meses de agosto e novembro (ICMBio, 2004).

2.2 AMOSTRAGEM

Como parte do desenho amostral do projeto de fragmentação de habitat sobre mamíferos, foram designados 12 sítios entre áreas fragmentadas e de floresta contínua. Para este trabalho, os pontos de coleta no interior da FLONA do Tapajós fizeram parte dos sítios controle em floresta contínua, percorridos entre os anos de 1999 e 2001, mantendo aqui a suas respectivas identificações como ponto 1, 5 e 9. Em cada um dos pontos, foi aberta uma trilha reta no interior de floresta com seis quilômetros de extensão, que foram marcadas a cada 100 metros para orientação dos pesquisadores, e regularmente limpas ou varridas no solo para o deslocamento silencioso dos recenseadores durante a amostragem.

A trilha 5/km117 foi percorrida 85 vezes, enquanto as trilhas 1/km83 e 9/km195 foram percorridas apenas 47 e 33 vezes. Tais repetições foram feitas até completar o esforço previsto de 1.000 km no ponto 5, e 400 km em cada um dos pontos 1 e 9, distribuídos ao longo dos meses do ano - garantindo a distribuição os levantamentos nas estações chuvosa e

seca. No entanto, somente o ponto 5 no km117 apresentou quantidade de observações suficiente para testar o efeito do esforço de amostragem. As espécies que foram analisadas apresentaram ocorrência nos três pontos de coleta e um número de registros acima de 40 observações. (Figura 2).

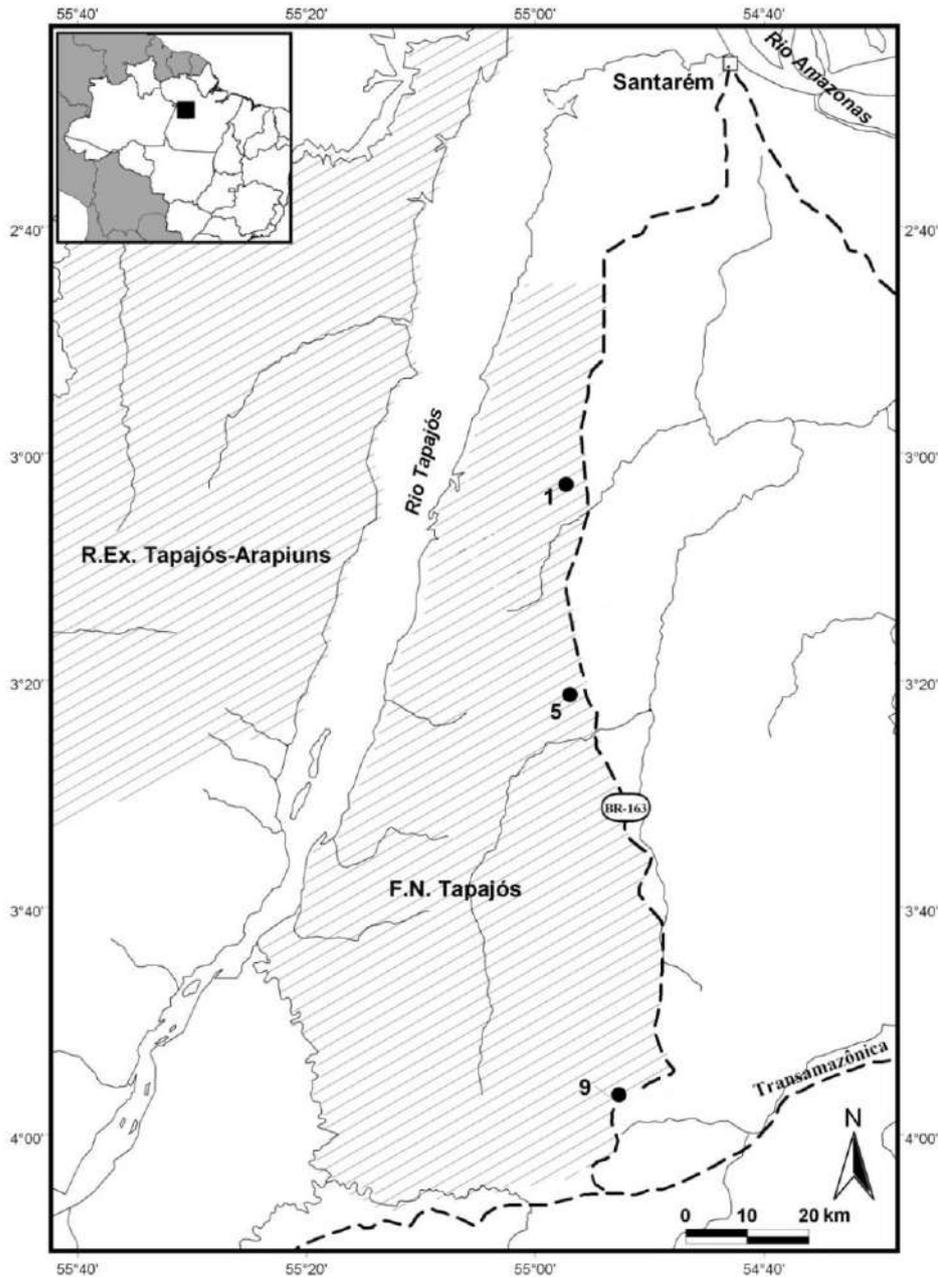


Figura 1. Localização dos pontos de amostragem do levantamento populacional de mamíferos na Floresta Nacional do Tapajós, ao longo da rodovia Cuiabá-Santarém (BR-163). Ponto 1 = km 83, ponto 5 = km 117 e ponto 9 = km 195.

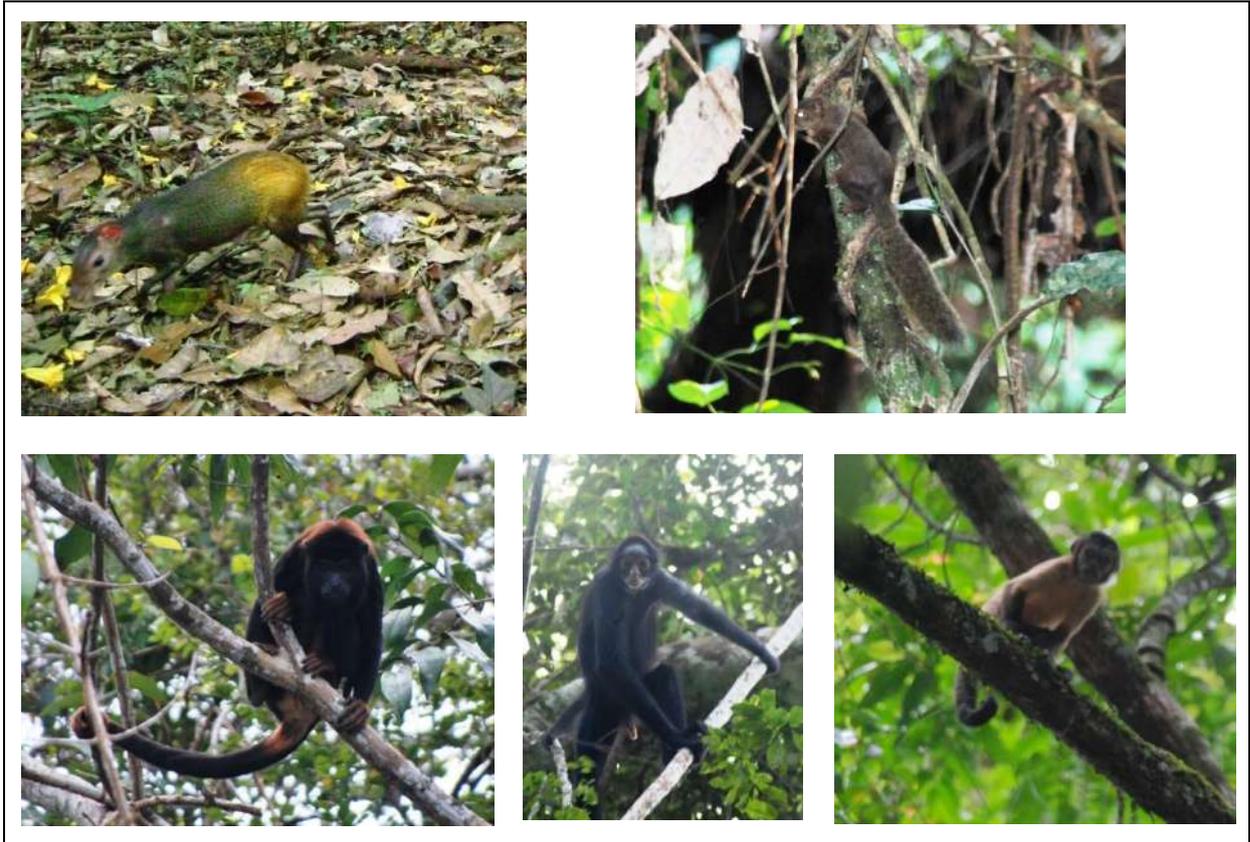


Figura 2. Espécies de mamíferos selecionadas ($n \geq 40$) para as estimativas de densidade populacional na FLONA do Tapajós. Acima e sentido horário: *Dasyprocta leporina*, *Guerlinguetus aestuans*, *Sapajus apella*, *Ateles marginatus* e *Alouatta discolor*.

2.3 ANÁLISE DOS DADOS

Para estimar as densidades de cada uma das espécies nos diferentes pontos, foi utilizado o software Distance Sampling 6.0 (Thomas *et al.*, 2009). As simulações foram efetuadas com todos os modelos e ajustes disponíveis no programa, a fim de encontrar uma função de detecção que melhor se ajustasse aos dados. A escolha dos modelos foi feita levando em consideração os menores valores de AIC (*Akaike Information Criterion*) e a escolha dos ajustes com base nos maiores valores de GOF (*Godness of Fit*) (Buckland *et al.*, 2001).

Na análise do efeito do esforço amostral sobre as estimativas de densidade populacional, foram comparados os valores estimados para cada espécie, utilizando-se cumulativamente a distância percorrida ou os dias de levantamento durante as amostragens.

Dessa forma, os resultados do esforço de amostragem cumulativo (distância percorrida), e intervalo de confiança (IC 95%) das estimativas de densidade foram comparados, possibilitando que as médias das estimativas de densidade sejam interpretadas juntamente ao erro atribuído a elas, mesmo quando apresentarem intervalos de confiança amplos (Peres & Cunha, 2011).

Os registros foram analisados separadamente em conjuntos de dez dias de amostragem e de forma cumulativa. Isso possibilitou um incremento de aproximadamente o dobro do esforço em cada conjunto de dados subsequente, gerando oito conjuntos no ponto 5/km117, e somente três nos pontos 1/km83 e 9/km195.

No entanto, os três conjuntos dos pontos 1 e 9 não apresentaram separadamente, dados suficientes para estimativas de densidade populacional. Por isto, são apresentados aqui somente as estimativas para o sítio 5 no km117 da BR-163. Além disso, um conjunto de cinco dias de amostragem nesse sítio foi descartado por ser em um período que inviabilizou o agrupamento para formar um conjunto de 10 dias e distância percorrida semelhante para efeitos de comparação.

Ainda assim, somente para cutia e guariba foi possível obter estimativas para os oito conjuntos de dados, sendo que quatipuru, macaco-prego e coatá apresentaram dados para comparação apenas em dois conjuntos de 45 e 85 dias, com 500 e 100 km percorridos, respectivamente.

3 RESULTADOS

Para cada conjunto de dados determinado, foi ajustada uma função de detecção. Para todas as espécies testadas, existiu mais de um modelo significativo fornecido pelo software, mas a pouca diferença entre os valores de AICs afirma que nenhum deles é superior. Assim, para cada uma das espécies se obteve um modelo distinto (Anexos I, II, III, IV e V), evidenciando um maior número de registros próximos ou sobre a trilha – uma das premissas básicas do método em questão.

Para *Dasyprocta leporina*, as estimativas de densidade populacional variaram de 3,92 a 6,15 indivíduos/km² entre os diferentes esforços de amostragem (Figura 3). No entanto, apesar de um aumento da densidade até 40 dias de amostragem, as estimativas voltam a baixar, aproximadamente com mais de 500 km de esforço. Além disto, o intervalo de confiança diminuiu com o aumento do esforço.

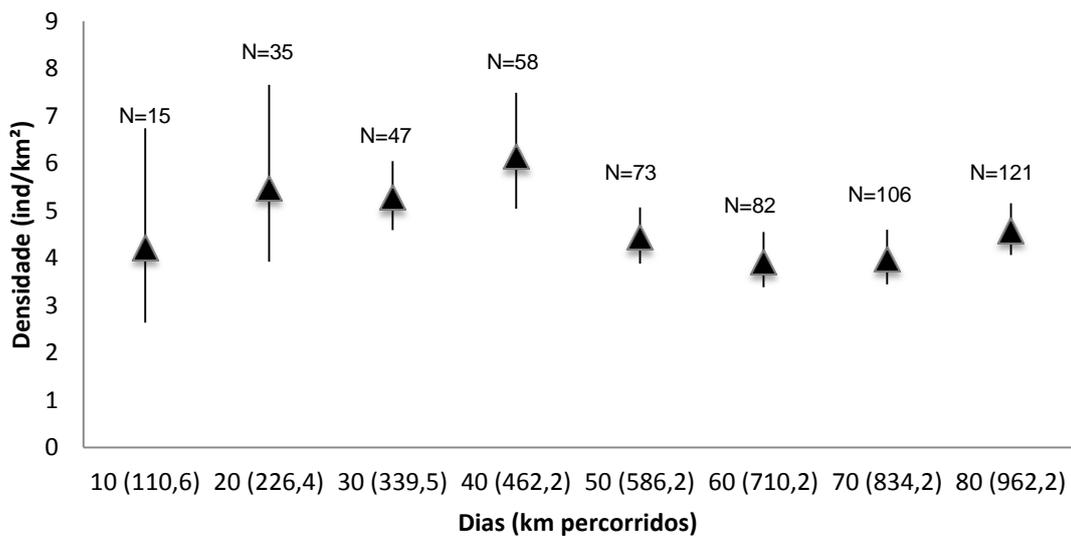


Figura 3. Comparação das estimativas de densidade populacional de cutia (*Dasyprocta leporina*), calculadas a partir de diferentes esforços de amostragem.

Para as espécies de primatas as estimativas foram obtidas para grupos/km², uma vez que a contagem do número de indivíduos tende a ser subestimada, durante os levantamentos, devido à dispersão dos grupos em atividades de forrageio e deslocamento.

Para *Alouatta discolor*, as estimativas de densidade populacional variaram entre 1,71 e 2,80 grupos/km² (Figura 4), caindo continuamente com o aumento do esforço.

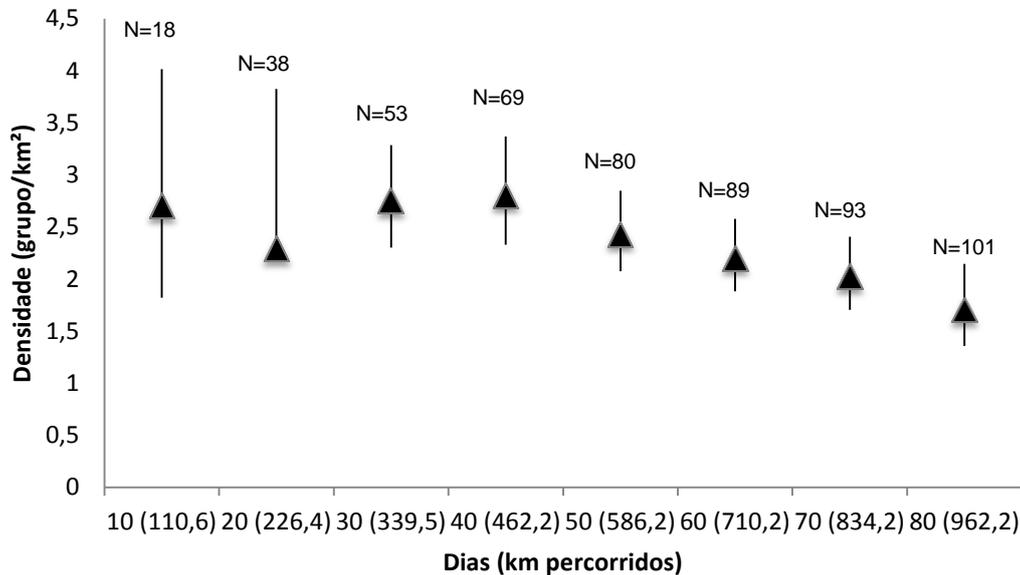


Figura 4. Comparação das estimativas de densidade populacional de guariba-de-mãos-ruivas (*Alouatta discolor*), calculadas a partir de diferentes esforços de amostragem.

Para *Guerlinguetus aestuans*, apenas 67 registros foram obtidos – pouco em relação à grande quantidade de quilômetros percorridos. Esse volume de observações permitiu a divisão em apenas dois conjuntos de dados para o teste das estimativas. A densidade populacional estimada foi bem maior com todo o esforço amostral empregado, em relação à estimativa obtida com 50 dias ou 500 km de amostragem (Figura 5)

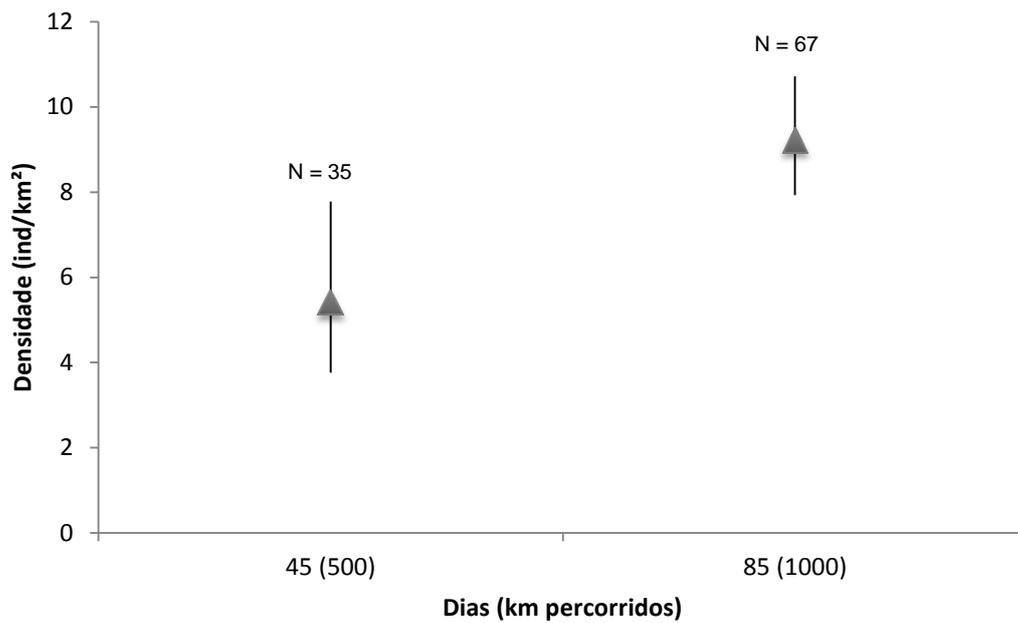


Figura 5. Comparação das estimativas de densidade populacional de quatipuru (*Guerlinguetus aestuans*), calculadas a partir de diferentes esforços de amostragem.

Para o macaco-prego – *Sapajus apella*, uma das espécies mais comuns na Amazônia, o aumento do esforço amostral contribuiu para uma maior densidade populacional estimada, assim como foi detectado para os quatipurus (Figura 6). Também teve um número reduzido de registros em relação a grande distância percorrida e foi a única espécie que apresentou aumento no IC.

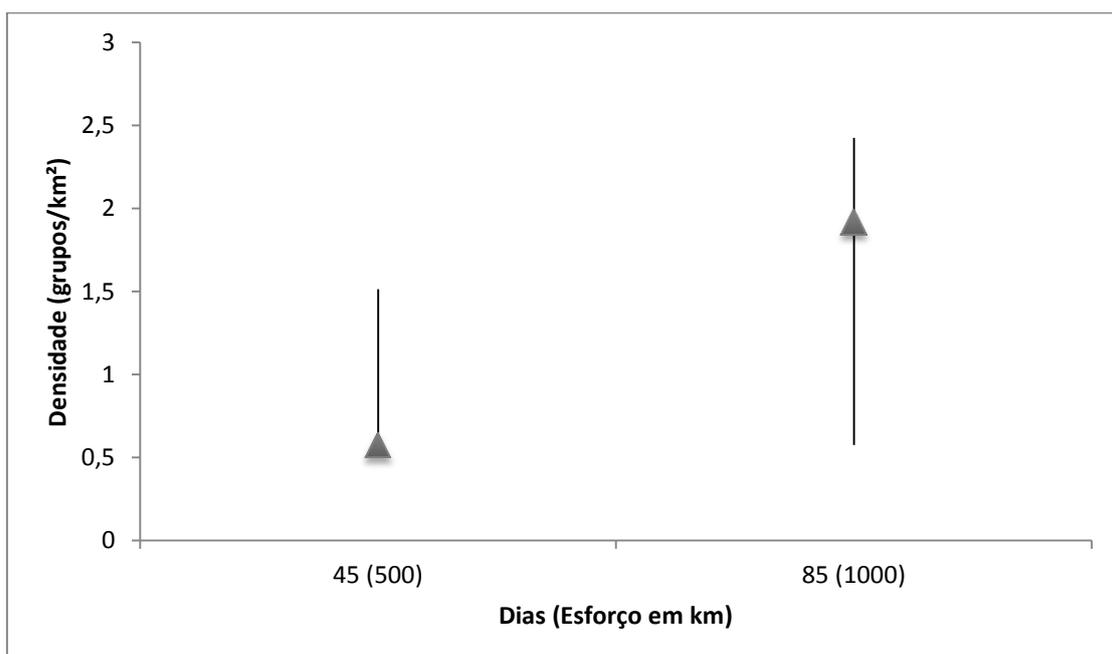


Figura 6. Comparação das estimativas de densidade populacional de macaco-prego (*Sapajus apella*), calculadas a partir de diferentes esforços de amostragem.

Por fim, para *Ateles marginatus*, o efeito do esforço de amostragem foi o mesmo observado para *Alouatta discolor*, com uma densidade populacional estimada menor com maior esforço. No entanto, não houve diferença significativa com os intervalos de confiança entre os dois conjuntos de dados (Figura 7).

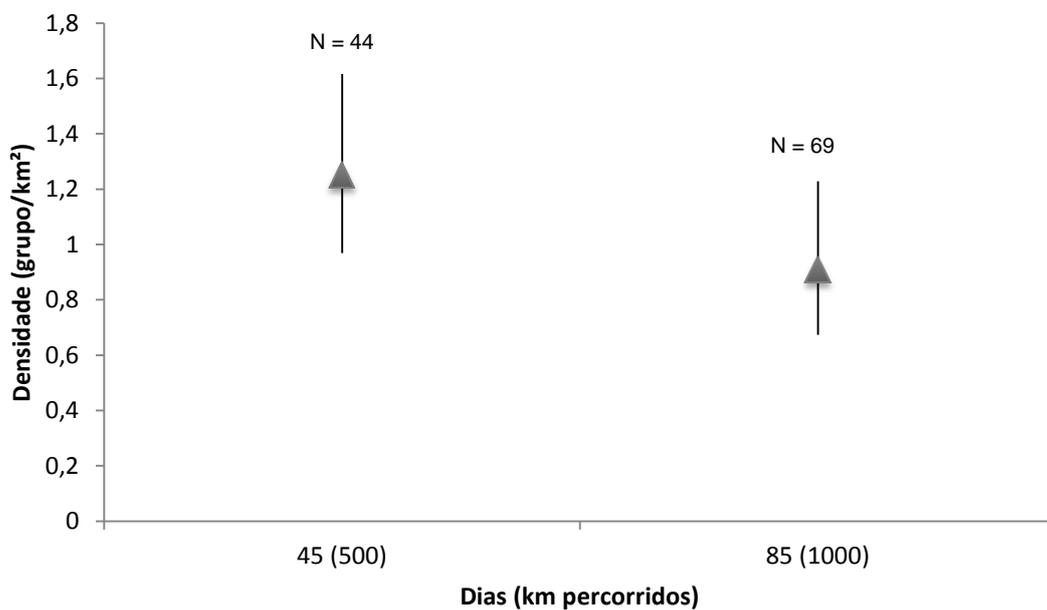


Figura 7. Comparação das estimativas de densidade populacional de coatá-da-testa-branca (*Ateles marginatus*), calculadas a partir de diferentes esforços de amostragem.

4 DISCUSSÃO

As relações entre densidade, esforço amostral e intervalos de confiança variaram entre espécies, não sendo possível definir um padrão. A partir daí, deve ser considerada também a diferença de detectabilidade entre as espécies, destacando que, mesmo com o aumento da amostragem por transecção linear, algumas espécies tendem a ser registradas apenas pela coleta de dados indiretos, como vestígios e rastros. É essencial conhecer o grupo que se estuda.

Por exemplo, para muitas espécies, dificilmente haverá dados suficientes para calcular estimativas de abundância e densidade, e é nesse contexto que o aproveitamento de diversas formas de registros no campo pode ser útil para uma caracterização mais realista da comunidade de mamíferos na região de estudo (Munari *et al.*, 2011).

Para cutia, foi possível identificar uma diminuição nos intervalos de confiança (IC) a medida do aumento do esforço amostral, tornando então a estimativa mais precisa e confiável, conforme se obtêm um aumento do número de registros. Além disto, foi a espécie com o maior número de registros (121 observações), o que permitiu a comparação com oito diferentes conjuntos de esforço amostral cumulativo.

Segundo Peres & Cunha (2011), percorrer 150km seria o ideal para uma amostragem robusta, porém, é possível inferir que para *D. leporina*, esta distância talvez seja maior: mesmo após 200km percorridos, ainda foram registrados outros 86 indivíduos. Ademais, a variação entre as estimativas pode ser decorrente da grande movimentação da espécie para o forrageio, uma vez que procurar e esconder sementes é a atividade que ocupa a maior parte do dia do animal.

Diferente do padrão encontrado para cutia, para guariba-de-mãos-ruivas, houve uma tendência para estimativas mais baixas com o aumento do esforço amostral. No entanto, assim como ocorreu para cutia, os intervalos de confiança diminuíram com o aumento do esforço amostral, gerando estimativas mais precisas de densidade populacional. Foi a segunda espécie mais registrada (101 observações), possibilitando comparação equivalente à realizada com cutia.

O *A. discolor* faz parte da família Atelidae – alguns dos maiores primatas das florestas neotropicais. A redução contínua na densidade deste animal pode ocorrer devido a sua visibilidade para caça, por apresentarem uma grande biomassa (Bodmer *et. al.*, 1997;

Peres, 2000), mas também porque, apesar de serem encontrados em diversos níveis florestais, eles apresentam certa preferência pelo dossel superior – comportamento que pode dificultar seu avistamento.

Apesar de serem animais de pequeno porte, os quatipurus da família Sciuridae, como a maioria dos roedores e como os saguis da família Callitrichidae entre os primatas, representam grupos de mamíferos geralmente registrados pelos métodos de amostragem utilizados para médios e grandes mamíferos e, portanto, são tratados e analisados como tal. Ao inverso do observado para cutia e guariba, Além disso, apesar de também haver uma redução nos intervalos de confiança com mais esforço, essa queda não foi significativa como ocorreu para cutia e guariba.

Para macaco-prego, na contramão do que foi observado até aqui, os intervalos de confiança aumentaram com o aumento do esforço, gerando uma estimativa mais imprecisa. Isto pode ser um reflexo do efeito da sazonalidade sobre a movimentação desses primatas, que tendem a dispersar bastante em atividade de forrageio, podendo contrastar vários registros em dias consecutivos com alguns dias sem registro algum, alterando alguns atributos de comunidade, tal como a densidade populacional (Robinson & Redford, 1986). Mesmo assim, como afirmado por Ferrari (2002), é possível dizer que a repetição nas mesmas transecções pode ser vantajosa, e tal condição que pode ser solucionada com o aumento do tamanho das amostras.

O coatá-da-testa-branca apresentou, assim como a guariba-das-mãos-ruivas, uma redução nas estimativas de densidade. As duas espécies pertencem a família Atelidae, alvos preferidos entre os caçadores de modo geral sofrendo forte pressão de caça historicamente desde a abertura das rodovias Transamazônica e Cuiabá-Santarém na década de 70 (Ravetta & Ferrari, 2009).

Todavia, é plausível considerar que alguns grupos desses primatas apresentem comportamento de fuga com a presença humana e, ao longo do levantamento populacional conduzido durante sete meses consecutivos, eles possam ter evitado ou diminuído a frequência dos deslocamentos nas proximidades das trilhas e dos locais de encontro com os recenseadores, influenciando na frequência de encontros e conseqüentemente, na função de detecção.

Uma das questões comumente levantadas para levantamentos de primatas tem relação direta com a independência das amostras. Magnusson (2001) cita, por exemplo, o efeito de uma árvore frutífera como determinante do comportamento dos animais, exercendo influência nas observações e estimativas geradas por repetições em uma mesma trilha. Porém, para Ferrari (2002), o cumprimento de premissas como a aleatoriedade no estabelecimento das transecções em relação à distribuição dos primatas e a presença de intervalos adequados entre uma repetição e outra (a partir de 1h, por exemplo) permitem confiabilidade do método, independente da presença de uma árvore frutífera próxima ou não da trilha.

Porém, tendo isto em vista, também é preciso levar em consideração as dificuldades logísticas e financeiras encontradas para o desenvolvimento destes estudos no bioma amazônico, conforme levantado por Rezende (2013), e assim ponderar se tal aumento da confiabilidade esperado é interessante, visto o maior custo para garantir um grande número amostral.

5 CONCLUSÃO

De modo geral, não existe um padrão para as densidades estimadas, em relação ao esforço de amostragem. Para algumas espécies, como cutia, guariba e coatá, as estimativas diminuíram com o aumento do esforço de amostragem – ou distância acumulada pelas transecções. Porém, para macaco-prego e quatipuru, que são consideradas espécies comuns, as estimativas aumentaram. Por outro lado, a tendência da diminuição dos intervalos de confiança foi comum para a maioria das espécies, com exceção de macaco-prego e coatá.

A partir disso, entende-se que as estimativas são relacionadas com os modos de vida das espécies analisadas. Além disso, existe uma tendência em determinados grupos de mamíferos serem detectados apenas por um método de amostragem. Isso pode ser refletido na maior frequência de registros para espécies com hábitos diurnos e principalmente primatas, em detrimento das espécies com hábitos noturnos ou crepusculares, como felinos e alguns ungulados, que apesar de serem pouco registradas pelo método por transecção linear, podem ser bastante capturadas pelo método de armadilhas fotográficas.

Ressalta-se aqui a necessidade da complementaridade entre os métodos para o estudo da comunidade de mamíferos. Além disso, considerando as questões logísticas e financeiras para a realização, a definição do esforço de um estudo deve ser baseada tanto pelo objetivo do estudo e as espécies a serem analisadas, quanto pela probabilidade de execução do projeto e condições e tempo adequados.

O problema da ausência de uma padronização em estudos de densidade e abundância de mamíferos de médio e grande porte muitas vezes impede a comparação entre informações de diferentes trabalhos. Assim, pode dificultar também a busca por uma solução para os problemas relacionados à própria execução – no caso da Amazônia, a acessibilidade aos pontos de coleta e seus altos custos, por exemplo. Desta maneira, este trabalho será continuado, buscando analisar e comparar as estimativas tanto para o número de repetições, quanto para as diferenças entre os pontos selecionados, a fim de contribuir efetivamente para as diversas discussões que permeiam as análises.

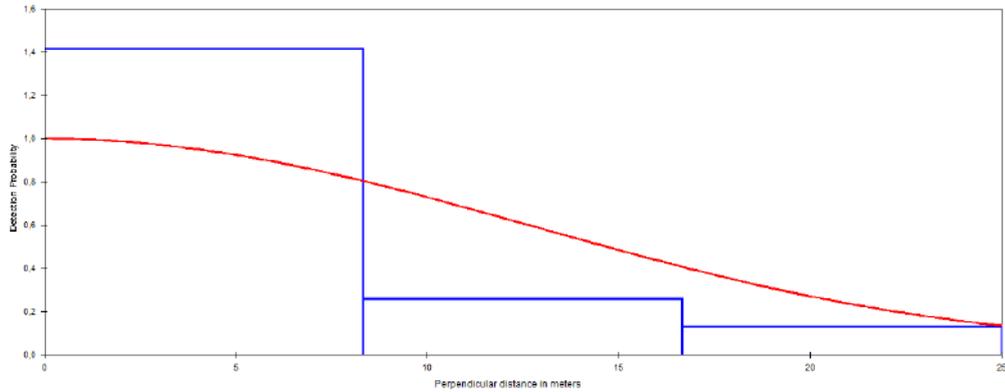
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Begon, M., M. Mortimer e D.J. Thompson. **Population ecology**.3ª ed. Blackwell, Oxford. 1996.
- Brokelman, W.Y. & Ali, R. **Methods of surveying and sampling forest primate populations**. In: C.W. Marsh & R.A. Mittermeier (Org.) Primate Conservation in the Tropical Forest. Alan R. Liss. New York. Pp. 23-62. 1987.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., L Laake, J.L., Borchers, D.L. & Thomas, L. **Introduction to Distance Sampling Estimating Abundance of Biological Populations**. Oxford University Press.432p. 2001.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R. & Laake, J.L. **Estimation of Density from Line Transect Sampling of Biological Population**. *Wildlife Monographs*, 72.201p. 1980.
- Charles-Dominique, P.; Atramentowicz, M.; Charles-Dominique, M.; Gérard, H.; Hladik, A.; Hladik, C. M. & Prévost, M. F. **Les mammifères frugivores nocturnes d'uneforêtguyanaise: inter-relations plantes-animaux**. *Rev. Ecol. (Terre etVie)* 35: 341-435. 1981.
- Cullen, L. & Rudran, R. **Transectos lineares na estimativa de densidade de mamíferos e aves de médio e grande porte**. In: Laury Cullen Jr, Rudy Rudran e Cláudio Valladares-Pádua (orgs) *Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre*. 2ª Edição. Editora Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Pp. 169-179. 2006.
- De Thoisy, B. Brosse, S. & Dubois, M.A. **Assessment of large-vertebrate species richness and relative abundance in Neotropical Forest using line-transect censuses: what is the minimal effort required?** *Biodiversity Conservation*, 17: 2627-2644. 2008.
- Eisenberg, J.F. & Thorington Jr, R.W. **A preliminary analysis of a neotropical mammal fauna**. *Biotropica*.150-161. 1973.
- Ferrari, S. F.; Iwanaga, S.; Ravetta, A. L.; Freitas, F. C.; Souza, B. A. R.; Souza, L. L.; Costa, C. G.; Coutinho P. E. G. **Dynamics of Primate Communities in the Context of Human Colonization along the Santarém-Cuiabá Highway in southern central Amazonia**. In: *Primates in Fragments*.1 ed. New York: Plenum Press, v.1, p. 123-144.2003.

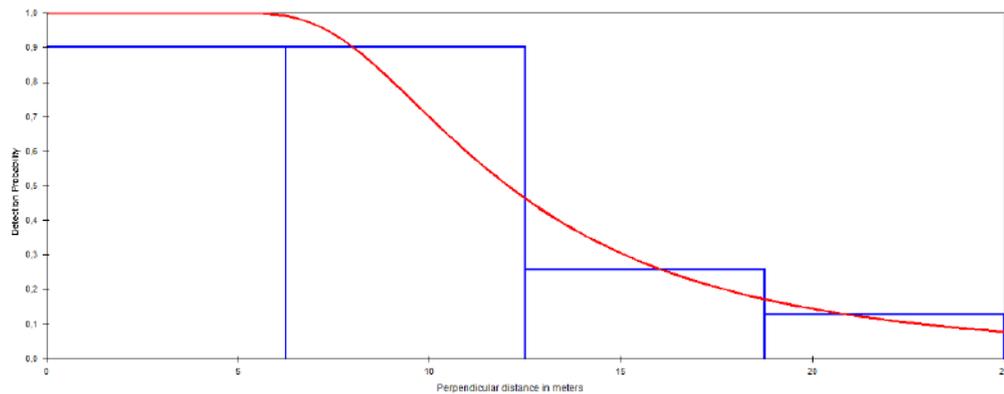
- Ferregueti, A. C.; Tomas, W.M & Bergallo, H.G. **Abundância e Densidade de Mamíferos de Médio e Grande Porte na Reserva Natural Vale**. In: Floresta Atlântica de Tabuleiro: Diversidade e Endemismos na Reserva Natural Vale, Chapter: 27, EDITORA RONA, pp.453-467.
- Fonseca, G.A.B. & Robinson, J.G. **Forest size and structure: competitive and predatory effects on small mammal communities**. *Biol. Conserv.* 53:265-294 1990.
- ICMBio, 2004. **Floresta Nacional do Tapajós - Plano de Manejo**. Brasília : Editora do MMA, v.1. 350 pp.
- IUCN. 2001. **IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1**. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.30 pp.
- Lopes, M.A. & Ferrari, S.F. **Effects of Human Colonization on the Abundance and Diversity of Mammals in Eastern Brazilian Amazonia**. *Conservation Biology*, 14: 1658-1665. 2000.
- Magnusson, William E. **Standard Errors of Survey Estimates: What Do They Mean?** *Neotropical Primates*, 9(2): 53-54. 2001.
- Munari, D.P.; Keller, C. & Venticinque, E.M. **An evaluation of field techniques for monitoring terrestrial mammals populations in Amazonia**. *Mammalian Biology*, 76: 401-408.2011.
- NRC – National Research Council. **Techniques for the Study of Primate Population Ecology**. National Academy Press, Washington D.D. 233p.1981.
- Paglia, A. P. et al. **Lista Anotada de Mamíferos do Brasil**. 2. Ed. Occasional Papers in *Conservation Biology*. NO. 6. 2012.
- Peres, C.A. **General guidelines for standarzing line-transect surveys of tropical forest primates**. *Neotropical Primates*, 7(1): 11-16. 1999.
- Peres, C.A. **Effects of subsistence hunting on vertebrate community structure in Amazonian forests**. *Conservation Biology*, 14, 240-153. 2000.

- Peres, C.A. & A.A.Cunha. **Manual para censo e monitoramento de vertebrados de médio e grande porte por transecção linear em florestas tropicais.** Wildlife Technical Series, Wildlife Conservation Society, Brasil. 2011.
- Ravetta, A.L. & Ferrari, S.F. **Geographic distribution and population characteristics of the endangered white-fronted spider monkey (*Ateles marginatus*) on the lower Tapajós River in central Brazilian Amazonia.** *Primates*, 50(3): 261-268.2009.
- Robinson, J.G. & Redford, K. **Body size, diet and population density of neotropical forest mammals.** *The American Naturalist*, 128 (5): 665-680. 1986.
- Schwarz, Carl J., and George A. F. Seber. **Estimating Animal Abundance: Review III.** *Statistical Science*, vol. 14, no. 4, 1999, pp. 427–456.
- Silva JR., J. S. S. **Problemas de amostragem no desenvolvimento da sistemática e biogeografia de primatas neotropicais.** *Neotrop. Primates*, v. 6, p. 21-22. Washington, D.C. 1998.
- Sinclair, A. R. E. **Mammal Population Regulation, Keystone Processes and Ecosystem Dynamics.** *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, v. 358, n. 1438, oct. 29, p. 1729-1740. 2003.
- Vieira, M. V.; Faria, D.; Fernandez, F.; Ferrari, S. F.; Freitas, S.; Gaspar, D. A.; Moura, R. T.; Olifiers, N.; Oliveira, P. P.; Ravetta, A. L. **Mamíferos** In: *Fragmentação de Ecossistemas - Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas.* 2 ed. Brasília : Editora do MMA, v.1, p. 125-151. 2005.
- Voss, R.S. & L.H. Emmons. **Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment.** *Bulletin of the American Museum of Natural History*, New York, 230: 1-115. 1996.
- Wilson, D.E.; Cole, F.R.; Nichols, J.D.; Rudran, R. & Foster, M.S. **Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals.** August 17, 1996. Smithsonian Institution.

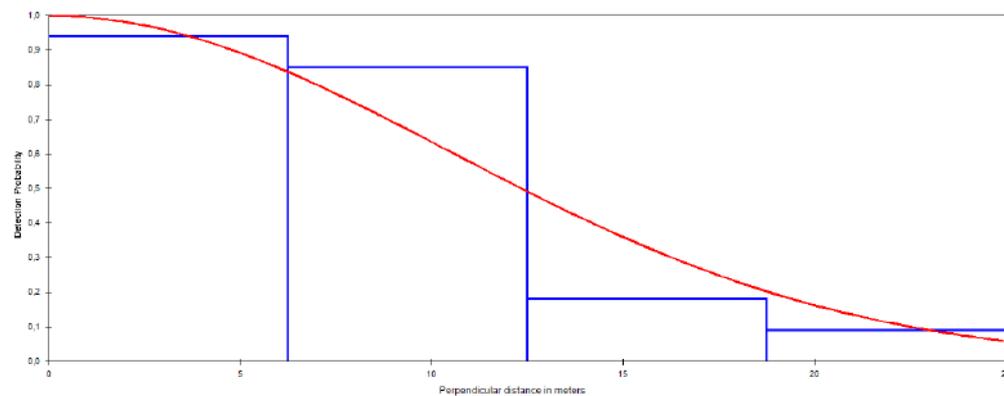
ANEXO I: Ajustes da função de detecção, e estimativas de densidade populacional para cutia – *Dasyprocta leporina* com diferentes esforços de amostragem.



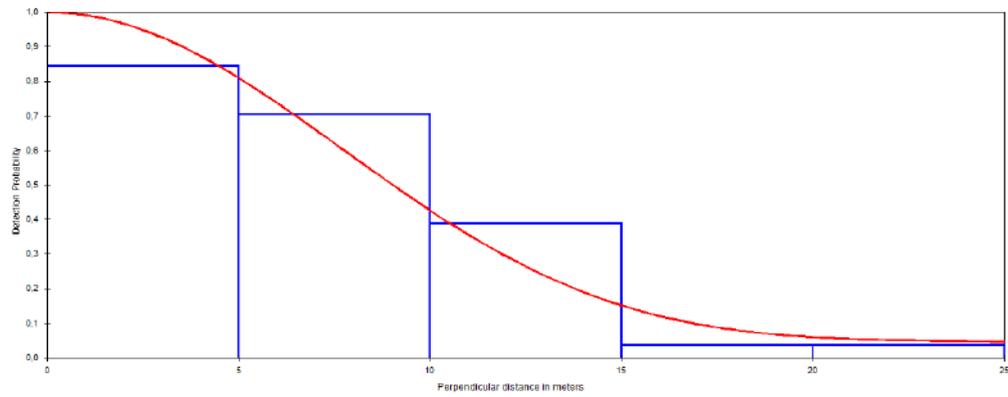
Função de detecção Uniform + cosine (GOF $X^2=0$) para um esforço de amostragem de 110,6 km percorridos em 10 dias.



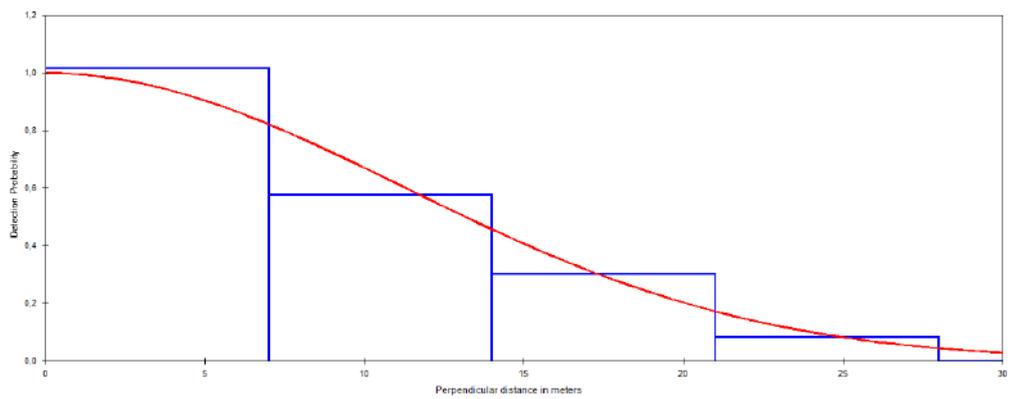
Função de detecção Hazard rate + cosine (GOF $X^2=0,417$) para um esforço de amostragem de 226,4 km percorridos em 20 dias.



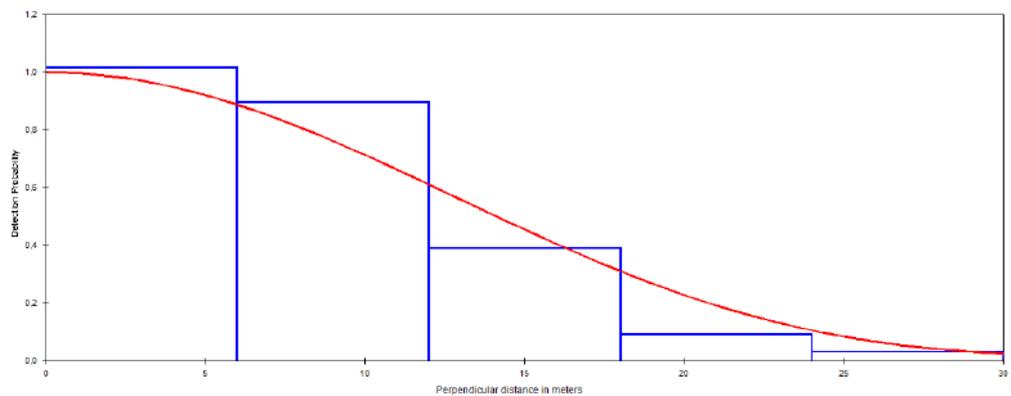
Função de detecção Half normal + simple (GOF $X^2=0,239$) para um esforço de amostragem de 339,5 km percorridos em 30 dias.



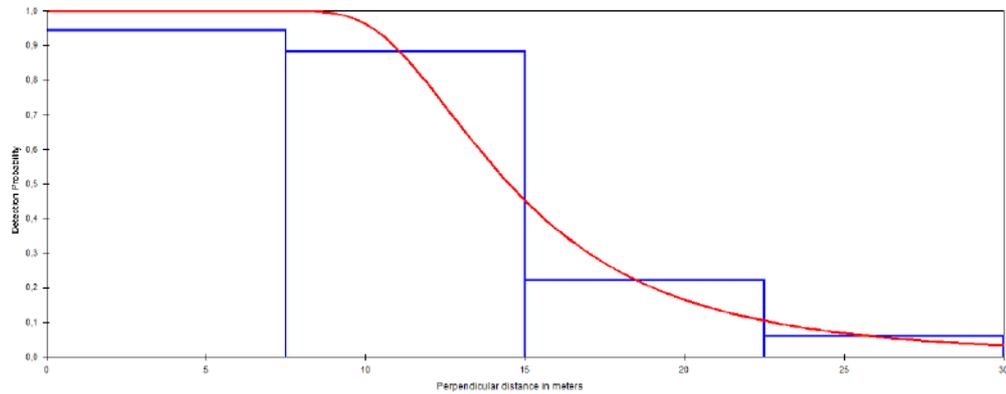
Função de detecção Half normal + cosine (GOF $X^2= 0,089$) para um esforço de amostragem de 462,2 km percorridos em 40 dias.



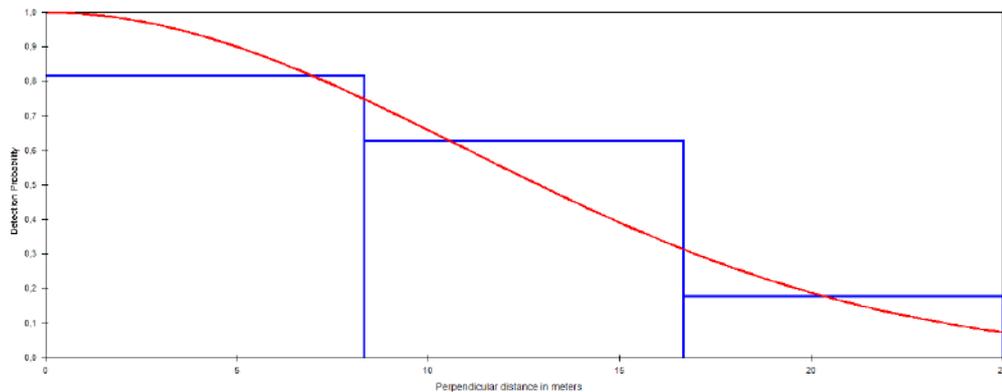
Função de detecção Half normal + cosine (GOF $X^2= 0,709$) para um esforço de amostragem de 586,2 km em 50 dias.



Função de detecção Uniform + cosine (GOF $X^2= 0,057$) para um esforço de amostragem de 710,2 km em 60 dias.



Função de detecção Hazard rate + cosine (GOF $X^2= 0,473$) para um esforço de amostragem de 834,2 km em 70 dias.

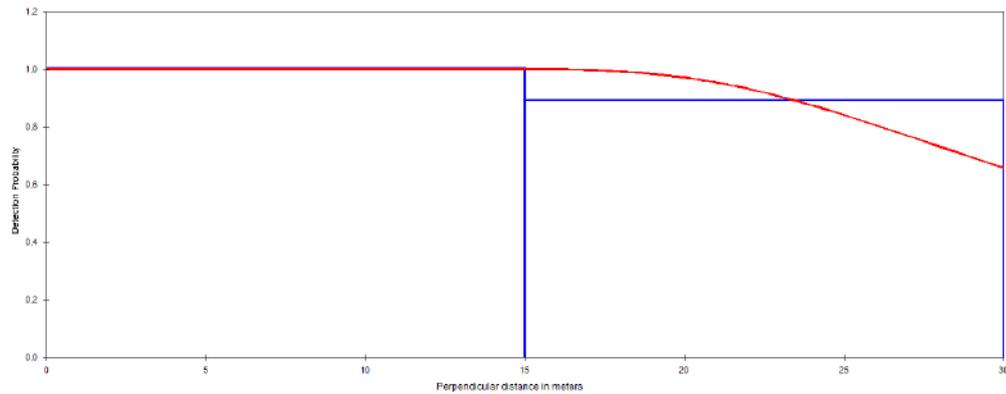


Função de detecção Half normal + cosine (GOF $X^2= 0,144$) para um esforço de amostragem de 962,2 km em 80 dias.

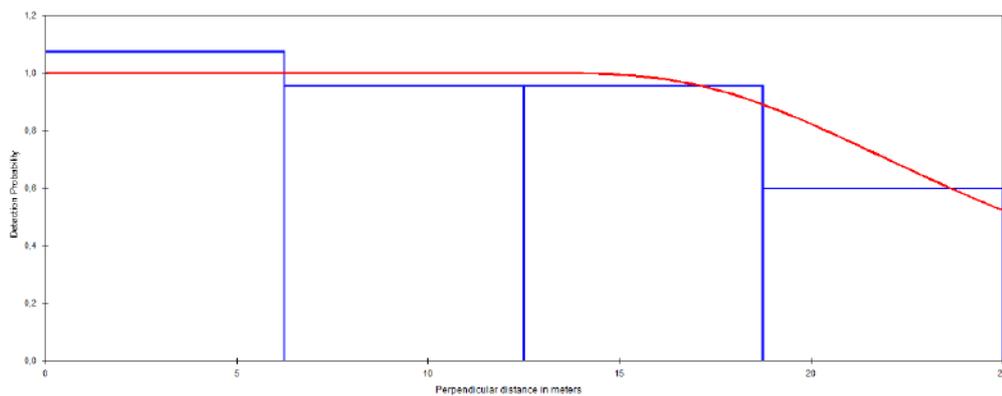
Estimativas de densidade populacional para cutia - *Dasyprocta leporina*, com o esforço de amostragem acumulado durante os levantamentos.

Dias (km percorridos)	D ind/km ²	Intervalo de confiança	
		mínimo	Máximo
10 (110,6)	4,22	2,64	6,74
20 (226,4)	5,48	3,92	7,66
30 (339,5)	5,28	4,59	6,05
40 (462,2)	6,15	5,04	7,49
50 (586,2)	4,44	3,89	5,07
60 (710,2)	3,92	3,38	4,55
70 (834,2)	3,98	3,44	4,60
80 (962,2)	4,58	4,07	5,16

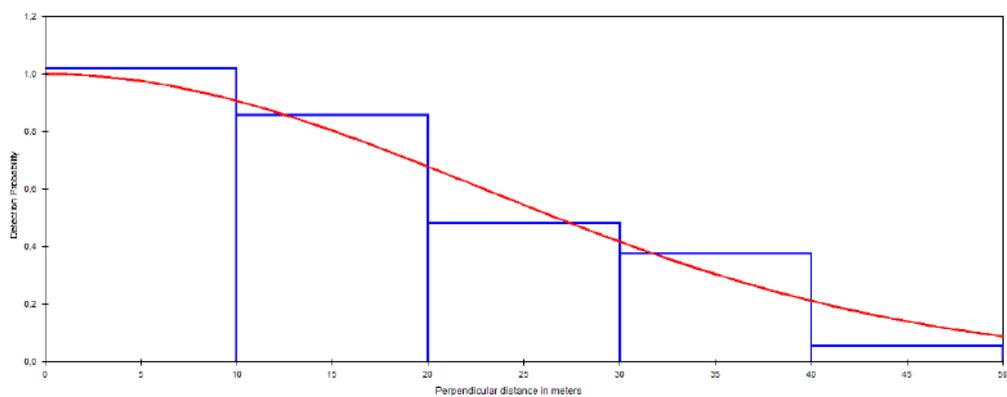
ANEXO II: Ajustes da função de detecção e estimativas de densidade populacional para guariba-das-mãos-ruivas – *Alouatta discolor* com diferentes esforços de amostragem.



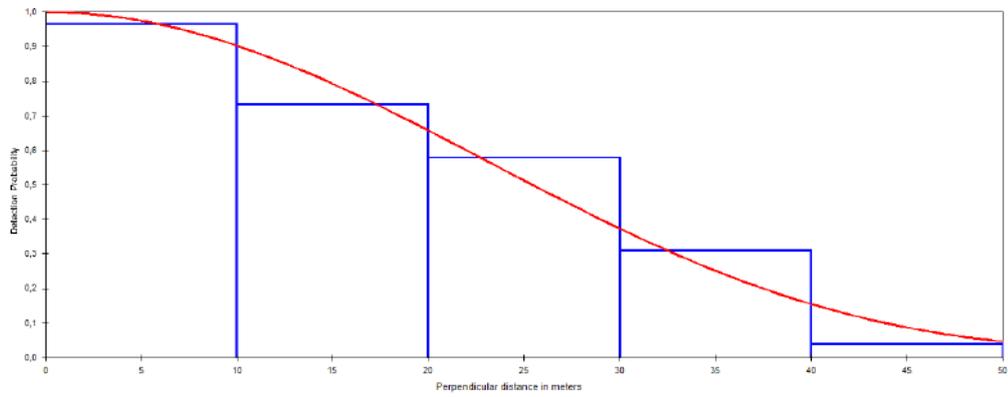
Função de detecção Hazard rate + cosine (GOF $X^2= 0$) para um esforço de amostragem de 110,6 km em 10 dias.



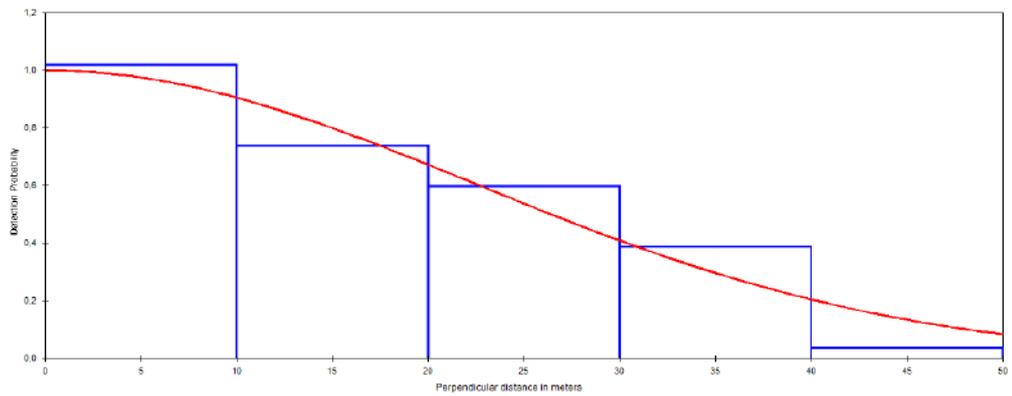
Função de detecção Hazard rate+ cosine (GOF $X^2= 0,175$) para um esforço de amostragem de 226,4 km em 20 dias.



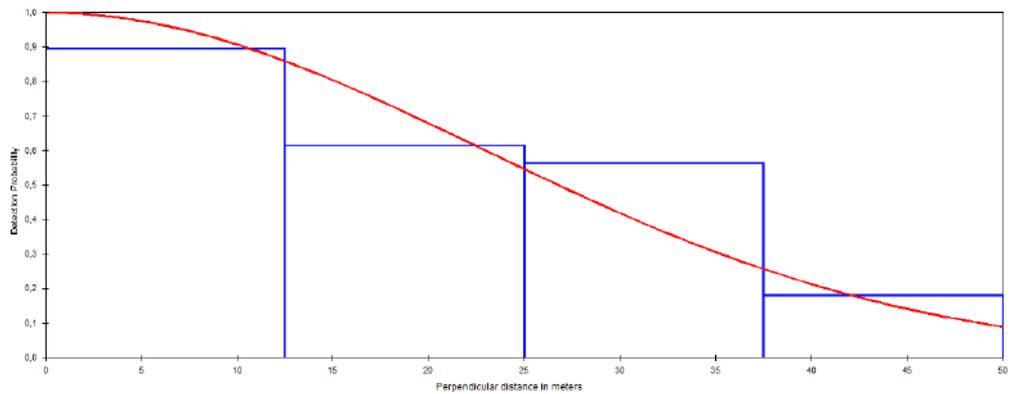
Função de detecção Half normal + hermite (GOF $X^2= 0,668$) para um esforço de amostragem de 339,5 km em 30 dias.



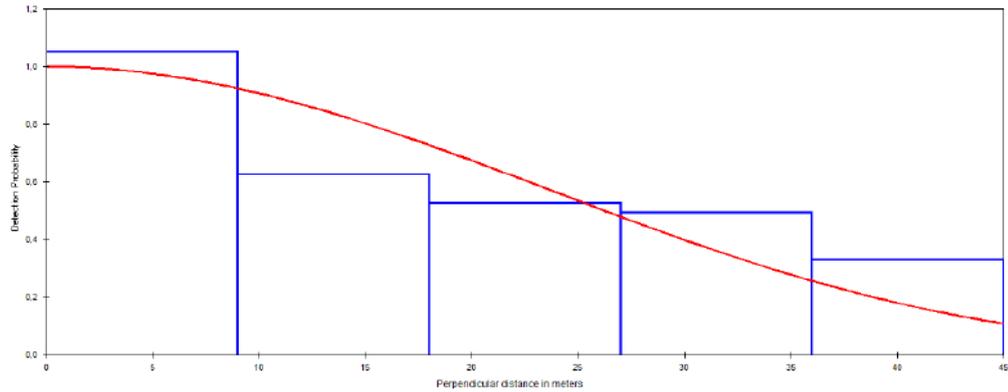
Função de detecção Uniform+ cosine (GOF $X^2= 0,499$) para um esforço de amostragem de 462,2 km em 40 dias.



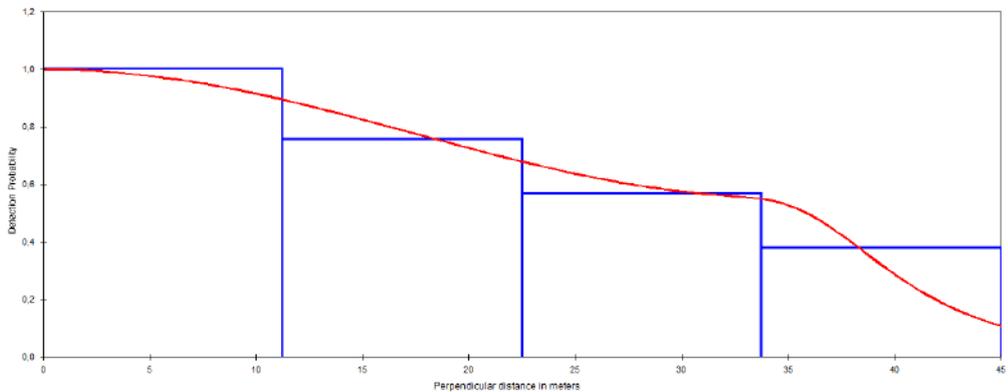
Função de detecção Hazard rate+ cosine (GOF $X^2= 0,366$) para um esforço de amostragem de 586,2 km em 50 dias.



Função de detecção Hazard rate + cosine (GOF $X^2= 0,178$) para um esforço de amostragem de 710,2 km em 60 dias.



Função de detecção Uniform+ cosine (GOF $X^2= 0,026$) para um esforço de amostragem de 834,2 km em 70 dias.

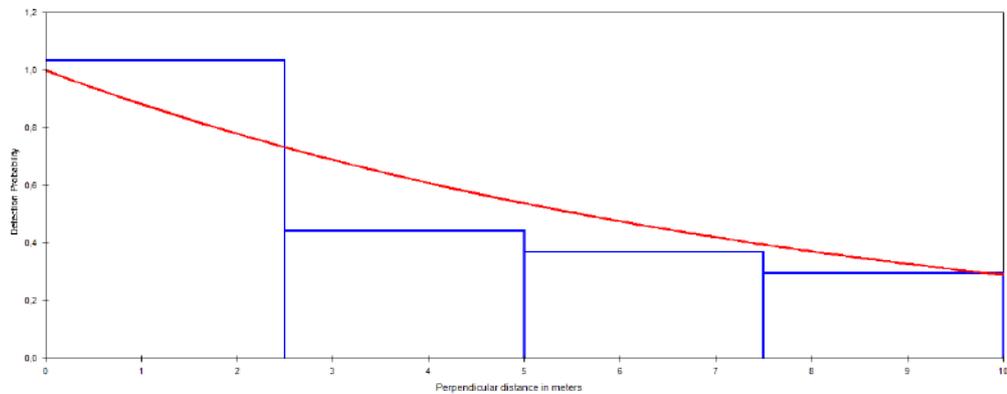


Função de detecção Hazard rate + cosine (GOF $X^2= 0,165$) para um esforço de amostragem de 962,2 km em 80 dias.

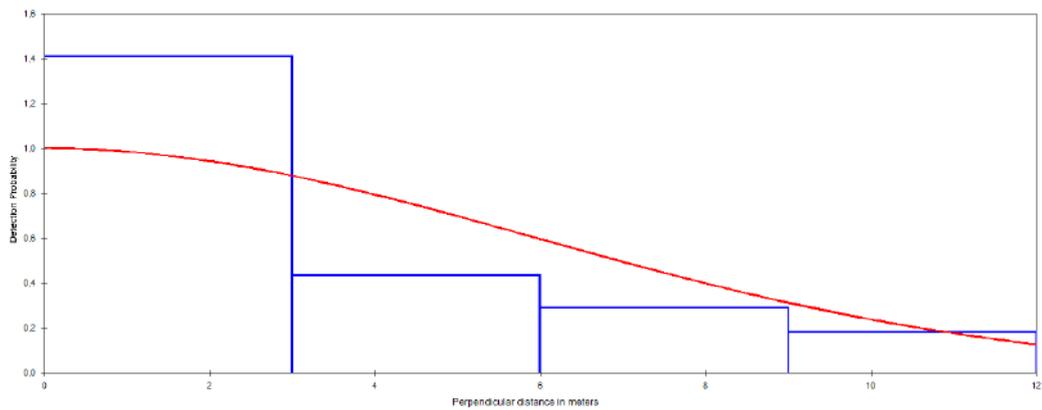
Estimativas de densidade populacional para guariba-das-mãos-ruivas – *Alouatta discolor*, com o esforço de amostragem acumulado durante os levantamentos.

Dias (km percorridos)	DS grupo/km ²	Intervalo de confiança	
		mínimo	máximo
10 (110,6)	2,70	1,82	4,01
20 (226,4)	2,29	2,29	3,82
30 (339,5)	2,75	2,30	3,28
40 (462,2)	2,80	2,33	3,37
50 (586,2)	2,43	2,08	2,85
60 (710,2)	2,20	1,88	2,58
70 (834,2)	2,02	1,70	2,41
80 (962,2)	1,71	1,36	2,14

ANEXO III: Ajustes da função de detecção e estimativas de densidade populacional para quatipuru – *Guerlinguetus aestuans* com dois esforços de amostragem.



Função de detecção Negative + cosine (GOF $X^2= 0,316$) para um esforço de amostragem de 462,2 km em 40 dias.

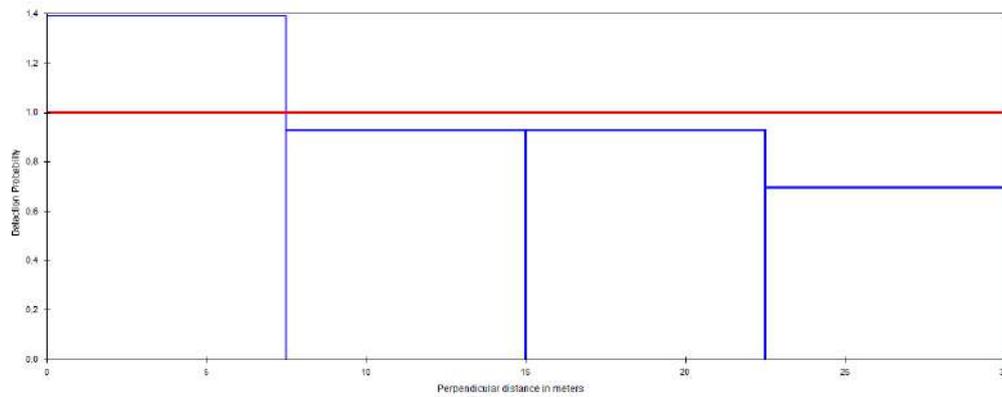


Função de detecção Half normal + hermite (GOF $X^2= 0,004$) para um esforço de amostragem de 962,2 km em 80 dias.

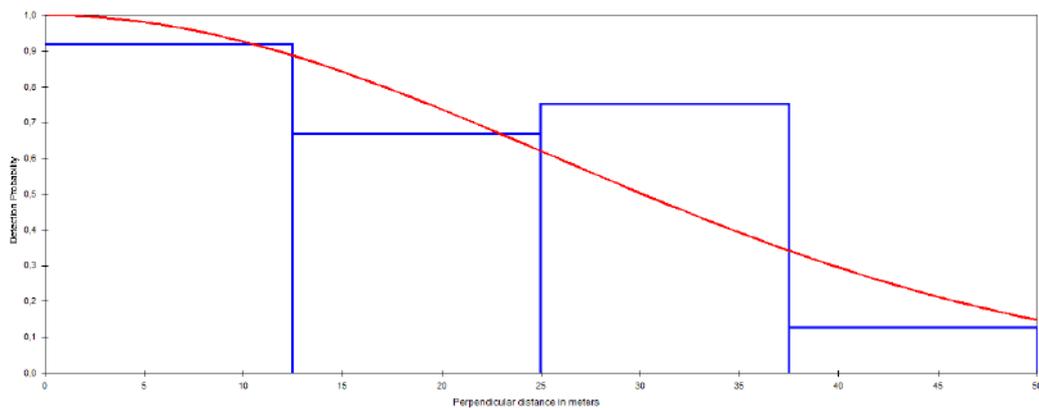
Estimativas de densidade populacional para quatipuru – *Guerlinguetus aestuans*, com o esforço de amostragem acumulado durante os levantamentos.

Dias (km percorridos)	DS grupo/km ²	Intervalo de confiança	
		mínimo	máximo
40 (462,2)	5,41	3,77	7,78
80 (962,2)	9,22	7,93	10,72

ANEXO IV: Ajustes da função de detecção e estimativas de densidade populacional para macaco-prego – *Sapajus apella* com dois esforços de amostragem.



Função de detecção Hazard rate+ cosine (GOF $X^2= 0,122$) para um esforço de amostragem de 462,2 km em 40 dias.

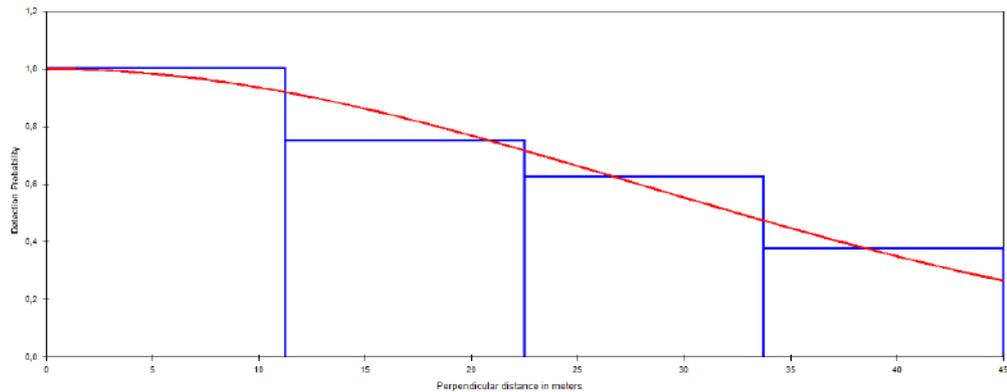


Função de detecção Half normal + cosine (GOF $X^2= 0,073$) para um esforço de amostragem de 962,2 km em 80 dias.

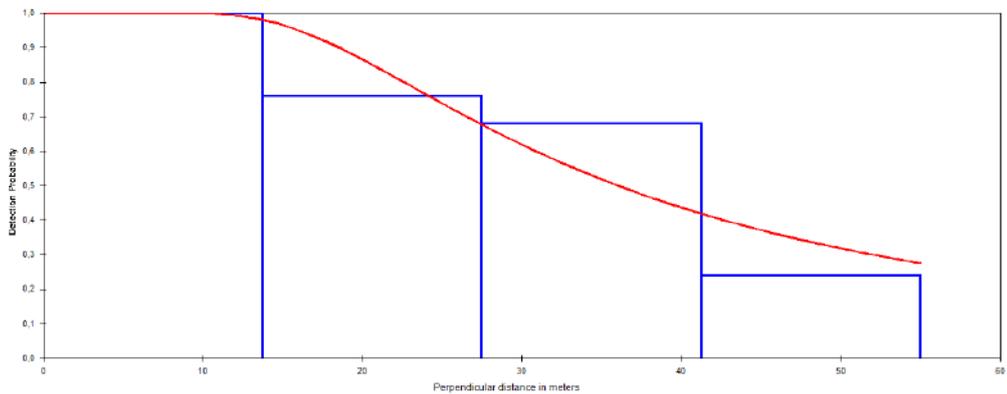
Estimativas de densidade populacional para macaco-prego – *Sapajus apella*, com o esforço de amostragem acumulado durante os levantamentos.

Dias (km percorridos)	DS grupo/km ²	Intervalo de confiança	
		Mínimo	máximo
40 (462,2)	0,57	0,57	0,57
80 (962,2)	1,91	1,51	2,42

ANEXO V: Ajustes da função de detecção e estimativas de densidade populacional para coatá-da-testa-branca – *Ateles marginatus* com dois esforços de amostragem.



Função de detecção Half normal + cosine (GOF $X^2= 0,926$) para um esforço de amostragem de 462,2 km em 40 dias.



Função de detecção Hazard rate + cosine (GOF $X^2= 0,165$) para um esforço de amostragem de 962,2 km em 80 dias.

Estimativas de densidade populacional para coatá-da-testa-branca – *Ateles marginatus*, com o esforço de amostragem acumulado durante os levantamentos.

Dias (km percorridos)	DS grupo/km ²	Intervalo de confiança	
		mínimo	máximo
40 (462,2)	1,25	0,97	1,62
80 (962,2)	0,91	0,67	1,23