



REESMA, Humaitá - Amazonas, Ano 18, Volume XVIII, nº ESPECIAL, Jul-dez. 2025

PROTOCOLO PARA AMOSTRAGEM DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE NO SISTEMA RAPELD ATRAVÉS DO MÉTODO DE TRANSECTO LINEAR

PROTOCOL FOR THE MEDIUM-SIZE AND LARGE MAMMALS' SAMPLE OF THE RAPELD SYSTEM THROUGH THE LINE TRANSECT METHOD

Antonio Rossano Mendes Pontes¹, Tainara Sobroza², Rafael Magalhães Rabelo³,
Anamélia de Souza Jesus³
& Clarissa Rosa⁴

Resumo:

Pesquisadores vêm utilizando métodos de transecção linear para monitoramento de mamíferos de médio e grande porte em ambientes naturais desde os anos 1970. Esse método envolve o registro de espécies ao longo de trilhas pré-definidas, nas quais observadores registram avistamentos de animais, anotando informações como localização, data, horário e distância perpendicular do animal até a trilha, entre outros. Nesse sentido, propomos um protocolo de amostragem de mamíferos terrestres e arborícolas de médio e grande porte com uso de transecção linear para o sistema de trilhas RAPELD. O protocolo apresentado inclui materiais a serem levados ao campo, manutenção das trilhas, dados a serem registrados a cada visualização de uma espécie, forma de realizar os censos nas trilhas, pressupostos do método, esforço amostral, avaliação da qualidade dos dados, dicas de boas práticas, gestão de dados e perspectivas do uso do método no sistema RAPELD. Esse protocolo não só subsidia o monitoramento da população de mamíferos de médio e grande porte, como também é aplicável a outras espécies de vertebrados, incluindo aves e répteis de médio e grande porte, especialmente em estudos que visam avaliar impactos antrópicos sobre a densidade de espécies específicas.

Palavras-chave: Abundância, densidade, levantamento, inventário, vertebrados, Amazônia

¹ Estrada de Aldeia, 12.948, Cond. Luzanópolis, Casa 55, Aldeia, CEP: 54.789-000, Camaragibe, PE, Brasil. Email: mendespontes@gmail.com

² Departamento de Biologia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil.

³ Instituto de desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefé, AM, Brasil

⁴ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus – AM, Brasil



Abstract:

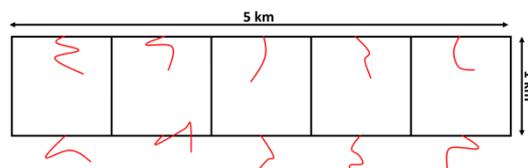
Researchers have been using methods to monitor medium- and large-bodied mammals in natural environments, employing the line-transect method since the 1970s. This method involves recording species along predefined trails, where observers document animal sightings, noting information such as location, date, time, and the perpendicular distance of the animal from the trail, among other details. In this context, we propose a sampling protocol for medium- and large-bodied terrestrial and arboreal mammals using the line-transect method within the RAPELD trail system. The proposed protocol includes materials to be taken into the field, trail maintenance, data to be recorded for each species sighting, procedures for conducting censuses along the trails, method assumptions, sampling effort, data quality assessment, best practice recommendations, data management, and perspectives on the method's application within the RAPELD system. This protocol not only supports monitoring the populations of medium- and large-bodied mammals but is also applicable to other vertebrate species, including medium- and large-bodied birds and reptiles, particularly in studies aimed at assessing anthropogenic impacts on the density of specific species.

Keywords: Abundance; Density; Survey; Inventory; Vertebrates; Amazon.

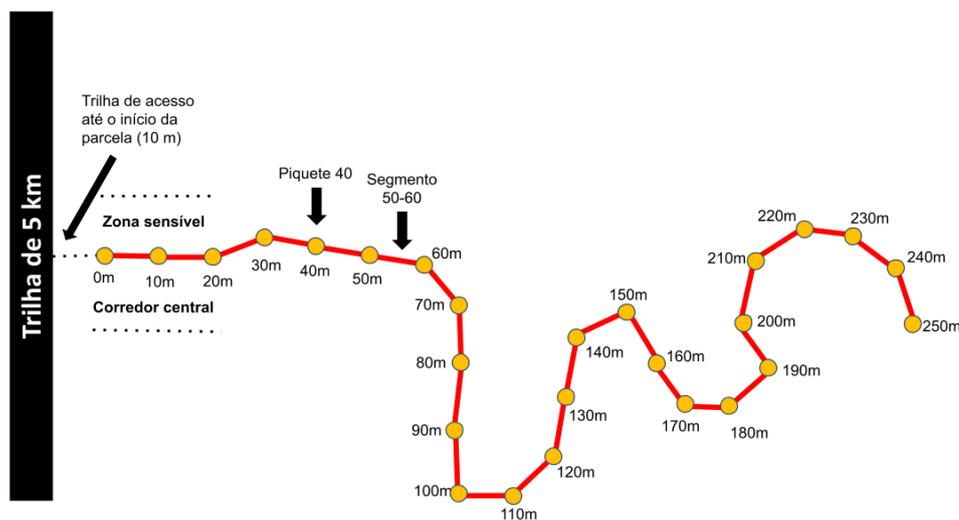


As **parcelas ripárias** estão localizadas às margens de pequenos cursos d'água, também com 250 metros de comprimento. Cada parcela é demarcada ao longo da margem direita do curso d'água, seguindo em direção à nascente (montante), com piquetes a cada 10 metros. Elas sempre começam onde a trilha principal da grade ou módulo cruza o curso d'água

Módulo de amostragem com as trilhas principais de 5 km e parcelas dispostas a cada 1 km



As **parcelas aquáticas fixas** são posicionadas nos canais dos riachos, geralmente a 10 metros da trilha principal. Cada parcela mede 50 metros de comprimento, com piquetes nos pontos 0, 16, 32 e 50 metros, instalados próximos às margens para representar adequadamente o ambiente aquático.





1 INTRODUÇÃO

Desde os anos 1970 cientistas buscam formas não invasivas de se obter dados de mamíferos de médio e grande porte que possibilitem fazer estimativas populacionais no ambiente natural (BROCKELMAN e ALI, 1987; BUCKLAND et al., 1993; BURNHAM et al., 1980; NRC, 1981; ROBINETTE et al., 1974). O método de transecção linear é, portanto, um dos mais antigos utilizados para mamíferos de médio e grande porte, o que faz com que dados históricos estejam disponíveis e possibilitem a integração dessas informações (NARVÁEZ-TORRES et al., 2024).

Um dos principais motivos que permitem essa integração, é o fato de que muitos cientistas usavam trilhas para amostragem dos mamíferos de médio e grande porte, ao longo das quais os dados eram obtidos, ou seja, usavam o método de transecção linear (ex. EISENBERG, 1980; EISENBERG; REDFORD, 1979; EISENBERG; THORINGTON, 1973; EMMONS, 1984; GLANZ, 1990; JANSON; EMMONS, 1990; MALCOLM, 1990; PERES, 1996; ROBINSON; REDFORD, 1986; VOSS; EMMONS, 1996). Dessa forma, a partir de dados de transecção elaborou-se um arcabouço teórico amplamente utilizado para estimar densidades de espécies a partir de avistamentos dos animais a distâncias que podem ser medidas em campo (BUCKLAND et al., 1993). Com essas distâncias são aferidas áreas de detecção e, consecutivamente, é possível estimar a densidade dos organismos a partir das áreas aferidas (ex. grupos/km²).

Um dos programas mais recorrentemente utilizados para tal estimativa é o software *Distance* (www.distancesampling.org), bem como pacotes de programação utilizado no software *R*, como *distance* e *dsm* (MILLER et al., 2013), que utilizam o mesmo maquinário analítico para as estimativas populacionais. Vale salientar, no entanto, que transecções lineares também são utilizadas para outras estimativas de abundância que não requerem a aferência de distância como as taxas de avistamentos (ex. indivíduos /10 km² ou grupos/10 km²) que presumidamente tem relação com as densidades dos organismos (GADELHA et al., 2017).

De acordo com este método, um ou dois observadores percorrem as trilhas a uma velocidade constante de, em geral, 1 a 2 km/h, com paradas eventuais para observar o entorno. Quando um animal é avistado, registra-se, no mínimo, a localização ao longo da trilha, data, horário (assim como horário de início e final do percurso), e distância percorrida. Para estimativas de densidade, também é necessário estimar a distância



perpendicular do animal até a trilha ou do animal até o observador (BUCKLAND et al., 2010). Quando o registro é de um grupo (ex. primatas), idealmente deve-se considerar o registro da localização do centro do grupo dos animais observados (WHITESIDES et al., 1988). Na prática, entretanto, isso é altamente difícil, já que nem sempre é possível avistar o grupo inteiro, em especial, para animais que formam agrupamentos sociais temporários e dispersos (HASSEL-FINEGAN et al., 2008). O que muitos pesquisadores têm feito é estimar a distância até o primeiro animal observado, no entanto deve-se ter em mente que ao utilizar tais distâncias, há uma tendência de que as estimativas de densidade, ou seja, de número de animais por área, sejam superestimadas (BUCKLAND et al., 2015).

Para estimar densidades utilizando o software *Distance* e similares, alguns pressupostos devem ser seguidos (BUCKLAND et al., 1993): (1) animais diretamente sobre a trilha sempre serão vistos; (2) os animais devem ser vistos antes de nos virem (antes de se evadirem); (3) medidas devem ser obtidas de forma acurada; (4) os registros dos animais devem ser eventos independentes e, (5) para cada espécie haverá uma largura efetiva do transecto, dentro da qual será possível detectar os animais (que nas florestas tropicais é de no máximo 50 m para cada lado da trilha). Nem sempre é possível cumprir todos pressupostos, no entanto, MENDES PONTES (1999; 2004) realizou estimativas populacionais a partir de dados de transecto em linha em uma trilha permanente da Estação Ecológica de Maracá, Roraima, e mostrou que era factível a realização de censos de transecto em linha atendendo a todos os pressupostos do método. Entretanto, para ter dados suficientes de toda a assembleia de mamíferos de médio e grande porte da área, o mesmo teve que realizar censos (caminhadas; levantamentos) semanais pelo período de um ano (12 meses) e percorrer 1.180 km, ao longo de um transecto (trilha) de 10 km, o que demonstra o nível de comprometimento necessário em certas áreas de estudo.

Considerando o esforço necessário para atingir tais pressupostos, deve-se sempre considerar o objetivo de cada estudo e a escala de tempo a ser utilizada tanto para a coleta de dados quanto para as questões ecológicas a serem respondidas. Em termos espaciais, o sistema RAPELD foi revolucionário pois o sistema de grades e de trilhas permanentes possibilita a implementação do esforço necessário (em km) para estudos a longo prazo de toda a biodiversidade e dos processos ecológicos à nível de paisagem (MAGNUSSON et al., 2005; COSTA; MAGNUSSON, 2010). O método RAPELD tem sido utilizado com sucesso em estudos de comunidades de primatas, de mamíferos de médio e grande porte



terrestres e escansoriais e até mesmo para estudo do impacto da caça sobre mamíferos (MENDES PONTES et al., 2012; MELO et al., 2015; GADELHA et al., 2017).

Para que tais estudos realizados sejam comparativos e integrados, é importante que os protocolos de coleta de dados sejam padronizados. Sendo assim, apresentamos um protocolo de amostragem de médios e grandes mamíferos utilizando transecção linear para ser utilizado em sistemas RAPELD.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Materiais

O método de transecção linear é relativamente barato, já que envolve principalmente pessoas e materiais permanentes sem a necessidade de compra de uma grande quantidade de materiais de consumo ou reposição de materiais como pode ocorrer com outros métodos. Ainda assim, em geral, os pesquisadores já saem do campo com pelo menos uma lista de espécies. Adicionalmente, o tempo para processamento dos dados é relativamente curto se comparado a outros métodos. De forma geral, a transecção linear é um método eficaz, especialmente para animais arborícolas que possuem baixa detecção através de outros métodos, como o uso de armadilhas fotográficas.

- Binóculos (sugestão: 10x14): para a observação e contagem de animais
- Trena de 50 metros ou telêmetro a laser: para a obtenção das medidas entre o animal e o observador, e/ou da distância perpendicular entre o animal e a trilha
- Bússola: para obtenção do azimute
- Relógio: para registrar a hora da observação, início e fim do censo
- Lanterna: para iluminar a trilha durante censos noturnos
- Farol de milha para iluminar e identificar animais quando vistos à noite
- Pilhas e/ou baterias: pilhas e/ou baterias extras para a lanterna e farol de milha
- Caderneta ou prancheta com fichas de campo
- Caneta, lápis, borracha e apontador
- Facão (terçado): para abrir caminho para medir as distâncias até onde o animal se encontrava localizado



- Câmera fotográfica com zoom óptico ou digital capaz de realizar o registro dos animais avistados a curta e média distâncias
- Equipamentos de proteção individual, tais como: kit de primeiros socorros (bandagens, antisséptico, pinça, analgésicos, antialérgicos, remédios de uso individual ou aqueles prescritos por médicos, entre outros), capa de chuva, repelente de insetos, protetor solar e perneiras
- Vacinação: é recomendável que todos os membros da equipe estejam imunizados com as vacinas recomendadas para atividades de campo, incluindo: Febre Amarela, Antitetânica, Hepatite B, e outras vacinas recomendadas para a área de estudo, conforme orientações de saúde pública.

2.2 Método

Grades e módulos do sistema RAPELD possuem trilhas paralelas e lineares de 5 km de extensão, que se distanciam entre si, de forma regular, por 1 km, garantindo uma amostragem sistemática e representativa dos diferentes ambientes (MAGNUSSON et al., 2005).

Antes de ir para campo é importante fazer um reconhecimento da área através dos mapas do seu sítio, levantamento bibliográfico e observação de mapas de distribuição de espécies. Faça uma lista prévia de espécies esperadas para o local e veja fotos para reconhecimento delas em campo. Atente-se para locais de possíveis simpatria entre espécies do mesmo gênero e anote características que permitam diferenciar espécies.

Antes do início da coleta de dados, as trilhas devem ser limpas para remover troncos caídos (com a ajuda de motosserra quando necessário), galhos, entulhos, e idealmente as trilhas devem ser varridas com ancinho. Esta limpeza reduzirá os ruídos proveniente da locomoção dos pesquisadores e o potencial afugentamento dos animais. Recomenda-se que essa limpeza seja realizada pelo menos 48 horas antes da amostragem, pois a limpeza pode afugentar temporariamente os animais que vivem nas proximidades das trilhas.

Em termos de logística, a técnica de varrer e limpar totalmente as trilhas têm se mostrado eficaz para a detecção de mamíferos de médio e grande porte, mesmo aqueles de densidades naturais muito baixas, ou crípticos, como cachorros do mato vinagre, *Speothos venaticus*, onças pardas, *Puma concolor* e onças pintadas, *Panthera onca*



(MENDES PONTES, 1997; 1999; 2004; MENDES PONTES; CHIVERS, 2007). Mais importante ainda, este procedimento possibilita o cumprimento de alguns dos pressupostos para estimativas de densidade a partir de estimativas de distâncias (BURNHAM et al., 1980; BUCHLAND et al., 1993): (1) Animais diretamente sobre a trilha sempre serão vistos; (2) Os animais devem ser vistos antes de nos virem (antes de se evadirem); (3) Medidas devem ser obtidas de forma acurada; (4) Os registros dos animais devem ser eventos independentes, e (5) Para cada espécie haverá uma largura efetiva do transecto, dentro da qual será possível detectar os animais (que nas florestas tropicais é de no máximo 50 m para cada lado da trilha).

Ao iniciar a coleta de dados deve-se anotar o dia, hora de início das atividades, trilhas a serem percorridas e nome dos observadores. Durante a coleta de dados, dois observadores devem caminhar ao longo das trilhas dos módulos ou grades, à uma velocidade de 1 km/h, registrando todas as observações feitas de mamíferos de médio e grande porte ao longo da caminhada. Uma vez que os animais são detectados, registra-se a espécie, número de indivíduos (em caso de grupos/subgrupos) e a localização ao longo da trilha (através de GPS e/ou anotando a distância ao longo da trilha de acordo com os piquetes). Em caso de detecção de associações poliespecíficas, ou seja, grupos formados por mais de uma espécie, deve-se registrar separadamente cada espécie.

Para animais diurnos, o início do levantamento deve ser às 06:00 h, para que se tenha tempo de percorrer os 5 km de trilha em igual velocidade de 1 km/h ainda no período da manhã. Têm-se então um breve intervalo de almoço e se retoma o censo na trilha seguinte, encerrando, aproximadamente às 17:00 h. Em módulos do sistema RAPELD, pode-se realizar transecção linear também na trilha de 1 km que liga as duas trilhas principais de 5 km. Os censos noturnos devem se iniciar às 18:00 h, também à 1 km/h, e encerrar às 05:00 h.

Para estimativas de densidade com o uso do método de amostragem de distâncias, também é necessário estimar a distância perpendicular do animal ou grupo/subgrupo até a trilha e do animal ao observador. Quando o registro é de um grupo (ex. primatas) idealmente deve-se considerar a localização a partir do centro/centróide da unidade social avistada até a trilha (Figura 1). Os pesquisadores não podem sair da trilha durante a amostragem, a não ser no momento de realizar a medição das distâncias, quando o observador leva a ponta da trena até o local onde o animal (ou grupo) foi avistado e o

anotador fica segurando a trena no centro da trilha. Para animais que vivem em grupos, deve-se contar o número de indivíduos antes do observador sair da trilha para medir a distância perpendicular. É comum o observador detectar um animal primeiramente pela sua vocalização. Nesse caso, deve-se atentar para não sair da trilha para tentar visualizar o animal, para não comprometer a medida da distância perpendicular. Para a estimativa de densidade utilizando amostragem de distâncias não são incluídos registros auditivos, uma vez que não é possível estimar a distância exata até os animais.



Figura 1- Medidas que podem ser obtidas a partir da visualização de mamíferos ao longo da trilha. α : ângulo da visualização (azimute); r : distância animal-observador; x : distância perpendicular (animal-trilha); h : estratificação vertical da visualização (altura) (Adaptado de Luna, 2013).

Além do nome da espécie, número de indivíduos, distância perpendicular e distância do animal ao observador, pode-se anotar outras informações relevantes como horário, posição do registro ao longo da trilha, atividade, tipo de ambiente e altura em que o animal foi detectado (para animais arborícolas). A utilização de códigos para registrar espécies, atividades, classes sexo-etárias etc., otimiza o tempo de coleta de dados, agilizando o processo de registro em campo. No entanto, é essencial que a legenda dos códigos seja incluída em uma lista anexa às planilhas de campo e entre os metadados,



garantindo clareza e evitando ambiguidades na interpretação dos registros. Em caso de chuva, a amostragem deve ser temporariamente interrompida, registrando-se o horário de interrupção e a posição ao longo da trilha onde a amostragem foi interrompida. Ao final da trilha, registra-se o horário final e as condições climáticas predominantes durante o período da amostragem (sol, nublado, vento, chuva fraca, etc). Em situações assim, é primordial que a velocidade e o tempo percorrido por km sejam mantidos após a chuva, independente se a amostragem da trilha irá finalizar após o horário inicialmente previsto por esse protocolo. Tudo isso deve ser devidamente registrado em uma ficha de campo (Material Suplementar S1) (ver item abaixo “Gestão de Dados).

As transecções lineares também podem ser utilizadas para detecção de vestígios como pegadas, fezes e vocalizações. No caso de pegadas e fezes detectadas ao longo da trilha (Material Suplementar S2), deve-se marcar os vestígios (ou remover da trilha) para evitar a dupla detecção, caso a trilha seja reamostrada. Em caso de vocalizações sem o avistamento da espécie, registra-se apenas a detecção da vocalização sem sair da trilha. Porém os registros de vestígios não podem ser utilizados em medidas de abundância e densidade, servindo como forma de identificação da presença das espécies na área, o que é extremamente relevante para inventários e estudos de assembleias de mamíferos de médio e grande porte.

2.2.1 Gestão dos dados

Idealmente, tabule os dados imediatamente após a expedição de campo. Caso algum detalhe esteja errado na planilha de campo, é mais fácil de lembrar e corrigir na tabela de dados. Não deixe de incluir nos metadados os códigos de seus registros e os detalhes de como as distâncias foram aferidas. Especialmente, inclua na tabela de dados as coordenadas, e não apenas o número de marcação da trilha. Isso facilitará análises de dados por terceiros e a realização de trabalhos colaborativos.

2.2.2 Horário e velocidade para os levantamentos

Deve-se realizar paradas regulares rápidas a cada 100 m para se escanear o ambiente procurando por (a) sons nos galhos das árvores, (b) vocalizações, (c) barulhos no folhicho, (d) odores característicos, (e) pegadas e (f) fezes. Tais vestígios indicam a presença dos animais na área, os quais poderão ser visualizados em seguida.





O tempo de observação durante cada visualização deverá ser de no máximo 15 minutos, para que não comprometa o tempo necessário para realização do restante do censo. Dependendo do número de animais avistados, das condições de tempo, do tipo de floresta, do relevo do terreno, da distância de cada trilha e da grade em relação ao alojamento, os horários irão obrigatoriamente variar entre as trilhas e principalmente entre grades (sítios), portanto, quanto mais distante do final do levantamento, mais rápido deverão ser feitos os registros na tabela de campo no momento da visualização. Entretanto, a velocidade do levantamento ao longo da trilha deve obrigatoriamente permanecer a mesma.

2.2.3 Expedições (Campanhas)

Aconselha-se a realização de duas campanhas de amostragem em campo por ano, uma na estação seca e outra na estação chuvosa, em locais acessíveis durante as duas estações. O tempo necessário para a amostragem pode variar dependendo do tamanho e configuração das grades ou módulos, que podem incluir desde trilhas isoladas até grades completas com múltiplas trilhas interligadas.

De modo geral, para a amostragem em uma grade completa recomenda-se um mínimo de quatro semanas (duas semanas para censos diurnos e duas para noturnos) por estação. Alternativamente, esse mesmo período pode ser suficiente para a amostragem em três módulos relativamente próximos (~ 50 km considerando um dia de trânsito entre módulos).

2.2.4 Esforço amostral

Idealmente, os levantamentos nas grades devem ser realizados em duas trilhas de 5 km por dia, para cobrir tanto o período da manhã (06:00 h às 11:00 h) quanto o da tarde (12:00 h às 17:00 h). Com isso também se otimiza os recursos dos projetos, já que menos dias de expedição são necessários.

Em sistema de grades, as trilhas devem ser percorridas no mínimo duas vezes por amostragem, sendo uma vez no sentido horário e um no sentido anti-horário, de forma que se cubra todo o sítio duas vezes em cada uma das campanhas (viagens de campo). Em grades, percorrer 120 km é o ideal, sendo 60 km no sentido Norte-Sul (30 km no sentido horário e 30 no sentido anti-horário), e 60 km no sentido Oeste-Leste (30 km no



sentido horário e 30 no sentido anti-horário) (Tabela 1). O trajeto do acesso utilizado para ir de uma trilha de 5 km Norte-Sul a outra, não é incluída no levantamento, pois será incluída no levantamento das trilhas Leste-Oeste e vice-versa. No dia de campo seguinte, se realiza os levantamentos das outras trilhas Norte-Sul ou Leste-Oeste e assim sucessivamente, cobrindo todas as trilhas da grade. O mesmo esforço deve ser feito nos censos noturnos, o que resultará em uma amostra final de 240 km percorridos (Tabela 1).

Consideramos que a realização de apenas duas viagens de campo por ano de amostragem, viabiliza a realização e/ou replicação pela maioria dos estudantes ou profissionais, sem grandes custos financeiros. Assumimos que o ideal para a realização dos censos por campanha são duas pessoas, especialmente à longo prazo, visto que o erro de amostragem inerente à cada observador, aumenta quando há diferentes pessoas realizando censos para uma mesma matriz de dados. Ainda, a duração das campanhas deve levar em consideração o tempo para descanso dos observadores a cada um ou dois dias de censo, para que o cansaço não afete a qualidade dos dados.

Tabela 1 - Tabela para medir o esforço amostral da amostragem de mamíferos de médio e grande porte ao longo das trilhas das grades RAPELD de 25 km².

| Dia: | Horário (início) | Horário (fim) | Trilha: | Sentido: | Km andados | Direção | Período do dia |
|------|------------------|---------------|---------|----------------------|----------------------------|-----------|----------------|
| 1 | 06:00 h | 11:00 h | 1 | Horário (ida) | 5 km | Norte-Sul | Diurno |
| | 12:00 h | 17:00 h | 2 | Horário (volta) | 5 km | | |
| 2 | 06:00 h | 11:00 h | 3 | Horário (ida) | 5 km | | |
| | 12:00 h | 17:00 h | 4 | Horário (volta) | 5 km | | |
| 3 | 06:00 h | 11:00 h | 5 | Horário (ida) | 5 km | | |
| | 12:00 h | 17:00 h | 6 | Horário (volta) | 5 km | | |
| 4 | 06:00 h | 11:00 h | 6 | Anti-horário (ida) | 5 km | | |
| | 12:00 h | 17:00 h | 5 | Anti-horário (volta) | 5 km | | |
| 5 | 06:00 h | 11:00 h | 4 | Anti-horário (ida) | 5 km | | |
| | 12:00 h | 17:00 h | 3 | Anti-horário (volta) | 5 km | | |
| 6 | 06:00 h | 11:00 h | 2 | Anti-horário (ida) | 5 km | | |
| | 12:00 h | 17:00 h | 1 | Anti-horário (volta) | 5 km | | |
| | | | | | Total de km andados: 60 km | | |
| 7 | 06:00 h | 11:00 h | 1 | Horário (ida) | 5 km | | Diurno |



| | | | | | | | |
|----------------------------|---------|---------|---|----------------------|------|-------------|---------|
| | 12:00 h | 17:00 h | 2 | Horário (volta) | 5 km | | |
| 8 | 06:00 h | 11:00 h | 3 | Horário (ida) | 5 km | | |
| | 12:00 h | 17:00 h | 4 | Horário (volta) | 5 km | | |
| 9 | 06:00 h | 11:00 h | 5 | Horário (ida) | 5 km | | |
| | 12:00 h | 17:00 h | 6 | Horário (volta) | 5 km | | |
| 10 | 06:00 h | 11:00 h | 6 | Anti-horário (ida) | 5 km | Oeste-Leste | |
| | 12:00 h | 17:00 h | 5 | Anti-horário (volta) | 5 km | | |
| 11 | 06:00 h | 11:00 h | 4 | Anti-horário (ida) | 5 km | | |
| | 12:00 h | 17:00 h | 3 | Anti-horário (volta) | 5 km | | |
| 12 | 06:00 h | 11:00 h | 2 | Anti-horário (ida) | 5 km | | |
| | 12:00 h | 17:00 h | 1 | Anti-horário (volta) | 5 km | | |
| Total de km andados: 60 km | | | | | | | |
| 13 | 18:00 h | 23:00 h | 1 | Horário (ida) | 5 km | | |
| | 00:00 h | 05:00 h | 2 | Horário (volta) | 5 km | | |
| 14 | 18:00 h | 23:00 h | 3 | Horário (ida) | 5 km | | |
| | 00:00 h | 05:00 h | 4 | Horário (volta) | 5 km | | |
| 15 | 18:00 h | 23:00 h | 5 | Horário (ida) | 5 km | | |
| | 00:00 h | 05:00 h | 6 | Horário (volta) | 5 km | | |
| 16 | 18:00 h | 23:00 h | 6 | Anti-horário (ida) | 5 km | Norte-Sul | Noturno |
| | 00:00 h | 05:00 h | 5 | Anti-horário (volta) | 5 km | | |
| 17 | 18:00 h | 23:00 h | 4 | Anti-horário (ida) | 5 km | | |
| | 00:00 h | 05:00 h | 3 | Anti-horário (volta) | 5 km | | |
| 18 | 18:00 h | 23:00 h | 2 | Anti-horário (ida) | 5 km | | |
| | 00:00 h | 05:00 h | 1 | Anti-horário (volta) | 5 km | | |
| Total de km andados: 60 km | | | | | | | |
| 19 | 18:00 h | 23:00 h | 1 | Horário (ida) | 5 km | | |
| | 00:00 h | 05:00 h | 2 | Horário (volta) | 5 km | | |
| 20 | 18:00 h | 23:00 h | 3 | Horário (ida) | 5 km | Oeste-Leste | Noturno |
| | 00:00 h | 05:00 h | 4 | Horário (volta) | 5 km | | |
| 21 | 18:00 h | 23:00 h | 5 | Horário (ida) | 5 km | | |



| | | | | | |
|----|---------|---------|---|----------------------|----------------------------|
| | 00:00 h | 05:00 h | 6 | Horário (volta) | 5 km |
| 22 | 18:00 h | 23:00 h | 6 | Anti-horário (ida) | 5 km |
| | 00:00 h | 05:00 h | 5 | Anti-horário (volta) | 5 km |
| 23 | 18:00 h | 23:00 h | 4 | Anti-horário (ida) | 5 km |
| | 00:00 h | 05:00 h | 3 | Anti-horário (volta) | 5 km |
| 24 | 18:00 h | 23:00 h | 2 | Anti-horário (ida) | 5 km |
| | 00:00 h | 05:00 h | 1 | Anti-horário (volta) | 5 km |
| | | | | | Total de km andados: 60 km |

Em módulos, as trilhas também devem ser percorridas duas vezes, sendo uma vez no sentido horário e uma no sentido anti-horário, de forma que se cubra todo o módulo duas vezes em cada uma das campanhas (viagens de campo). Desse modo, totalizando 48 km, sendo 24 km andados na estação seca e 24 km na estação chuvosa (Tabela 2). O mesmo esforço deve ser feito nos censos noturnos, o que resultará em uma amostra final de 96 km andados.

Tabela 2 - Tabela para medir o esforço amostral da amostragem de mamíferos de médio e grande porte ao longo das trilhas dos módulos RAPELD.

| Dia: | Horário (início) | Horário (fim)* | Trilha: | Sentido: | Km percorridos | Período do ano |
|------|------------------|----------------|---------|----------------------|----------------------------|----------------|
| 1 | 06:00 h | 11:00 h | 1 | Horário (ida) | 5 km | Seca |
| | 11:00 h | 12:00 h | c | Horário (ida) | 1 km | |
| | 12:30 h | 17:30 h | 2 | Horário (volta) | 5 km | |
| | 17:30 h | 18:30 h | c | Horário (volta) | 1 km | |
| 2 | 06:00 h | 11:00 h | 1 | Anti-Horário (ida) | 5 km | |
| | 11:00 h | 12:00 h | c | Anti-Horário (ida) | 1 km | |
| | 12:30 h | 17:30 h | 2 | Anti-Horário (volta) | 5 km | |
| | 17:30 h | 18:30 h | c | Anti-Horário (volta) | 1 km | |
| | | | | | Total de km andados: 24 km | |
| 1 | 06:00 h | 11:00 h | 1 | Horário (ida) | 5 km | Chuvosa |
| | 11:00 h | 12:00 h | c | Horário (ida) | 1 km | |
| | 12:30 h | 17:30 h | 2 | Horário (volta) | 5 km | |
| | 17:30 h | 18:30 h | c | Horário (volta) | 1 km | |



| | | | | | |
|---|---------|---------|---|-------------------------|----------------------------|
| 2 | 06:00 h | 11:00 h | 1 | Anti-Horário (ida) | 5 km |
| | 11:00 h | 12:00 h | c | Anti-Horário (ida) | 1 km |
| | 12:30 h | 17:30 h | 2 | Anti-Horário (volta) | 5 km |
| | 17:30 h | 18:30 h | c | Anti-Horário (volta) | 1 km |
| | | | | | Total de km andados: 24 km |

c= trilha de conexão de 1 km entre as trilhas principais de 5km dos módulos.

*Horários aproximados considerando que a transecção é realizada a uma velocidade de 1 km/ha

Recomenda-se alternar os turnos de amostragens: por exemplo, se a primeira amostragem foi feita pela manhã na trilha Leste e à tarde na trilha Oeste, deve-se realizar a segunda amostragem iniciando na trilha Oeste pela manhã. Também é recomendável alternar os pontos de início das amostragens (ex. se a primeira amostragem foi iniciada no ponto 0 m da trilha, a segunda pode ser iniciada no ponto 5000 m, quando possível). Ainda, havendo possibilidade, recomenda-se não repetir a amostragem nas mesmas trilhas em dias consecutivos.

Para saber se os dados estão sendo bem coletados e se os observadores estão atendendo aos pressupostos do método de estimativas de densidade a partir de distâncias, pode-se plotar histogramas de distribuição dos registros por classes de distância do animal à trilha ao longo da amostragem. Se esses histogramas resultarem numa curva monotônica decrescente (Figura 2), isso quer dizer que os dados estão sendo bem coletados e que se atende aos pressupostos do método mencionados anteriormente (ex. animais estão sendo vistos antes de se evadirem do observador). Ao final do estudo pode-se ainda plotar uma curva do coletor (Figura 3) e identificar se o número de espécies registradas atingiu ou não uma assíntota e avaliar se a maioria das espécies facilmente detectáveis já foram observadas durante o período de amostragem.

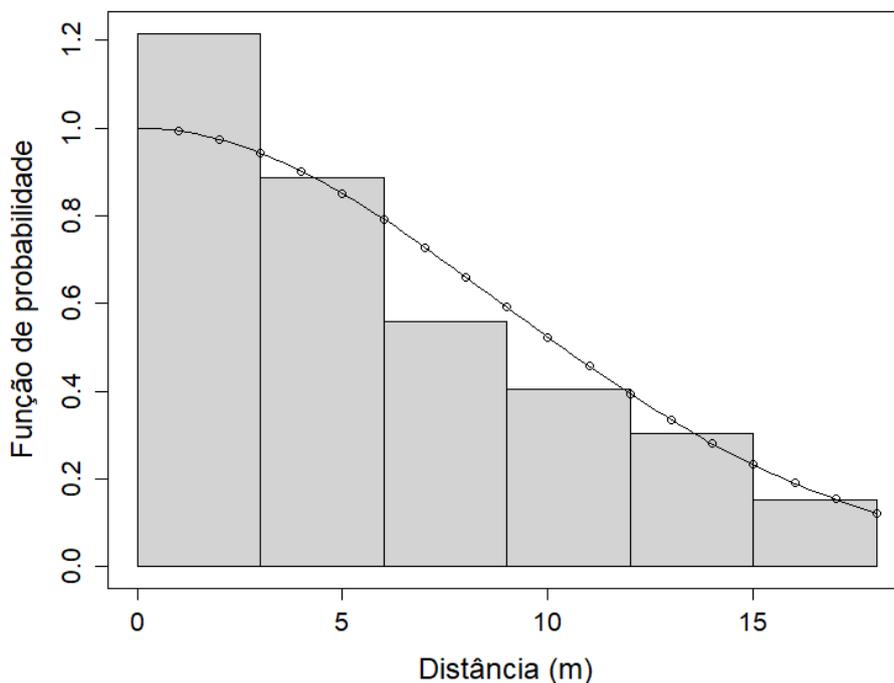


Figura 2 - Distribuição hipotética de registros de mamíferos de médio e grande porte em classes de distância do animal à trilha (Adaptado de www.uwyo.edu).

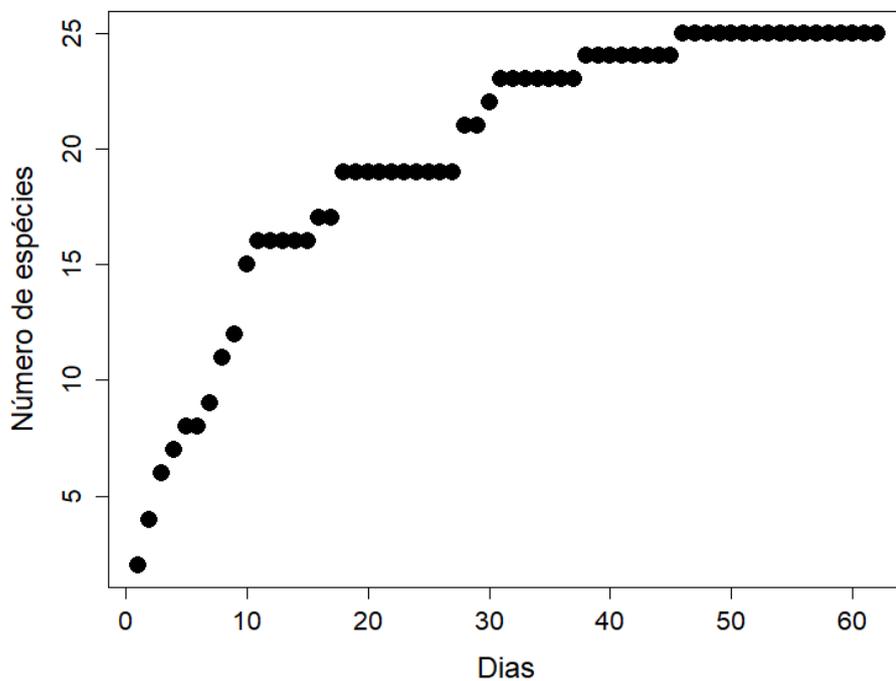


Figura 3 - Exemplo de curva do coletor (número cumulativo de espécies registradas ao longo do trabalho) (adaptado de MENDES PONTES, 2000).



2.2.5 Dicas e boas práticas

Leve uma ficha com uma lista de todas as informações a serem coletadas, com seus respectivos códigos, os quais poderão ser consultados e utilizados durante uma visualização. A ficha deve conter os seguintes dados:

(1) Lista de espécies potencialmente ocorrentes na área, com nomes científicos e vernaculares.

(2) Localização exata da visualização na trilha obtida com auxílio de um GPS ou através do registro das marcações que possam existir nas trilhas (com frequência as trilhas RAPELD são marcadas a cada 50 ou 100m).

(3) Medidas-padrão a serem tomadas para cálculos de índices de abundância: (1) a distância perpendicular do animal até a trilha; (2) distância de avistamento do animal em relação ao observador (estas duas obtidas invariavelmente com a ajuda de uma trena), e o azimute, ou ângulo da visualização (estimado com uma bússola) (BURNHAM et al., 1980; NRC, 1981; BROCKELMAN; ALI, 1987; BUCKLAND et al., 1993) (ver Figura 1 no texto principal).

Outras informações adicionais que podem ser obtidas, são classes de idade, sexo, atividade do(s) animal(is) no momento do registro, e caso estejam se alimentando, registrar o item alimentar. Entretanto, como se tem poucos minutos para os registros e não se está seguindo os animais sistematicamente, estes dados tendem a ser fragmentados e preliminares, devendo ser utilizados com parcimônia e assumindo suas limitações.

Dados acessórios, como a estratificação vertical das espécies, também podem ser coletados, ainda que não sejam utilizados nas estimativas populacionais. Quando não for possível a utilização de clinômetro ou outro equipamento, troncos caídos podem auxiliar na estimativa da altura das árvores. Também costuma ser útil registrar aspectos relacionados ao tipo de ambiente ocupado pelos animais, como o tipo de floresta.

3. PERSPECTIVAS:

Embora o foco deste protocolo sejam os mamíferos de médio e grande porte (incluindo-se aqui desde esquilos, *Sciurus* spp., até onças pintadas, *Panthera onca*), eventualmente outros vertebrados podem ser observados na trilha, como aves terrestres de médio e grande porte (ex. mutuns, *Pauxi* sp., *Crax* sp., jacamins, *Psophia* sp.), aves como tucanos, e até mesmo jabutis (*Chelonoidis* spp.). Identificar e contar esses animais



também pode ser interessante, principalmente se o pesquisador tiver interesse em medir a pressão de caça de um local por exemplo, que afeta tanto mamíferos de médio e grande porte, como aves terrestres de médio porte (BROCARDI et al., 2023).

O protocolo aqui apresentado pode ser integrado a dados de mamíferos e outros animais que vêm sendo amostrados com transecção linear dentro do Programa Monitora do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), devido à semelhança entre os protocolos (REIS; BENCHIMOL, 2024) e também ser aplicado em grades do TEAM (Tropical Ecology Assessment and Monitoring Network) (MARTINS et al., 2007), que é uma rede global de pesquisadores que monitora ecossistemas tropicais. Uma estratégia que tem sido aplicada de forma muito positiva para levantamentos de fauna com o método de transecção linear, é a participação de comunitários e para-zoólogos locais que, por conhecerem o território, a fauna local e alguns moradores comunitários praticarem a caça de subsistência, possibilitam uma maior detectabilidade das espécies (REIS; BENCHIMOL, 2024).

4. AGRADECIMENTOS

Este artigo integra uma edição especial financiada pelos projetos PPBio Amazônia Ocidental (CNPq, processos nº 441260/2023-3 e 41228/2023-2), INCT-CENBAM (CNPq, processo nº 406474/2022-2) e CAPACREAM (CNPq, processo nº 444350/2024-1. CR agradece a bolsa PDPG/CAPES (Edital N. 038/2022).

5. MATERIAL SUPLEMENTAR

S1. Modelo de ficha de campo para coleta de dados de mamíferos de médio e grande porte utilizando o método de transecção linear, sugerido para o sistema RAPELD;

S2. Exemplos de rastros que podem ser encontrados nas trilhas e de como sistematizá-los em fichas de dados.

Material disponível em:

https://github.com/ProtocolosRAPELD/EducAmazonia_VolumeXVIII_N.ESPECIAL_2_025/tree/main/MS_Protocolo_Mamiferos_Transecto

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS





- BROCARD, C. R.; ROSA, D. C. P.; CASTRO, A. B.; ROSA, C.; TORRALVO, K.; PEQUENO, P.; MAGNUSSON, W. E.; FADINI, R. F. Responses of ground-dwelling birds and mammals to local environmental variables and human pressure in an Amazonian protected area. **European Journal of Wildlife Research**, v. 69, p. 48, 2023.
- BROCKELMAN, W. Y.; ALI, R. **Methods of surveying and sampling forest primate populations. 2.** In: MARSH, C. W.; MITTERMEIER, R. A. Primate conservation in the tropical rainforest, pp. 23-62. New York: John Wiley and Sons, 1987.
- BUCKLAND, S. T.; REXSTAD, E. A.; MARQUES, T. A.; OEDEKOVEN, C. S. **Distance sampling: methods and applications.** New York: Springer, 2015.
- BUCKLAND, S. T.; PLUMPTRE, A. J.; THOMAS, L.; REXSTAD, E. A. Line Transect Sampling of Primates: Can Animal-to-Observer Distance Methods Work?. **International Journal of Primatology**, v. 32, p. 270-270, 2010.
- BUCKLAND, S. T.; ANDERSON, D. R.; BURNHAM, K. P.; LAAKE, J. L. **Distance Sampling. Estimating abundance of biological populations.** London: Chapman and Hall, 1993.
- BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R.; LAAKE, J. L. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. **Wildlife Monographs**, v. 72, p. 1-202, 1980.
- COSTA, F. R. C.; MAGNUSSON, W. E. The need for large-scale, integrated studies of biodiversity – the experience of the Program for Biodiversity Research in Brazilian Amazonia. **Natureza e Conservação**, v. 8, n. 1, p. 3-12, 2010.
- EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. **A biogeographical analysis of a mammalian fauna of Venezuela.** In: EISENBERG, J. K. Vertebrate ecology in the northern neotropics, pp. 31-36. Washington D. C.: Smithsonian Institution Press, 1979.
- EISENBERG, J. F.; THORINGTON, Jr., R. W. A preliminary analysis of a Neotropical mammal fauna. **Biotropica**, v. 5, n. 3, p. 150-161, 1973.
- EISENBERG, J. F. **The density and biomass of tropical mammals.** In: SOULÉ, M.; WILCOX, B. Conservation biology, pp. 35-55. Sunderland, Mass: Sinauer Associates, 1980.
- EMMONS, L. H. Geographic variation in densities and diversities of non-flying mammals in Amazonia. **Biotropica**, v. 16, p. 210-222, 1984.
- GADELHA, J. R.; MELO, E. R. A.; SILVA, M. N. D.; SILVA JR., A. P.; FILGUEIRAS, B. K. C.; MENDES PONTES, A. R. Habitat heterogeneity as a local and regional-scale driver of primate assemblage structure in northernmost Brazilian Amazonia. **Animal Biology** v. 67, p. 263–286, 2017.
- GLANZ, W. E. **Neotropical mammal densities: how unusual is the community in Barro Colorado island, Panama?** In: GENTRY, A. H. Four neotropical rainforests, pp. 287-313. New Haven, CT.: Yale University Press, 1990.
- HASSEL-FINNEGAN, H. M.; BORRIES, C.; LARNEY, E.; UMPONJAN, M.; KOENIG, A. How reliable are density estimates for diurnal primates? **International Journal of Primatology**, v. 29, p. 1175-1187, 2008.
- JANSON, C. H.; EMMONS, L. H. **Ecological structure of the non-flying mammal community at Cocha Cashu Biological Station, Manu National Park, Peru.** In: GENTRY, A. H. Four neotropical rainforests, pp. 314-338. New Haven, CT.: Yale University Press, 1990.



- LUNA Jr., M. O. Partição de habitat por primatas em dois diferentes mosaicos florestais no norte do rio Negro, Amazônia brasileira. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 2013.
- MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; LUIZÃO, R.; LUIZÃO, F.; COSTA, F. R. C.; CASTILHO, C. V.; KINUPP, V. F. RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2, bn01005022005, 2005.
- MALCOLM, J. R. **Estimation of mammalian densities in continuous forests north of Manaus**. In: GENTRY, A. H. Four neotropical rainforests, pp. 339-357. New Haven, CT.: Yale University Press, 1990.
- MARTINS, S.S., SANDERSON, J.G., DE SILVA-JÚNIOR, J.S. **Monitoring mammals in the Caxiuanã National Forest, Brazil – First results from the Tropical Ecology, Assessment and Monitoring (TEAM) program**. In: HAWKSWORTH, D. L.; BULL, A. T. Vertebrate conservation and biodiversity. Topics in biodiversity and conservation. Dordrecht: Springer, 2007. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6320-6_3
- MELO, E. R. A.; GADELHA, J. R.; SILVA, M. N. D.; SILVA JR., A. P.; MENDES PONTES, A. R. Diversity, abundance and the impact of hunting on large mammals in two contrasting forest sites in northern amazon. **Wildlife Biology**, v. 21, p. 234–245, 2015.
- MENDES PONTES, A. R. Habitat partitioning among primates in Maraca island, Roraima, Northern Brazilian Amazonia. **International Journal of Primatology**, v. 18, n. 2, p. 131-157, 1997.
- MENDES PONTES, A. R. Environmental determinants of primate abundance in Maracá Island, Roraima, Brazilian Amazonia. **Journal of Zoology London**, v. 247, p. 189-199, 1999.
- MENDES PONTES, A. R. Ecology of a community of mammals in a seasonally dry forest in Roraima, Brazilian Amazon. **Mammalian Biology**, v. 69, p. 319-336, 2004.
- MENDES PONTES, A. R.; CHIVERS, D. J. Peccary movements as determinants of the movements of large cats in Brazilian Amazonia. **Journal of Zoology London**, v. 273, p. 257–265, 2007.
- MENDES PONTES, A. R.; PAULA, M. D.; MAGNUSSON, W. E. Low primate diversity and abundance in Northern Amazonia and its implications for conservation. **Biotropica**, v. 44, n. 6, p. 834–839, 2012.
- MILLER, D. L.; BURT, M. L.; REXSTAD, E. A.; THOMAS, L. Spatial models for distance sampling data: recent developments and future directions. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 4, n. 11, p. 1001-1010, 2013.
- NARVÁEZ-TORRES, P. R.; GUTHRIE, N. K.; BRICHERI-COLOMBI, T. A. et al. Losing lemurs: Declining populations and land cover changes over space and time. **American Journal of Primatology**, p. e23615, 2024.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Techniques for the study of primate population ecology**. Washington, D.C.: National Academic Press, 1981.
- PERES, C. A. Population status of white-lipped *Tayassu pecari* and collared *T. tajacu* in hunted and un hunted Amazonian forests. **Biological Conservation**, v. 77, p. 115-122, 1996.



- REIS, Y. M. S.; BENCHIMOL, M. Community-based monitoring reveals low anthropogenic pressure on a game vertebrate population in a sustainable-use Amazonian protected area. **Environmental Conservation**, v. 51, n. 2, p. 122-133, 2024.
- ROBINETTE, W. L.; LOVELOSS, C. M.; JONES, D. A. Field test of strip census methods. **Journal of Wildlife Management**, v. 38, n. 1, p. 81-96, 1974.
- ROBINSON, J. G.; REDFORD, K. H. Body size, diet, and population density of Neotropical forest mammals. **American Naturalist**, v. 128, p. 665-680, 1986.
- VOSS, R. S.; EMMONS, L. H. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 230, p. 1-115, 1996.
- WHITESIDES, G. H.; OATES, J. F.; GREEN, S. M. Estimating primate densities from transect in a West African rainforest: a comparison of techniques. **Journal of Animal Ecology**, v. 57, p. 345-367, 1988.





Submetido em: 30 de outubro de 2024

Aprovado em: 22 de maio de 2025

Publicado em: 15 de julho de 2025

AUTORIA

Autor 1:

Nome: Antonio Rossano Mendes Pontes

Breve currículo: Mestre e Doutor pela Universidade de Cambridge – UK, Pós-Doutor pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia – INPA

Instituição: Aposentado

E-mail: mendespontes@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6106-9595>

País: Brasil

Autor 2:

Nome: Tainara Venturini Sobroza

Breve currículo: Doutora em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Instituição: Universidade Federal do Amazonas - UFAM

E-mail: tv.sobroza@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4081-276X>

País: Brasil

Autor 3:

Nome: Rafael M. Rabelo

Breve currículo: Doutor em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Instituição: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - IDSM-OS/MCTI

E-mail: rafael.rabelo@mamiraua.org.br





Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5290-7024>

País: Brasil

Autor 4:

Nome: Anamélia S. Jesus

Breve currículo: Doutora em Saúde e Meio Ambiente pela Universidade Federal Rural da Amazônia, Pesquisadora no Grupo de Pesquisa em Ecologia de Vertebrados

Terrestres do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá

Instituição: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - IDSMM-OS/MCTI

E-mail: anaa.sj@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5551-6707>

País: Brasil

Autor 5:

Nome: Clarissa Rosa

Breve currículo: Doutora em Ecologia Aplicada pela Universidade Federal de Lavras, Pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

E-mail: rosacla.eco@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7462-1991>

País: Brasil

