Revista EDUCAmazônia

Revista EDUCAmazônia - Educação Sociedade e Meio Ambiente, Humaitá, LAPESAM/GISREA/UFAM/CNPq/ EDUA –ISSN 1983-3423 –IMPRESSA –ISSN 2318 –8766 –CDROOM –ISSN 2358-1468 -DIGITAL ONLINE

UFAM

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

PROTOCOLO PARA AMOSTRAGEM DE ÁRVORES E LIANAS EM PARCELAS RAPELD

PROTOCOL FOR SAMPLING TREES AND LIANAS IN RAPELD PLOTS

Angelo Gilberto Manzatto[1], Carolina Volkmer de Castilho[2] & Ricardo Teixeira Gregório de Andrade[3]

Resumo:

A Amazônia, a maior floresta tropical contínua, enfrenta crescente estresse devido ao aquecimento, secas, desmatamento e incêndios. O desmatamento é a maior ameaça atual às espécies de árvores, mas as mudanças climáticas podem superá-lo em algumas décadas. Redes colaborativas globais foram criadas para preencher lacunas de conhecimento, gerir dados e melhorar a gestão dos sítios de pesquisa monitorados a longo prazo, visando entender os sistemas ecológicos tropicais e conservar a biodiversidade. O sistema RAPELD e seu protocolo para estrutura da vegetação focam em integrar dados e examinar mudanças na estrutura, dinâmica e composição funcional das florestas, entendendo suas persistências e taxas de modificação local, regional e da paisagem.

Palavras-chave: Estrutura da vegetação; Monitoramento de longo prazo; Protocolos PPBio.

[1]Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Departamento de Biologia. Núcleo de Ciência e Tecnologia (NCET), Rodovia BR 364 - Km 9,5 s/n. Bairro Rural. CEP 78905-000. Porto Velho, Rondônia, Brasil. Email: manzatto@unir.br

Abstract:

The Amazon, the largest continuous tropical forest, is facing increasing stress from global warming, drought, deforestation and fires. Deforestation is the biggest threat to tree species today, but climate change could surpass it within decades. Global collaborative networks have been created to fill knowledge gaps, manage data and improve the management of long-term monitoring research sites, aiming to understand tropical ecological systems and conserve biodiversity. The RAPELD system and its vegetation structure protocol focus on integrating data and examining changes in the structure, dynamics and functional composition of forests, understanding their persistence and rates of local, regional and landscape modification.

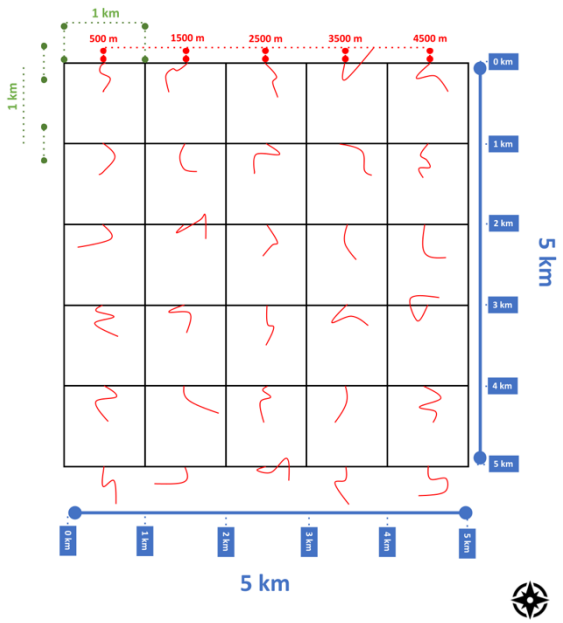
Keywords: Vegetation structure; Long-term monitoring; PPBio Protocols.

[2] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima. Boa Vista, RR – Brasil.
[3] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Campus Calama, Rondônia, Porto Velho, Brasil.

O que é o RAPELD?

O RAPELD é um sistema padronizado de infraestrutura de campo voltado ao monitoramento integrado da biodiversidade e de processos ecossistêmicos. Ele combina padronização e flexibilidade, permitindo sua aplicação em diferentes ecossistemas. Seu objetivo é atender à demanda por **levantamentos rápidos de biodiversidade** (RAP) e por uma metodologia padrão para **pesquisas ecológicas de longa duração** (PELD). A infraestrutura consiste em grades (*grids*) ou módulos de pesquisa com trilhas principais de 5 km e parcelas uniformemente distribuídas de 250 metros, instaladas a cada 1 km. Em áreas com cursos d'água, incluem-se parcelas ripárias (250 metros) e aquáticas (50 metros), complementando a amostragem em ambientes específicos. Essa disposição maximiza a representatividade de diferentes grupos taxonômicos e variações ambientais, sendo facilmente replicável em outras localidades, o que permite comparações em diversas escalas espaciais e temporais. Além disso, favorece a integração de dados ecológicos e informações sobre uso sustentável de recursos, sendo amplamente aplicado no Brasil para subsidiar políticas de manejo ambiental.

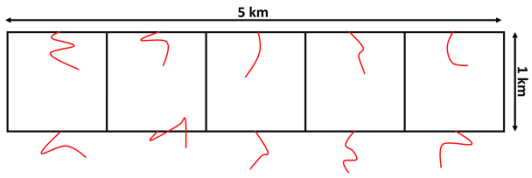
Grid de amostragem com as trilhas principais de 5 km e parcelas dispostas a cada 1 km



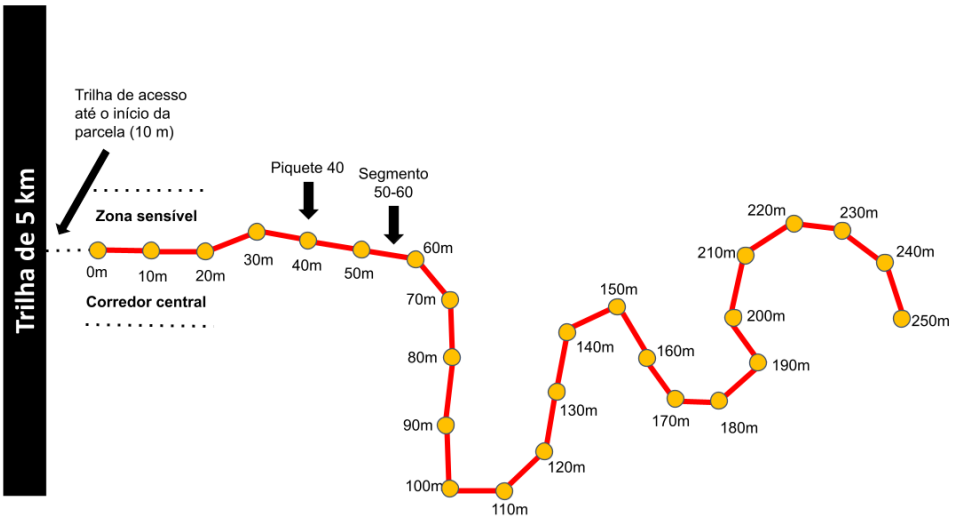
As **parcelas uniformemente distribuídas** são transectos de 250 metros de comprimento posicionados ao longo de curvas de nível, com larguras ajustadas conforme o grupo taxonômico ou variável estudada. Essa disposição minimiza os efeitos da topografia sobre as condições ambientais dentro das parcelas, garantindo que as variações sejam registradas entre parcelas, e não dentro delas, já que cada parcela é a unidade amostral central na maioria dos estudos. Piquetes são instalados a cada 10 metros e conectados por uma linha central marcada com barbante plástico ou fitilho, facilitando a aplicação dos protocolos metodológicos. À esquerda da linha central, localiza-se a **zona sensível**, uma faixa de 1,5 metros dedicada a estudos de regeneração florestal, onde o trânsito de pesquisadores é restrito para evitar pisoteio. À direita, há um **corredor de deslocamento** de 1 metro de largura que permite a movimentação dos pesquisadores.

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 do grid (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

Árvores são plantas lenhosas que definem em grande parte a fitofisionomia da vegetação, seja por sua ausência (p. ex. campos) ou por sua abundância. A definição de floresta, por exemplo, é baseada em uma área mínima ocupada pela copa de árvores com mais de 5 m de altura (FAO, 2000).

Em conjunto, as árvores fornecem uma série de serviços ecossistêmicos essenciais para a manutenção da vida: têm participação essencial no ciclo do carbono e no ciclo hidrológico, o que representa um papel central na manutenção do clima global. São fontes de alimentos, remédios, madeira e fibras. Algumas árvores têm valor espiritual e cultural, garantindo bem-estar e coesão social (Chazdon et al., 2016; Nakadai, 2023), além de desenvolverem uma intrincada relação com animais, microrganismos e seres humanos. Outros componentes não-arbóreos, como palmeiras e lianas, também são importantes componentes da estrutura da vegetação, influenciando a dinâmica e a diversidade arbórea.

Devido a sua importância, as árvores (incluindo palmeiras arborescentes) têm sido monitoradas ao redor do mundo utilizando-se diferentes metodologias. A maneira mais comum é o uso de parcelas permanentes que variam em tamanho (área), forma (quadrado, retângulo, circular) e disposição na paisagem.

O formato mais comum é o uso de parcelas quadradas de 1 hectare (100 m x 100 m), nas quais todos os indivíduos arbóreos com diâmetro a altura do peito (dap) maior ou igual a 10 cm são monitorados. As parcelas RAPELD têm área total de 1 hectare, mas seu formato é uma inovação proposta por Magnusson et al. (2005) e derivada do método de parcelas de 0.1 ha desenvolvido por A. H. Gentry (1982). Diferem-se das parcelas comumente utilizadas para amostragem de árvores porque não possuem um formato fixo definido. São estabelecidas a partir de uma linha central (eixo central) de 250 m que segue a curva de nível do terreno, ao longo da qual são dispostas faixas de diferentes larguras, dependendo do grupo biológico de interesse ou diâmetro das árvores. Seguir a curva de nível do terreno tem o objetivo de minimizar a variação interna em fatores que reconhecidamente influenciam a estrutura da floresta como profundidade do lençol freático e textura do solo, ambas correlacionadas com a altitude do terreno (Magnusson et al., 2005).

O sistema RAPELD tem se mostrado eficiente para estudos integrados em larga escala (Costa & Magnusson, 2010). O método, aplicado em diferentes locais na Amazônia, está sendo conduzido com sucesso, em uma grande rede de parcelas padronizadas (veja em http://ppbio.inpa.gov.br), permitindo integração com outras metodologias usadas em estudos de biodiversidade em larga escala, além de monitorar e compreender a resiliência das formações florestais amazônicas frente às mudanças climáticas.

Redes de pesquisa colaborativas no mundo foram criadas para preencher lacunas de conhecimento, instalar e monitorar sítios ecológicos de pesquisa de longo prazo, gerenciar dados e metadados, aprimorar a gestão eficiente dos sistemas ecológicos tropicais, para compreender seu funcionamento, sua sensibilidade frente ás mudanças climáticas e sinergias associadas e propor estratégias para a conservação da biodiversidade (Rosa et al., 2021; Bergallo et al., 2023; Carvalho et al., 2023; Guimarães et. al., 2024).

Este artigo apresenta o protocolo de "Plantas Lenhosas e Lianas" para coletar dados padronizados da estrutura da vegetação, promovendo a disseminação, replicabilidade e colaboração científica no monitoramento e conservação da biodiversidade. O protocolo também é base para estudos de diversidade de espécies de árvores e lianas e para estudos de demografia, dinâmica da floresta e processos ecossistêmicos.

Desde o início do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), o protocolo de plantas lenhosas foi entendido como "dados básicos" porque a estrutura da vegetação determina características de habitat que definem, em alguns casos, a ocorrência de espécies de diferentes grupos biológicos. Além disso, o protocolo permite a obtenção de estimativas de biomassa arbórea acima do solo, fundamentais para estimar os estoques de carbono nas florestas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Materiais

Para mapear os indivíduos:

1) Trena de 50m ou 100m (medida x)

2) Trena de 30 m (medida y)
3) Trena de 5m (medida y)

Para medir o diâmetro:

1) Paquímetro 150 mm
2) Fita diamétrica
3) Fita de costura
4) Escada de alumínio
5) Trena de 10 m
6) Giz de cera

Para marcar os indivíduos:

1) Martelo
2) Pregos galvanizados ou de alumínio
3) Fio de telefone
4) Tinta de demarcação
5) Recipiente para armazenar e transportar a tinta
6) Pincel
7) Placas de alumínio numeradas
8) Prancheta
9) Planilhas de campo
10) Lápis 2B

2.2 Métodos de amostragem

O protocolo de plantas lenhosas foi definido para uso nas parcelas permanentes de distribuição uniforme instaladas em módulos e/ou grades padrão RAPELD. Para árvores raras ou de interesse comercial, existe um protocolo alternativo[2] que utiliza as trilhas da grade ou módulo e medidas de distância (Figura 1).

Em resumo, o protocolo de plantas lenhosas (árvores, palmeiras arborescentes e lianas) é baseado em quatro etapas: (i) marcação, (ii) mapeamento, (iii) obtenção de medidas dendrométricas capazes de descrever o tamanho dos indivíduos (altura e

[2] Disponível em: https://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/protocolo_Arvores_comerciais.pdf

diâmetro), o que permite estimativas de área basal, volume de madeira e/ou biomassa viva acima do solo e (iv) identificação botânica.

Assim, o protocolo de plantas lenhosas, além de informações de biodiversidade, é utilizado para descrever a estrutura da vegetação, ou seja, o ambiente onde flora e fauna ocorrem, e quantificar a contribuição dessas espécies ou formas de vida diferentes na floresta, estimar a quantidade de carbono estocada na vegetação e monitorar a dinâmica da floresta. Quanto mais destes alvos forem atingidos com o mesmo trabalho de campo, mais eficiente é o estudo (Costa & Magnusson, 2010).

Este protocolo descreve apenas as etapas de marcação, mapeamento e medição, sem incluir recomendações específicas para coleta, identificação e armazenamento de amostras botânicas.

Figura 1 - Trilhas padronizadas que compõem as grades/módulos do sistema RAPELD. Em (A) exemplo de piquete com placa de metal que informa o nome da trilha e a posição em metros; (B, C, D e E), trilhas em diferentes grades e módulos. Fotos: Júlio do Vale e Adeilza Felipe Sampaio.

2.2.1 Faixas de amostragem para cada classe de tamanho

Os organismos variam em tamanho, e esse atributo afeta fortemente sua densidade. Organismos menores tendem a ter maior densidade porque mais indivíduos

podem ser agrupados na mesma área, especialmente no caso de plantas, ou porque tendem a exigir áreas menores para sobreviver, especialmente no caso de animais (Costa & Magnusson, 2010). No caso de árvores, palmeiras arborescentes e lianas, o protocolo RAPELD utiliza um sistema hierárquico, com áreas maiores para indivíduos de maior diâmetro (ver Figura 2).

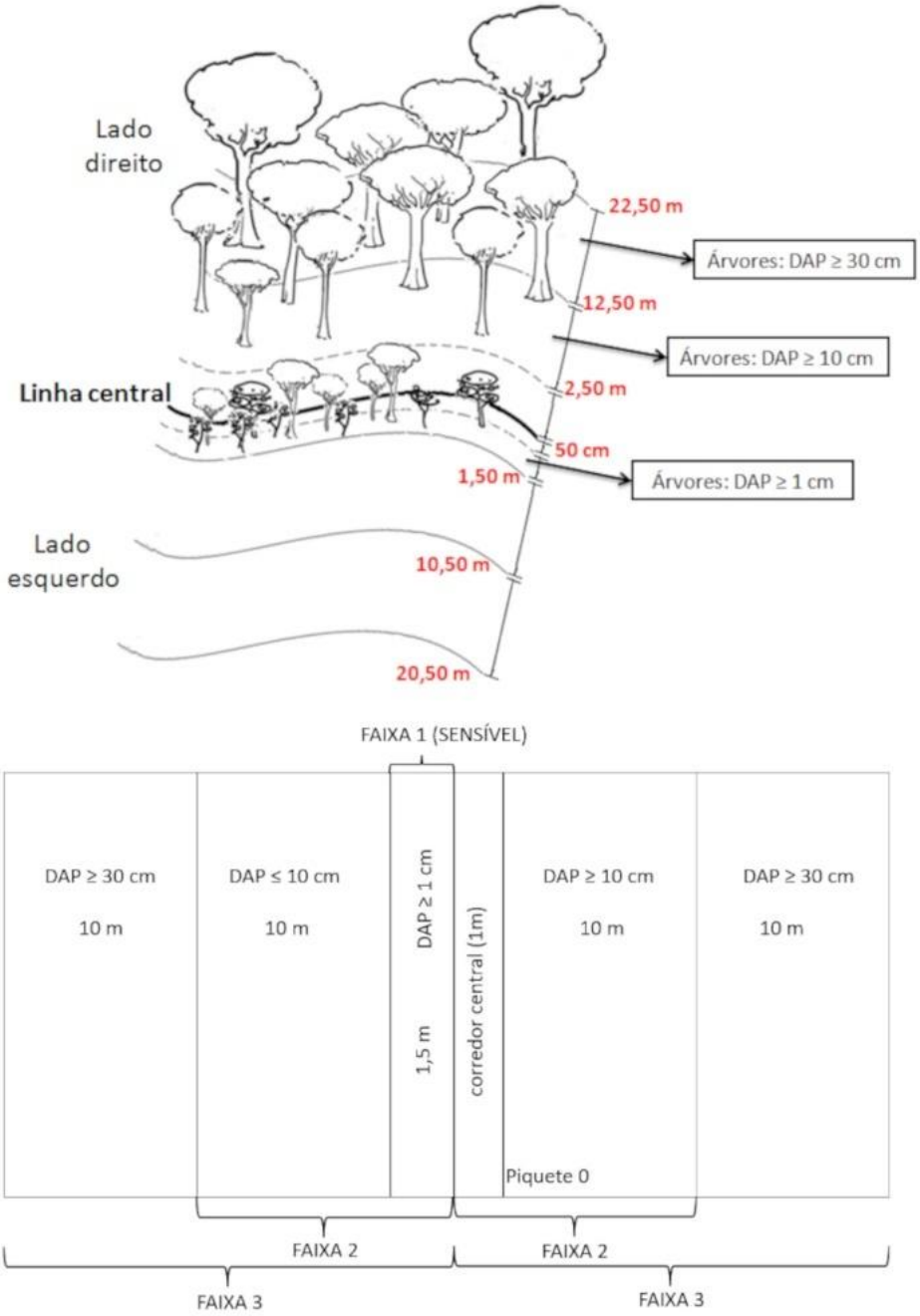


Figura 2 - Faixas de amostragem de árvores de acordo com a classe de diâmetro. Fonte: Dos autores (2025).

Plantas muito pequenas, como ervas (Zuquim et al., 2012; André et al., 2023), são amostradas em uma faixa de largura de 2 m ao longo da linha central da parcela (aproximadamente 0,05 ha para cada parcela), enquanto árvores grandes, acima de 30 cm de diâmetro, são amostradas em uma faixa de cerca de 40 m (~1 ha). Desta forma, diferentes necessidades de amostragem, de diferentes grupos taxonômicos, podem ser ajustadas em protocolos integrados. A seguir detalhamos cada faixa de amostragem e respectivas especificações:

a) Faixa 1 ou faixa sensível (árvores com DAP ≥ 1 cm): faixa de, pelo menos 1 m de largura, do lado esquerdo da linha central, considerando o início da parcela em direção ao final. Idealmente, esta faixa deve ser delimitada por fitilho ou fio de nylon torcido para proteger a regeneração tanto de árvores como de outros grupos vegetais. Esta faixa deve ser demarcada e a amostragem deve ser feita sem transitar no seu interior (Figura 3). Caso seja extremamente necessário deslocar-se ao longo da faixa (p.ex. para coleta de material fértil), deve-se tomar o máximo cuidado para não pisotear plantas menores, porque outros pesquisadores também usam esta faixa para estudar outros organismos pequenos e delicados.

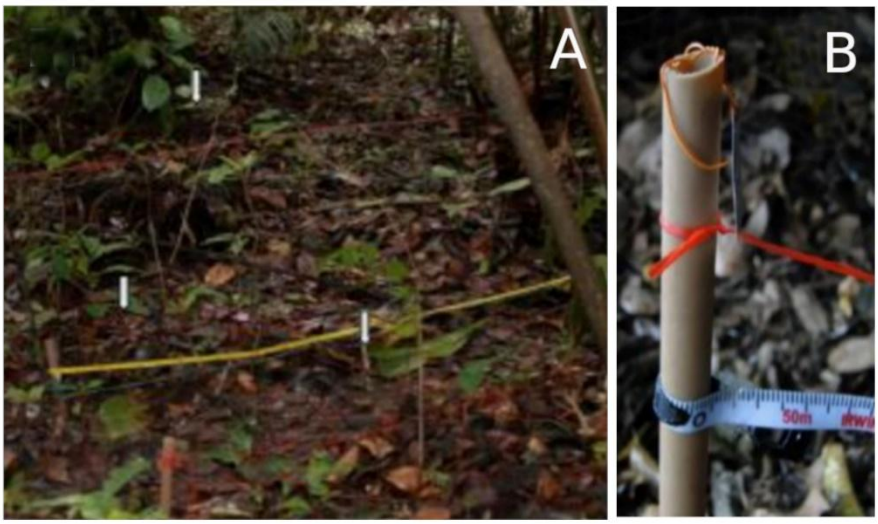


Figura 3 - Delimitação da faixa sensível e corredor da parcela. Em vermelho as linhas que delimitam o corredor central e a faixa 1 (sensível), em amarelo a trena já fixada no piquete zero (A). Piquete da linha central, mostrando que o zero da trena coincide exatamente com o piquete (B). Fotos: Fernanda Coelho e Maria Aparecida de Freitas.

A largura da faixa sensível varia entre os sítios do PPBio nos diferentes estados amazônicos (Tabela 1). Caso o pesquisador ou estudante esteja fazendo um estudo de

monitoramento de plantas lenhosas nestes sítios, é importante consultar os metadados e considerar as faixas usadas originalmente.

Tabela 1 - Largura da Faixa 1 (sensível) nos levantamentos de estrutura vegetação em diferentes sítios PPBio na Amazônia Ocidental.

Sítios de Pesquisa do PPBio	Faixa 1 Esquerda (m)	Faixa 1 Direita (m)	Corredor (m)
Reserva Ducke (AM)	2,0	2,0	2,0
Uatumã (AM)	4,0	0	0,5
Sinop (MT)	4,0	0	0,5
Viruá (RR)	4,0	0	0,5
Maracá (RR)	4,0	0	0,5
Esec Cuniã (RO)	1,0	0	0,5
Módulos BR 319 (AM)	1,0	0	0,6
RDS Rio Negro (AM)	1,5	0	0,5
Parque Estadual Chandless (AC)	1,5	0	0,5

Fonte: Dos autores (2025)

b) Faixa 2 (árvores com DAP ≥ 10 cm) − faixa de 20 m de largura, sendo 10 m de cada lado da linha central da parcela. No lado esquerdo, esta faixa incluirá a faixa sensível, onde todas as árvores maiores que 1 cm de DAP já terão sido medidas, inclusive as árvores com DAP maior ou igual a 10 e 30 cm.

c) Faixa 3 (árvores com DAP ≥ 30 cm) −faixa de 40 m de largura, sendo 20 m de cada lado da linha central da parcela. No lado esquerdo, esta faixa incluirá as 2 faixas anteriores, onde todas as árvores com DAP maior ou igual a 1 ou 10 cm já terão sido medidas. No lado direito, esta faixa incluirá a faixa 2 onde todas as plantas com DAP maior ou igual a 10 cm já terão sido medidas.

2.2.2 Mapeamento e marcação dos indivíduos (coordenadas x, y)

Recomendamos, antes de iniciar o mapeamento dos indivíduos nas diferentes faixas, percorrer toda a extensão da linha central da parcela e consultar os metadados da parcela a ser amostrada para avaliar a necessidade de descartar ou adicionar algum segmento. Em geral, durante a instalação da linha central, quando os segmentos adjacentes têm ângulo menor ou igual a 70º ou a linha central cruza a trilha, os segmentos são descartados da amostragem e o número de segmentos descartados é adicionado posteriormente para garantir a mesma área amostral em todas as parcelas (verificar BOX).

O mapeamento dos indivíduos nas parcelas é feito a partir da leitura das coordenadas X e Y de cada indivíduo por uma pessoa que fica posicionada no corredor

central. As medidas da coordenada X são feitas com uma trena de 50 m esticada sobre a linha central da parcela e fixada no piquete zero e colocada ao longo da linha central. Ao esticar a trena verificar se o zero (0) da trena coincide com o zero (0) do piquete (Figura 4A e 4B).

A trena será usada para determinar a posição da árvore em relação à coordenada X (ao longo da linha central) e deve permanecer reta e esticada entre segmentos de 10 m. No caso da trena acabar antes ou depois dos piquetes múltiplos de 50 m, um novo piquete é colocado nos 50 m da trena, para auxiliar a fixação da trena. É importante registrar o tamanho efetivo que o segmento teve durante as medições (p. ex. 48,75 m; 52,3 m). Embora os segmentos sejam retos, a trena deve seguir as curvas que existem ao longo da parcela, dobrando exatamente sobre os piquetes quando estes fazem algum ângulo.

A pessoa que fará a leitura das coordenadas deve se posicionar no corredor central de frente e perpendicularmente às plantas que serão medidas. Em seguida, estica o braço e a mão esquerda na altura do ombro e indica para a outra pessoa a árvore que está perpendicular à sua mão. Neste processo ela pode usar duas varas de alumínio para obter um ângulo de 90° (ver Figura 4).

Figura 4 - Recomendações para obtenção das medidas das coordenadas X e Y (A, B, C e D). Uma vara de alumínio graduada é posicionada sobre a trena mostrando o valor de medida do eixo X, enquanto com outra vara graduada se faz a medida da coordenada Y (A). Fotos: Fernanda Coelho e Adeilza Felipe Sampaio.

Cada faixa de amostragem deve ser executada separadamente, do início ao fim da parcela, conforme a Figura 5. As medições na faixa sensível, faixa 2 (E) e da faixa 3 (E)

começam no piquete zero (0) e vão até o último piquete da parcela. As medições na faixa 2 (D) e da faixa 3 (D) começam do último piquete da parcela para o piquete zero (0) do lado direito da parcela. A trena permanece fixa e a leitura das distâncias da coordenada X será decrescente. Deve-se sempre terminar uma faixa, de um lado da parcela, para depois começar a outra. As medidas das faixas são feitas de forma alternada, então registre o lado em que as medidas estão sendo feitas, esquerdo (E) ou direito (D) na coluna apropriada da tabela de dados.

Em caso de dúvida em qual das faixas de amostragem a planta deve ser incluída, considerar o ponto central estimado da planta. As plantas serão incluídas nas respectivas faixas de amostragem quando mais que a metade da árvore (caule) estiver dentro da distância limite de cada faixa. Lembre-se, de descontar a faixa de corredor central. Por exemplo, caso o corredor tenha 0,5 m de largura, as árvores nas faixas 2 e 3 do lado direito serão medidas até a distância, respectivamente, de 10.5m e 20.5m da linha central da parcela (Figura 5).

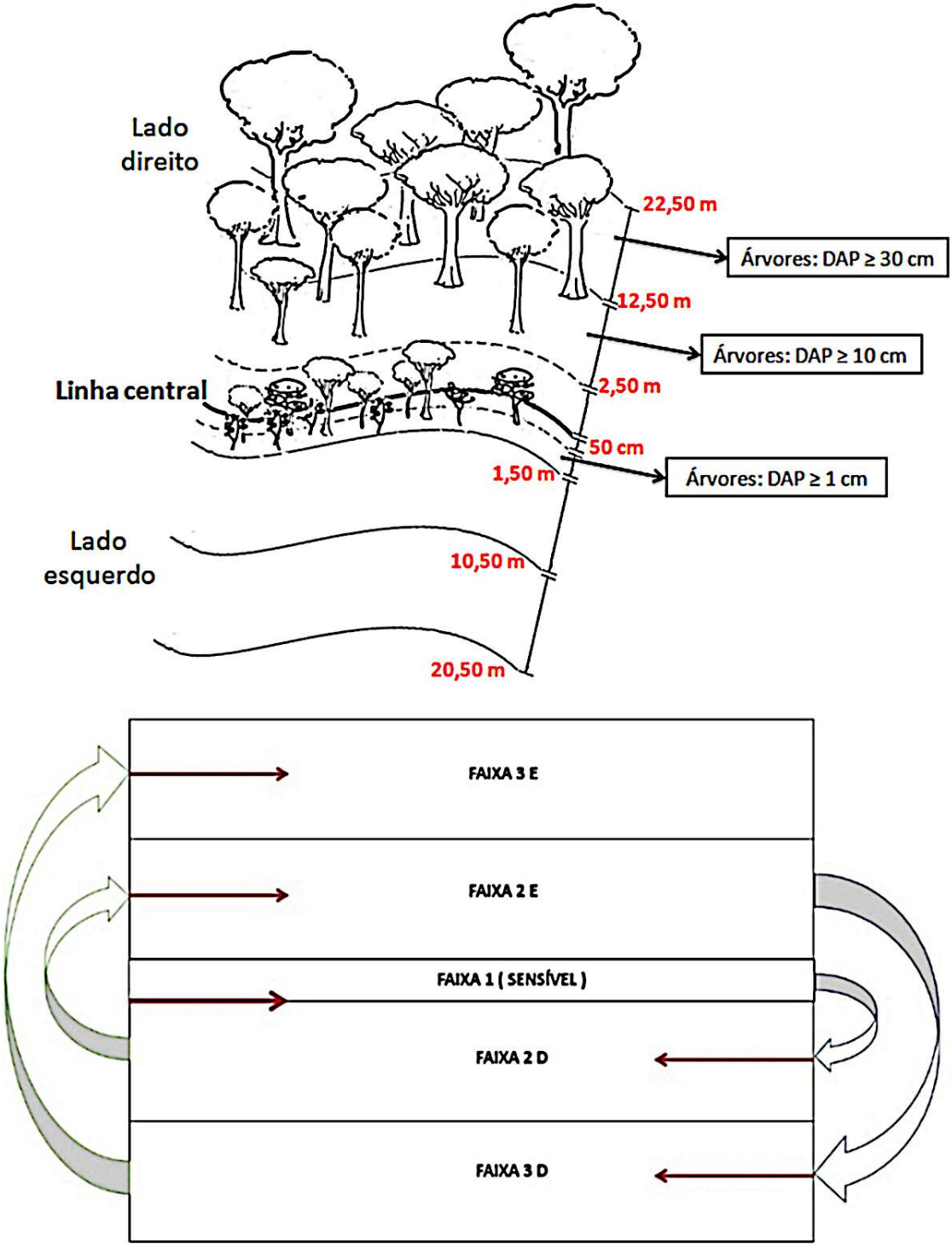


Figura 5 - Esquema mostrando a sequência indicada para o levantamento da estrutura da vegetação. A linha central (onde são feitas as medidas das coordenadas X e Y) delimita a parcela em lados direito (D) e esquerdo (E). As setas vermelhas indicam o sentido em que a amostragem é feita. A linha central tracejada representa o limite do corredor central. Fonte: Dos autores (2025).

Durante o processo de mapeamento e marcação dos indivíduos nas faixas, *nunca se deve entrar na faixa sensível*. As medidas devem sempre ser feitas a partir da linha central. Uma vara de 1.5 m graduada deve ser usada para medir a coordenada Y sem precisar entrar na faixa sensível (ver Figura 5).

Nas faixas 2 e 3, a coordenada Y é obtida com uso de uma trena de 30 m (Figura 6A e 6B). Uma pessoa deve ficar no corredor central e indicar o trajeto mais reto e curto possível até o centro da árvore que será medida. O centro da árvore pode ser obtido com o auxílio de uma vara de 1.60 m posicionada de forma perpendicular e no meio da base da árvore que será medida (ver Figura 6C). Sempre verificar que a trena e a vara graduada estão no zero (ver Figura 6D, 6E, 6F).

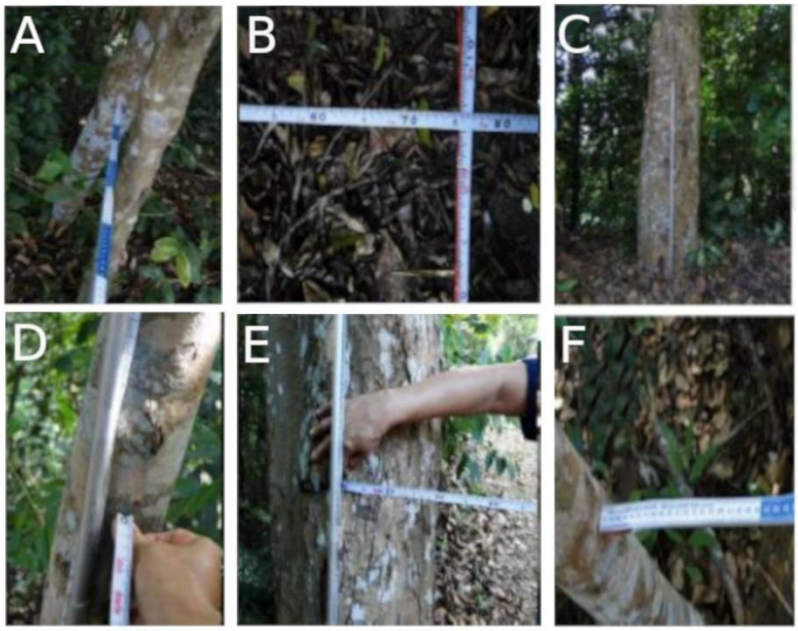


Figura 6 - Utilização de vara graduada (A) e trena (B) para a leitura das medidas da coordenada Y, centro da árvore vista do corredor central (C). Posição do zero na trena (D, E e F) e na vara graduada. Fotos: Maria Aparecida de Freitas.

Para medir a coordenada Y, a ponta da trena ou da vara graduada deverá ser posicionada no centro lateral da planta (Figura 7A e 7B). Para medir a coordenada X, a vara deverá tocar o ponto médio central da planta visto da linha central, com a vara perpendicular à linha central (Figura 7C e 7D). Sempre verificar que a trena está posicionada no zero.

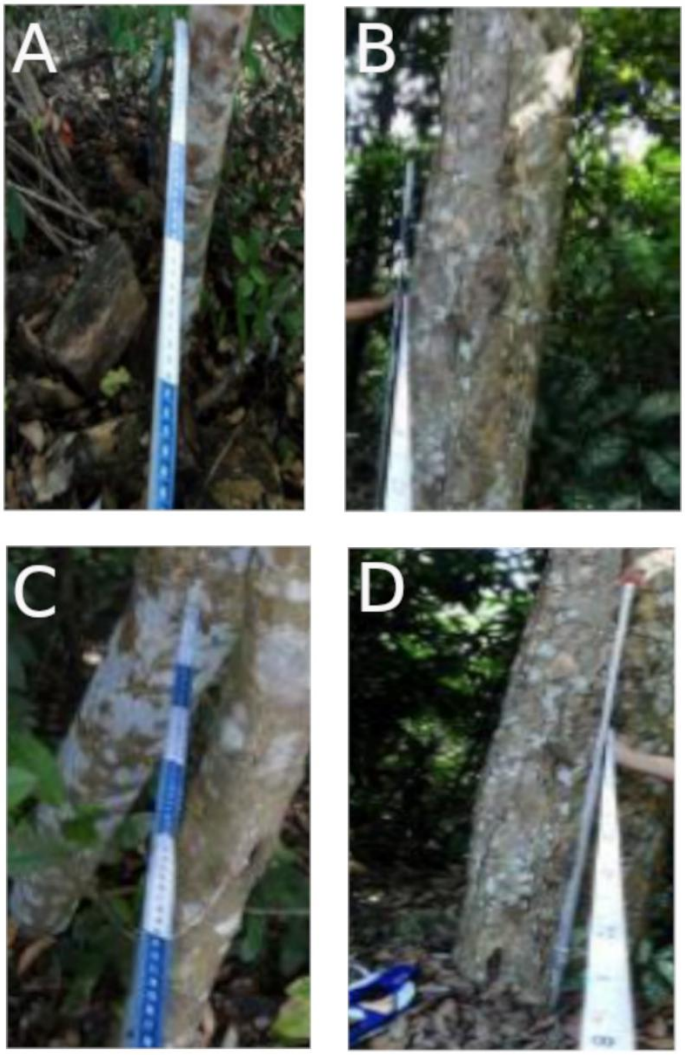


Figura 7 - Mapeamento das árvores marcadas nas parcelas permanentes. As fotos indicam a posição em que a vara graduada (A e C) e a trena (B e D) deverão estar posicionadas para obtenção das coordenadas Y (A e B) e X (C e D). Fotos: Maria Aparecida de Freitas

A pessoa da equipe que estiver no corredor ajusta as duas trenas até que formem um ângulo de 90° (ver Figura 7 e 8), para informar ao anotador a distância em relação ao piquete (eixo X) e a distância que a árvore está do corredor central (eixo Y).

A presença de árvores muito grandes ou com raízes tabulares impede que o observador consiga detectar as plantas que estão atrás dela. Neste caso, a pessoa da equipe que esticar a trena passará pela lateral da árvore que está sendo um obstáculo. Com a ajuda de outra pessoa posicionada no centro da árvore que será medida, colocará a trena de 30 m de forma perpendicular. Depois desse procedimento, o anotador é informado que as plantas estão na mesma coordenada X.

As medidas de plantas maiores e mais distantes em parcelas com vegetação muito fechada requerem a participação de outros integrantes do grupo que irão auxiliar a esticar a trena e a afastar os obstáculos.

Quando o mapeamento estiver sendo feito do lado direito do corredor, o observador ficará de costas para a trena, uma vez que não poderá pisar na faixa sensível. Ele deverá fixar a vara perpendicular ao eixo X (ver Figura 8), deslocar-se para o lado, no corredor central, e então realizar a leitura nas trenas.

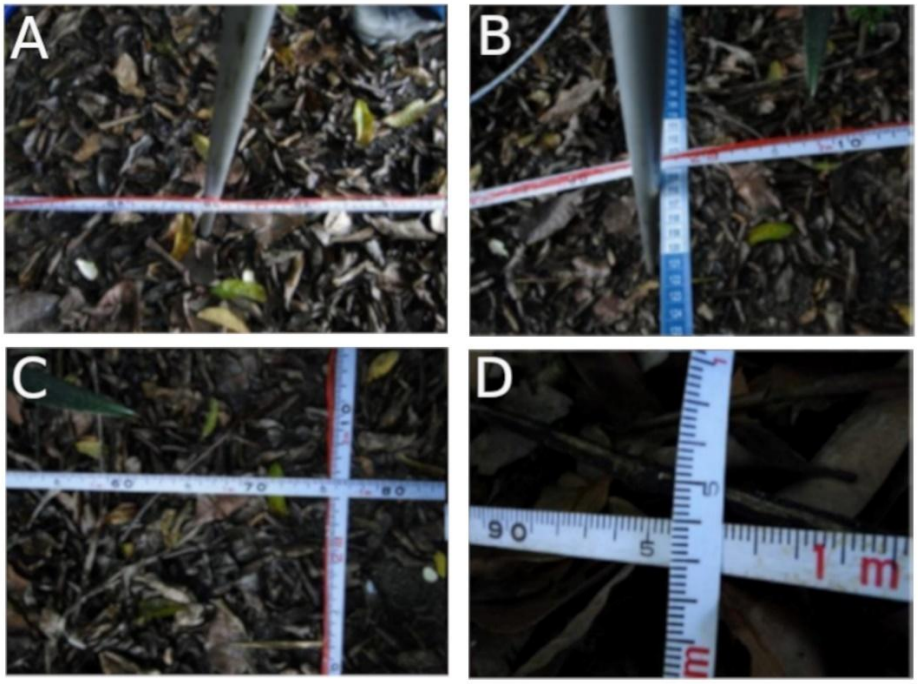


Figura 8 - As fotos mostram a posição da vara auxiliar para medida da coordenada X (A) e da coordenada Y com vara graduada (B) e com a trena (C) e a posição de 90º entre as duas trenas (D). Fotos: Maria Aparecida de Freitas.

A distância entre o indivíduo e a linha central (coordenada Y) deve ser obtida considerando um plano horizontal. Ou seja, as extremidades das trenas devem estar na mesma altura, para que a medida seja horizontal, como ilustrado na Figura 9.

Figura 9 - A medida de distância da planta até a linha central é feita horizontalmente como indicado na figura. Ilustração: Dos autores (2025). Fotos: Fernanda Coelho e Maria Aparecida de Freitas.

Caso ocorram sobreposições entre segmentos, as posições das plantas serão determinadas pelas coordenadas X e Y, no entanto, pode ser útil também registrar em qual segmento da parcela está localizada a árvore. Isto geralmente é fácil, mas, como a parcela não é reta, existem áreas dentro de 1,5 m da linha central que não são, obviamente, parte de um ou outro segmento.

Nestes casos, os segmentos são definidos da seguinte forma (ver Figura 10). Quando um segmento fizer um ângulo convexo com o seguinte, haverá uma área semicircular entre os dois segmentos, que deve ser incluída na amostragem do segmento anterior ao ângulo. Na Figura 10, a área adicional entre os segmentos 1 e 2 é incluída na amostragem do segmento 1, quando os segmentos têm entre si um ângulo côncavo, haverá uma sobreposição de suas áreas. A área de sobreposição será incluída no segmento

anterior. No exemplo da Figura 10, a área de sobreposição entre os segmentos 2 e 3 é incluída na amostragem do segmento 2. Atenção para não anotar novamente para o segmento 3 as espécies desta área. Mantenha este arranjo em relação ao começo da parcela, mesmo se o levantamento estiver sendo feito do final para o começo da parcela.

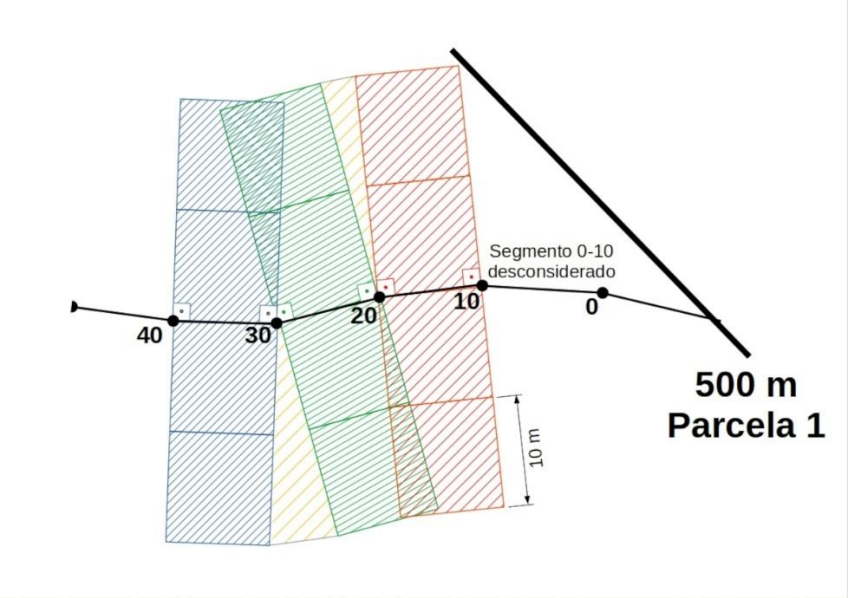


Figura 10 - A projeção de cada segmento é mostrada em uma cor diferente. Neste exemplo, a área "a mais" entre os segmentos 1 e 2 será registrada como pertencente ao segmento 1, e a área que se sobrepõe nos segmentos 2 e 3 será registrada como pertencente ao segmento 2. Fonte: Dos autores (2025).

Para a marcação dos indivíduos, são utilizadas placas numeradas de alumínio. As placas deverão ser fixadas logo após o término das medidas de coordenadas. A pessoa que coloca as placas deve checar com o anotador as sequências dos números das placas e da planilha.

Sugerimos o uso de placas de tamanho 2 x 5 cm confeccionadas com alumínio de 0.3 mm de espessura e marcadas com números e letras de 8 mm.

Recomendamos usar numeração sequencial dentro da mesma parcela, e um código para nomear a grade/módulo e a parcela. As placas de identificação das plantas são colocadas a 1.60 cm da base da árvore seguindo o mesmo princípio das medidas de diâmetro.

Fixar as placas sempre voltadas para a linha central, de modo que possam ser vistas por quem caminhar pelo corredor da parcela. Em locais onde os pregos ou placas possam ser furtados, a marcação deve ser de forma diferente, porém, será necessário informar nos metadados qual foi a solução ou alternativa utilizada.

Nas plantas lenhosas com DAP entre 1 e 10 cm as placas são fixadas com arame recoberto por plástico (fio de telefone). Deixe uma folga no fio (3 a 5 cm aproximadamente) para não estrangular a planta conforme ela cresce.

Nas plantas com DAP ≥ 10 cm as placas devem ser fixadas com pregos de alumínio ou galvanizados de ½ galeota. Fixar o prego em um ângulo maior do que 90º evita que a água escorra e infiltre no buraco feito pelo prego. O prego deve ser inserido cerca de 1/3 do seu tamanho no caule. Certifique-se que ele está firme e afaste a placa o máximo possível do caule (ver Figura 11).

Figura 11 - Placas de alumínio numeradas fixadas no tronco de árvores. Foto: Ricardo Teixeira Gregório de Andrade

Para as árvores que ramificam abaixo de 1.30 m, cada ramificação é marcada e medida como um caule separado quando tiver pelo menos 1 cm de diâmetro a 1.30 m do solo. Cada caule ramificado recebe uma placa com o mesmo número, acrescido de letras em ordem alfabética. Cada ramo deve ser registrado em uma linha da planilha, com o cuidado de anotar a letra que designa o ramo junto com o número do indivíduo. Todas as placas deverão ser fixadas na mesma altura (seguindo a recomendação normal para qualquer árvore).

A estrutura da floresta pode ser descrita somente usando as medidas de diâmetro, sem necessidade de marcar as plantas ou registrar suas coordenadas. Apesar da economia de tempo, medidas sem mapeamento e marcação dos indivíduos dificultam a checagem

de prováveis erros, e o entendimento do crescimento ou mortalidade individual ficam impraticáveis, além de aumentar o tempo para identificação botânica. Por tanto, é recomendável marcar e mapear todos os indivíduos, pois permitem estudos de crescimento e mortalidade individual. Caso não seja possível realizar o mapeamento e marcação, deve-se registrar em qual segmento e lado da linha central foi encontrada cada planta. Este procedimento resulta em dados disponíveis sobre estrutura que podem ser usados por pesquisadores estudando outros grupos taxonômicos, para estimativas preliminares da biomassa (Costa & Magnusson, 2010).

2.2.3 Medidas de diâmetro e altura

As medidas de diâmetro são feitas imediatamente após o plaqueamento da árvore. O ponto de medição padrão para medidas de diâmetro de árvores é de 1,30 m de altura. Para facilitar e manter padronizada a altura da medida, sugerimos o uso de uma vara com marcação a 1,30 m (para medida do dap) e 1,60 m (para fixar a placa numerada). O ponto onde o diâmetro foi medido (POM) deve ser marcado com giz de cera e em seguida pintado para garantir que medidas subsequentes sejam realizadas na mesma posição. Para pintura, indicamos o uso de tinta de demarcação na cor amarela. Nas árvores marcadas na faixa sensível, a pintura deve ser feita por uma pessoa que fica posicionada no corredor central com uso de um pincel fino e chato com cabo longo ou acoplado a uma vara com comprimento suficiente para alcançar as plantas mais distantes sem precisar entrar na faixa sensível.

Para as medidas de diâmetro, são utilizados paquímetro e/ou fita métrica ou diamétrica. Nos indivíduos com diâmetro inferior a 6 cm, o diâmetro é medido com um paquímetro de 150 mm. Ele deve ser posicionado horizontalmente e no sentido do maior diâmetro (ver Figura 12A e B).

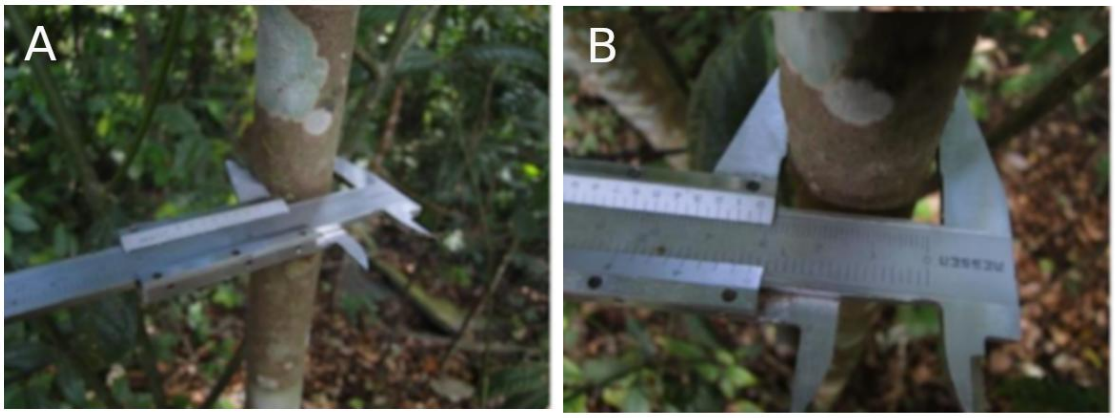


Figura 12 - Como usar o paquímetro para medir o diâmetro em indivíduos com DAP ≤ 6 cm. Fotos: Maria Aparecida de Freitas.

Diâmetros maiores que 6 cm são medidos com uma fita diamétrica (p. ex. Forestry Suppliers, modelo 283 D), ou com fita métrica ambas com precisão de ± 1 mm. A fita métrica fornece valores de circunferência (CAP), portanto as medidas precisam ser transformadas em diâmetro (DAP=CAP/3.14). Esta informação deverá constar na sua ficha de metadados. Como a fita métrica pode esticar com o tempo de uso, ela deve ser trocada com frequência para evitar imprecisões nas medidas. Antes de medir, remova líquens, musgos e cupinzeiros do caule no ponto da medida. Nunca cortar cipós ou remover as hemiepífitas, apenas afaste as raízes ou caules das plantas. Coloque a fita na posição horizontal, bem esticada e reta. Faça a leitura da direita para a esquerda. No exemplo abaixo, note que o DAP correto é 11,3 cm e não 12,7 cm (ver Figura 13).

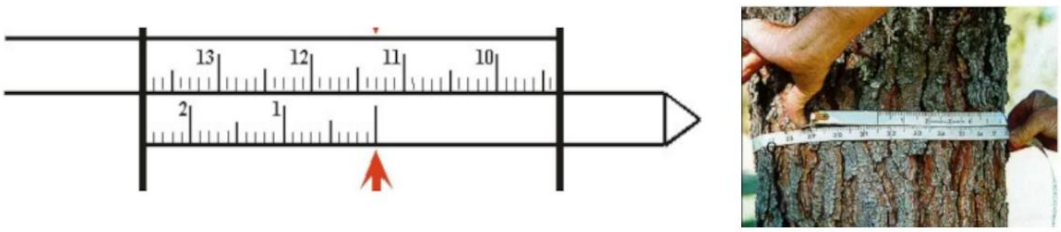
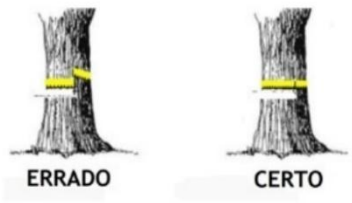


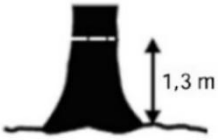
Figura 13 - Leitura da fita diamétrica sempre deve ser feita da direita para a esquerda.

Nem sempre o terreno é plano e as árvores são retas e cilíndricas. O Quadro 1 adaptado de Condit (1988), ilustra as recomendações para determinar a posição da medida do diâmetro em áreas e/ou árvores inclinadas.

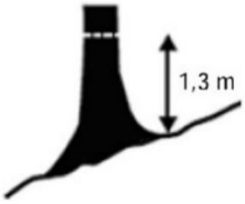
Quadro1 - Locais para medição correta do DAP (Diâmetro altura do peito) conforme Condit (1998).



Certifique-se que a fita diamétrica esteja bem esticada e reta. Lembre-se que será necessário remover liquens e musgos do caule no ponto da medida. Nunca cortar lianas (cipós) ou remover as hemiepífitas, apenas afaste as raízes ou caules das árvores.

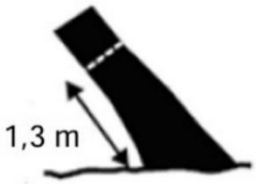


O diâmetro das árvores e arvoretas é sempre medido a 1,30 m do solo. Recomenda-se uma haste ou "varra" com essa medida para assegurar que todas as árvores serão medidas na mesma posição.



Terreno inclinado, árvore reta. Medir o diâmetro a 1,30 m do solo, na parte mais alta do terreno.

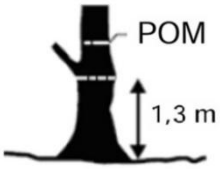
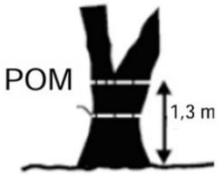
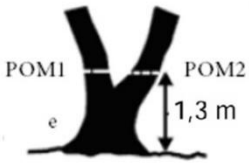
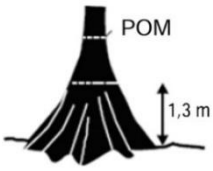
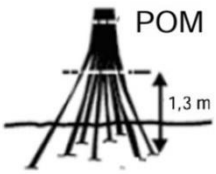
Terreno e árvores inclinadas. Medir o diâmetro a 1,30 m do solo, acompanhando a inclinação da árvore, na parte mais alta do terreno.



Árvore inclinada, terreno plano. Medir o diâmetro a 1,30 m do solo, acompanhando a inclinação da árvore.

Quando o tronco da árvore tiver alguma irregularidade (nós, deformidades, buracos, entre outras irregularidades), sapopemas ou raízes escora a 1,30m do solo, o ponto da medida do diâmetro (POM) será feita conforme mostra o Quadro 2. Nestes casos, sempre se registra a altura onde foi feita a medida do diâmetro. Quando houver alteração do POM entre censos, deve-se sempre medir o diâmetro na posição anterior e na nova posição.

Quadro 2 - Ponto de medição do diâmetro recomendado em árvores com irregularidades no tronco ou com sapopemas, raízes escoras ou adventícias (Condit 1998).

	Novo ponto da medida	Árvore com injúria, ferimento, nódulos ou qualquer tipo de deformidade na altura de 1,30 m do solo.	Medir o diâmetro na parte mais cilíndrica do caule, acima de 1,30. Anotar o POM.
	Novo ponto da medida	Árvore com bifurcação a 1,30 m do solo.	Medir o diâmetro 20 cm abaixo da bifurcação. Anotar o POM
	Novo ponto da medida	Árvore com bifurcação abaixo de 1,30 m do solo.	Medir o diâmetro de cada ramo separadamente a 1,30 m do solo.
	Novo ponto da medida (POM)	Árvore com sapopemas na altura de 1,30 m do solo.	Medir o diâmetro na parte mais cilíndrica do caule, no mínimo 1 m acima das raízes. Anotar o POM
	Novo ponto da medida (POM)	Árvore com raízes escora ou com raízes adventícias na altura de 1,30 m do solo.	Medir o diâmetro na parte mais cilíndrica do caule, no mínimo 1 m acima das raízes. Anotar o POM
	Novo ponto da medida (POM)	Árvore quebrada a 1,30 m do solo com rebroto.	Medir o diâmetro 20 cm abaixo do ponto de quebra. Anotar o novo POM e a condição da árvore.

A inclusão de medidas de altura aumenta a precisão das estimativas de biomassa. No entanto, as medidas de altura são difíceis de serem feitas com precisão sem o auxílio de um hipsômetro, e, neste caso, será necessário aumentar o número de pessoas na equipe. Uma alternativa que pode ser considerada é medir a altura de pelo menos 50 árvores por parcela, como sugerido por Sullivan et al. (2018), o que permite o ajuste de relações

hipsométricas específicas para cada parcela (Souza 2019). De maneira geral, a altura do dossel também pode ser obtida com o uso do Lidar terrestre (Palace et al., 2016).

2.2.4 Equipe e fluxo da amostragem

A execução do protocolo é mais eficiente quando feita por uma equipe de 6 pessoas. A seguir, sugerimos um fluxo de amostragem com indicação dos envolvidos e suas funções.

Etapa 1. Reconhecimento da parcela e delimitação da faixa sensível

a) Em locais onde não haja problemas de furto de equipamentos, duas pessoas podem montar um pequeno acampamento (4x4 m) com lona e barbante no meio da trilha principal próximo à entrada da parcela para se proteger da chuva e guardar o material pesado, evitando carregá-lo ao longo dos dias de amostragem.

b) Duas pessoas percorrem a parcela até o final, verificando se os piquetes estão com placas e posicionados corretamente, se os barbantes estão intactos, se existe sobreposição entre segmentos e caso for necessário, realizar reparos.

c) Duas pessoas delimitam a Faixa 1 (faixa sensível) com auxílio de uma fita (fitilho ou fio de nylon torcido) esticada e de piquetes auxiliares para segurar a fita na posição correta. Esta fita não substitui a medição das coordenadas X e Y. Sua função é guiar as pessoas que estão andando pelo lado de dentro da Faixa 2, depois da faixa de 1,5 m.

Etapa 2. Mapeamento, marcação e medição dos indivíduos

Esta etapa, dependendo das condições da parcela, número de indivíduos a ser medido e do tamanho da equipe pode levar de 3 a 4 dias.

a) As anotações e coordenação das atividades da equipe são feitas por uma pessoa (anotador) que fica no corredor central. O anotador deve ter em mãos, uma prancheta com a planilha de dados, manual (plastificado) de como medir e registrar as condições das plantas, e um mapa com o esquema da parcela. O anotador deverá preencher o cabeçalho em cada nova folha da planilha com os dados do sítio, parcela, data e participantes. O anotador deve ficar atento para todas as atividades do grupo mantendo uma cadência e fluidez no ritmo da equipe.

b) As medidas de diâmetro, POM, observação das condições da árvore e colocação das placas numeradas são feitas por duas pessoas. Para otimizar o processo, quando um medidor termina de medir uma planta, ele coloca a placa numerada enquanto o outro medidor começa a medir outra planta. Para evitar erros de numeração é recomendável frequentemente conferir com o anotador se a sequência das placas coincide com a sequência da planilha.

c) O mapeamento, obtenção das coordenadas X e Y, é realizado por duas pessoas e apresenta pequenas variações dependendo da faixa de amostragem.

Para o mapeamento na faixa 1 (faixa sensível), uma pessoa anda pelo corredor central e a outra se desloca pelo lado de dentro da faixa 2, sem entrar na faixa 1. Cada uma mede as plantas que estiverem ao seu alcance, de modo que não seja necessário entrar na faixa 1.

Para o mapeamento nas faixas 2 e 3, uma pessoa permanece no corredor central e fica responsável pela leitura da coordenada X e por indicar a direção e posição da trena para a pessoa que vai posicionar a outra extremidade da trena na lateral e no centro da árvore para leitura da coordenada Y.

d) Uma pessoa é responsável pela pintura do POM.

Toda a equipe deve ficar posicionada fora da faixa sensível quando se tratar de medidas do lado esquerdo da parcela.

2.2.5 Faixas de amostragem para lianas

A medição do diâmetro das lianas apresenta particularidades. Gerwing *et al.* (2006) e Schnitzer (2008) propuseram recomendações para a medição do diâmetro e altura de lianas de acordo com as tipologias das hastes e suas especificidades no crescimento:

a) Lianas somente com a haste principal: são lianas que simplesmente sobem em direção ao dossel e são medidas na haste principal no POM de 1,30 cm de altura, a partir do ponto de enraizamento. O POM de 1,30 cm acompanha a inclinação da liana. No caso de deformidades na altura de 1,30 cm, recomenda-se medir 5 cm abaixo da deformidade (Figura 14A). Lianas com entrelaçamento (lianas que se enrolam ao redor da árvore)

abaixo de 1,30 cm de altura da haste principal será medido o POM 1,30 cm ao longo do comprimento da liana (Figura 14B).

b) Lianas ramificadas*:* são lianas que apresentam ponto de ramificação abaixo de 1,30 cm do ponto de enraizamento e são medidas na altura de 20 abaixo do ponto de ramificação (figura 14C). Lianas ramificadas abaixo do 1,30 cm e que apresentem haste principal irregular ou com ramificação próxima ao solo são medidas na altura de 1,30 cm de cada ramo. Neste caso, observe que são caules múltiplos do mesmo indivíduo, assim, recomenda-se que o diâmetro de um dos ramos deve ser medido a partir da altura de 1,30 cm do solo (figura 14D). Lianas que apresentam ponto de ramificação próximo ao solo o POM deve ser medido 1,30 cm a partir do ponto de ramificação, acima das últimas raízes (Figura 14E).

c) Lianas com ramificações múltiplas: Lianas que apresentam hastes clonais devem ser medidas separadamente, mas devem ser consideradas como um único indivíduo. Os POMs devem ser medidos nos ramos (caules) ascendentes na altura 1,30 cm altura. Ramos (caules) que fazem o looping devem ser ignorados (Figura 14F).

d) Lianas que apresentam raízes adventícias: Lianas que apresentam raízes adventícias acima de 1.30 cm do ponto de enraizamento são medidas 50 cm acima da última raiz (Figura 14G).

e) Lianas com haste achatada: Quando a liana apresenta caule não cilíndrico (achatada), devem ser feitas duas medidas de diâmetro, uma no ponto mais largo e outra no mais estreito (ver Figura 14H).

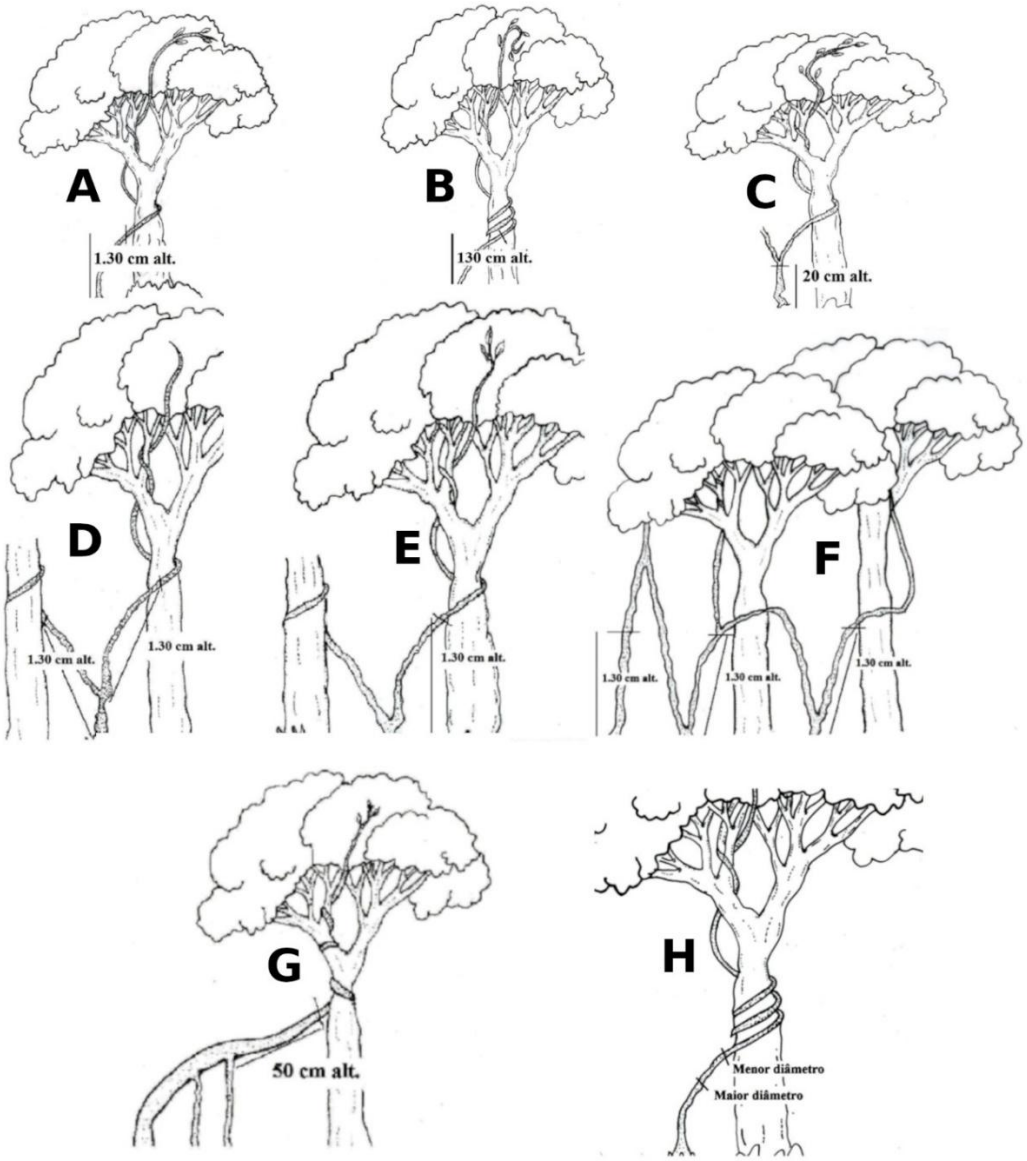


Figura 14 - Locais recomendados para medição do diâmetro em lianas. Fonte: Adaptado de Gerwing *et al.* (2006) e Schnitzer et al. (2008).

Com relação às faixas de amostragem no sistema RAPELD, as lianas são amostradas em duas faixas de diferentes larguras conforme o seu diâmetro altura do peito (DAP), de acordo com critérios e recomendações de Costa e Magnusson, (2010).

As lianas com DAP ≥ 1cm ≤ 4,9 cm são medidas em uma faixa de 10 m de largura, sendo 5 m para cada lado da linha central. Lianas com DAP ≥ 5 cm são medidas na faixa de 40 m de largura, sendo 20 m para cada lado da mesma linha central (Figura 15).

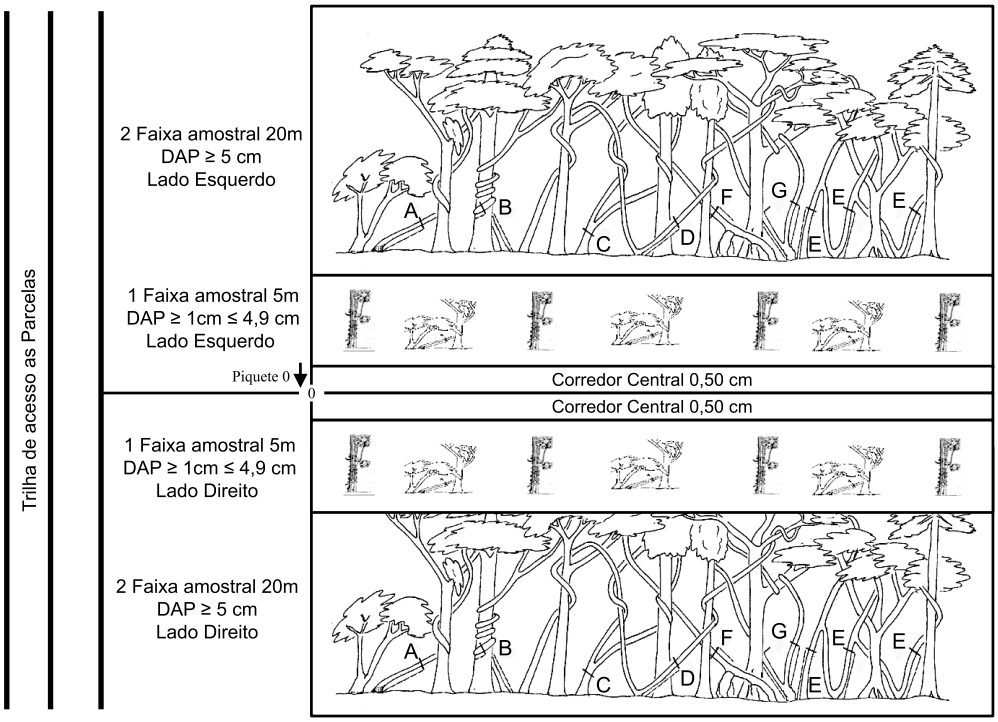


Figura 15 - Faixa amostral para lianas. Fonte: Dos autores (2025).

3 PERSPECTIVAS

A Amazônia, a maior área contínua de floresta tropical, está cada vez mais exposta a um estresse sem precedentes devido ao aquecimento das temperaturas, secas extremas, desmatamento e incêndios, mesmo em partes centrais e remotas da bacia amazônica (Flores et al., 2024; Chen et al., 2024; Tavares et al., 2023). A possibilidade de que a floresta amazônica possa em breve atingir um ponto crítico, induzindo um colapso em larga escala, tem levantado preocupações globais (Flores et al., 2024). Neste cenário alarmante, a floresta amazônica está cada vez mais vulnerável, combinadas com as crescentes atividades humanas ao longo da bacia amazônica. O desmatamento é atualmente a maior ameaça às espécies de árvores da Amazônia, mas as mudanças climáticas podem superá-lo em apenas algumas décadas. O clima e o desmatamento combinados podem causar um declínio de até 58% na riqueza de espécies de árvores da Amazônia, enquanto o desmatamento sozinho pode causar 19–36% e as mudanças climáticas 31–37% até 2050 (ter Steege et al., 2013). As espécies podem perder em média 65% de sua área ambientalmente adequada original, e um total de 53% pode ser ameaçado de acordo com os critérios da Lista Vermelha da IUCN (ter Steege et al., 2013).

Redes de pesquisa colaborativas utilizando o sistema RAPELD e aplicando seus protocolos direcionados para a estrutura da vegetação concentram esforços para catalisar dados integrados e examinar as evidências de mudanças associadas à estrutura, dinâmica e composição funcional de florestas e entender a persistência dessas mudanças de longo prazo, e quais taxas de modificação ocorrem em nível local, regional e da paisagem. Estes estudos são críticos para nosso entendimento da dinâmica florestal a nível de bacia amazônica, pois sabemos pouco sobre a complexa relação entre seca climatológica, fertilidade e profundidade da água no solo, e como as árvores respondem aos estressores ambientais.

Para vários locais da Amazônia (ex. interflúvio Rio Branco-Rio Negro, interflúvio Madeira-Purus), as parcelas RAPELD representam as primeiras informações disponíveis para a definição de linha de base para acessar os efeitos de eventos climáticos extremos em áreas florestais com características ambientais distintas. Estudos de vegetação nas parcelas RAPELD colocaram no mapa de grandes programas de monitoramento áreas da floresta amazônica completamente desconhecidas até duas décadas atrás. O interflúvio Purus-Madeira, por exemplo, está inserido na região denominada planícies amazônicas (Magnusson et al., 2023) que integram florestas estabelecidas sobre lençóis freáticos rasos e seu papel modulador frente as mudanças climáticas foram amplamente negligenciadas (Chen et al., 2024; Schietti et al., 2013). Ou seja, informações geradas a partir de parcelas RAPELD estão contribuindo para mudar nossa forma de elaborar perguntas, estabelecer novos limiares na fronteira do conhecimento, e fortalecer esforços colaborativos que podem ser usados para novas perguntas e mudanças de paradigmas (Rosa et al., 2021; Blundo et al., 2021; Bergallo et al., 2023).

Parcelas RAPELD são herbários vivos ainda pouco explorados para estudos taxonômicos e da bioprospecção orientados a partir da ecologia (Kursar et al., 1999; Coley et al., 2003). A integração da estrutura da vegetação, fenologia e a determinação da margem de segurança hidráulica (MSH) são tópicos importantes para entender o funcionamento e a sobrevivência das plantas. Matrizes florestais (fenologia e MSH) monitoradas em parcelas RAPELD fornecem informações sobre como as plantas respondem às mudanças sazonais e à disponibilidade de água diante das mudanças climáticas (Wanderley & Manzatto, 2024). Estudar esses tópicos fornece insights sobre a

ecologia vegetal (Choat et al., 2012) e até animal (Marciente et al., 2015), também fornecendo informações úteis para a conservação ambiental.

Por fim, dada complexidade e riqueza de detalhes apresentadas neste protocolo, incentivamos a realização de treinamentos e diálogo com pessoas que já o desenvolvem. Essa troca de experiência será fundamental para que a amostragem de árvores e lianas no sistema RAPELD seja realizada de maneira eficiente e padronizada.

4 MATERIAL SUPLEMENTAR

S1. Modelo de ficha de campo;

S2. Ficha de Metadados;

Material disponível em: https://github.com/ProtocolosRAPELD/EducAmazonia_VolumeXVIII_N.ESPECIAL_2025/tree/main/MS_Protocolo_Arvores%26Lianas

5 AGRADECIMENTOS

Este artigo integra uma edição especial financiada pelos projetos PPBio Amazônia Ocidental (CNPq, processos nº 441260/2023-3 e 441228/2023-2), INCT-CENBAM (CNPq, processo nº 406474/2022-2) e CAPACREAM (CNPq, processo nº 444350/2024-1).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

André, T., Moulatlet, G. M., Almeida, T. E., Alverga, P. P. de P., Boelter, C. R., Drucker, D. P., Silva, J. G. da, Linares-Palomino, R., Lopes, M. A., Magalhães, J. L. L., Manzatto, A. G., Mews, H. A., Moll, I. E. de S., Mortati, A. F., Paixão, E. C. da, Quintero-Vallejo, E., van Andel, T., Silveira, M., Storck-Tonon, D., Tuomisto, H., ... & Costa, F. R. C. (2023). HERBase: The collection of understorey herbs vegetation plots from Amazonia. *Acta Amazonica*, *53*(2), 114-121. http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392202203150

Bergallo, H. G., Rosa, C., Ochoa, A. C., Manzatto, A. G., Guimaraes, A. F., Banhos, A., Castilho, C. V., Barros, C. F., Norris, D., Drucker, D. P., Rodrigues, D. J., Baccaro, F. B., Lourenço, I. H., Zuanon, J., Stegmann, L. F., Anjos, M. R., Silveira, M., Araújo, P. S. G., Bobrowiec, P. E. D., Fadini, R., ... & Magnusson, W. E. (2023). Long-term ecological research: Chasing fashions or being prepared for fashion changes? *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, *95*, e20230051. https://doi.org/10.1590/0001-3765202320230051

Blundo, C., Carilla, J., Grau, R., Malizia, A., Malizia, L., Osinaga-Acosta, O., Bird, M., Bradford, M., Catchpole, D., Ford, A., Graham, A., Hilbert, D., Kemp, J., Laurance, S., Laurance, W., Ishida, F. Y., Marshall, A., Waite, C., Woell, H., ... & Bastin, J.-F. (2021). Taking the pulse of Earth's tropical forests using networks of highly distributed plots. *Biological Conservation*, *260*, 108849. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108849

Carvalho, R. L., Resende, A. F., Barlow, J., França, F. M., Moura, M. R., Maciel, R., Alves-Martins, F., Shutt, J., Nunes, C. A., Elias, F., Silveira, J. M., Stegmann, L., Baccaro, F. B., Juen, L., Schietti, J., Aragão, L., Berenguer, E., Castello, L., Costa, F. R. C., ... & Ferreira, J. (2023). Pervasive gaps in Amazonian ecological research. *Current Biology*, *33*(16), 3495-3504.e4. https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.06.077

Chazdon, R. L., Brancalion, P. H. S., Laestadius, L., Curry, A. B., Buckingham, K., Kumar, C., Rocek, J. M., Vieira, I. C. G. & Wilson, S. J. (2016). When is a forest a forest? Forest concepts and definitions in the era of forest and landscape restoration. *Ambio*, *45*, 538–550. https://doi.org/10.1007/s13280-016-0772-y

Chen, S., Stark, S. C., Nobre, A. D., Cuartas, L. A., Amore, D. J., Restrepo-Coupe, N., Smith, M. N., Chitra-Tarak, R., Ko, H., Nelson, B. W., & Saleska, S. R. (2024). Amazon forest biogeography predicts resilience and vulnerability to drought. *Nature*, *631*, 111-117. https://doi.org/10.1038/s41586-024-07568-w

Choat, B., Jansen, S., Brodribb, T. J., Cochard, H., Delzon, S., Bhaskar, R., Bucci, S. J., Feild, T. S., Gleason, S. M., Hacke, U. G., Jacobsen, A. L., Lens, F., Maherali, H., Martínez-Vilalta, J., Mayr, S., Mencuccini, M., Mitchell, P. J., Nardini, A., Pittermann, J., ... & Zanne, A. E. (2012). Global convergence in the vulnerability of forests to drought. *Nature*, *491*, 752–755. https://doi.org/10.1038/nature11688

Coley, P. D., Heller, M. V., Aizprua, R., Araúz, B., Flores, N., Correa, M., Gupta, M., Solis, P. N., Ortega-Barría, E., Romero, L. I., Gómez, B., Ramos, M., Cubilla-Rios, L., Capson, T. L., & Kursar, T. A. (2003). Using ecological criteria to design plant collection strategies for drug discovery. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *1*, 421-428. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2003)001[0421:uectdp]2.0.co;2

Condit, R. (1998). *Tropical forest census plots: Methods and results from Barro Colorado Island, Panama and a comparison with other plots*. Springer-Verlag.

Costa, F. R. C., & Magnusson, W. E. (2010). The need for large-scale, integrated studies of biodiversity: The experience of the Program for Biodiversity Research in Brazilian Amazonia. *Acta Amazonica*, *8*(1), 3-12. http://dx.doi.org/10.4322/natcon.00801001

FAO. (2000). Comparison of forest area and forest area change estimates derived from FRA 1990 and FRA 2000. *Forest Resources Assessment Working Paper 59*.

Flores, B. M., Montoya, E., Sakschewski, B., Nascimento, N., Staal, A., Betts, R. A., Levis, C., Lapola, D. M., Esquível-Muelbert, A., Jakovac, C., Nobre, C. A., Oliveira, R. S., Borma, L. S., Nian, D., Boers, N., Hecht, S. B., ter Steege, H., Arieira, J., Lucas, I. L., Berenguer, E., Marengo, J. A., Gatti, L. V., Mattos, C. R.

C., & Hirota, M. (2024). Critical transitions in the Amazon forest system. *Nature*, *626*, 555-564. https://doi.org/10.1038/s41586-023-06970-0

Gentry, A. H. (1982). Patterns of Neotropical Plant Species Diversity. In: Hecht, M.K., Wallace, B., Prance, G.T. (eds) *Evolutionary Biology*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6968-8_1

Gerwing, J. J., Schnitzer, S. A., Burnham, R. J., Bongers, F., Chave, J., DeWalt, S. J., Ewango, C. E. N., Foster, R., Kenfack, D., Martínez-Ramos, M., Parren, M., Parthasarathy, N., Pérez-Salicrup, D. R., Putz, F. E., & Thomas, D. W. (2006). A standard protocol for liana censuses. *Biotropica*, *38*, 256-261.

Guimaraes, A. F., Querido, L. C. de A., Rocha, T., Rodrigues, D. J., Viana, P. L., Bergallo, H. de G., Fernandes, G. W., Toma, T. S. P., Streit, H., Overbeck, G. E., Souza, A. Q. S. de, Lima, A. P., Rosa, C. A. da, Grelle, C. E. de V., Lopes, A. M., Curcino, A., Paula, A. S. de, Andriolo, A., Dias, A. dos S., ... & Magnusson, W. E. (2024). Disentangling the veil line for Brazilian biodiversity: An overview from two long-term research programs reveals huge gaps in ecological data reporting. *Science of The Total Environment*, *950*, 174880. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174880

Kursar, T. A., Engelbrecht, B. M. J., Burke, A., Tyree, M. T., EI Omari, B., & Giraldo, J. P. (2009). Tolerance to low leaf water status of tropical tree seedlings is related to drought performance and distribution. *Functional Ecology*, *23*, 93-102. https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2008.01483.x

Magnusson, W. E., Lima, A. P., Luizão, R., Luizão, F., Costa, F. R., Castilho, C. V., & Kinupp, V. F. (2005). RAPELD, uma modificação do método de Gentry para inventários de biodiversidade em sítios para pesquisa ecológica de longa duração. *Acta Amazonica*, *5*(2).

Marciente, R., Bobrowiec, P. E. D., & Magnusson, W. E. (2015). Ground-vegetation clutter affects Phyllostomid bat assemblage structure in lowland Amazonian forest. *PLoS ONE*, *10*(6), e0129560. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129560

Nakadai, R. (2023). Macroecological processes drive spiritual ecosystem services obtained from giant trees. *Nature Plants*, *9*(2), 209-213. https://doi.org/10.1038/s41477-022-01337-1

Palace, M., Sullivan, F. B., Ducey, M., Herrick, C. (2016). Estimating Tropical Forest Structure Using a Terrestrial Lidar. *PLoS ONE*, *11*(4), e0154115. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154115

Rosa, C., Baccaro, F., Cronemberger, C., Hipólito, J., Barros, C. F., Rodrigues, D. J., Neckel-Oliveira, S., Overbeck, G. E., Drechsler-Santos, E. R., Rodrigues dos Anjos, M., Ferreguetti, Á. C., Akama, A., Bonifácio Martins, M., Tomas, W. M., Santos, S. A., Ferreira, V. L., Cunha, C. N., Penha, J., Pinho, J. B., ... & Magnusson, W. E. (2021). The Program for Biodiversity Research in Brazil: The role of regional networks for biodiversity knowledge, dissemination, and conservation. *Academia Brasileira de Ciências*, *93*(2). https://doi.org/10.1590/0001-3765202120201604

Schietti, J., Emilio, T., Rennó, C. D., Drucker, D. P., Costa, F. R. C., Nogueira, A., Baccaro, F. B., Figueiredo, F., Castilho, C. V., Kinupp, V., Guillaumet, J.-L., Garcia, A. R. M., Lima, A. P., & Magnusson, W. E. (2014). Vertical distance from drainage drives floristic composition changes in an Amazonian rainforest. *Plant Ecology & Diversity*, 7(1-2), 241-253. https://doi.org/10.1080/17550874.2013.783642

Schnitzer, S. A. (2008). A mechanistic explanation for global patterns of liana abundance and distribution. *American Naturalist*, *166*, 262-276. https://doi.org/10.1086/431250

Souza, W. N. (2019). *Efeito do solo e da topografia na relação diâmetro-altura e nas estimativas de biomassa arbórea viva acima do solo no Parque Nacional do Viruá, Roraima*. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima. Boa Vista, Roraima.

Stegmann, L., & Santorelli Junior, S. (2023). *O Interflúvio Purus-Madeira:* lições sobre o funcionamento da floresta amazônica. Humaitá, AM. Ed. dos Autores. ISBN 978-65-00-82422-3.

Sullivan, M. J. P., Lewis, S. L., Hubau, W., Qie, L., Baker, T. R., Banin, L. F., ... & Phillips, O. L. (2018). Field methods for sampling tree height for tropical forest biomass estimation. *Methods in Ecology and Evolution*, *9*(15), 1179–1189. https://doi.org/10.1111/2041-210X.12962

Tavares, J. V., Oliveira, R. S., Mencuccini, M., Signori-Müller, C., Pereira, L., Diniz, F. C., Gilpin, M., Marca Zevallos, M. J., Salas Yupayccana, C. A., Acosta, M., Pérez Mullisaca, F. M., Barros, F. de V., Bittencourt, P., Jancoski, H., Scalon, M. C., Marimon, B. S., Oliveras Menor, I., Marimon Jr, B. H., Fancourt, M., … & Galbraith, D. R. (2023). Basin-wide variation in tree hydraulic safety margins predicts the carbon balance of Amazon forests. *Nature*, *617*, 111-117. https://doi.org/10.1038/s41586-023-05936-3

Ter Steege, H., Pitman, N. C. A., Sabatier, D., Baraloto, C., Salomão, R. P., Guevara, J. E., ... & Magnusson, W. E. (2013). Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science*, *342*(6156), 1243092. https://doi.org/10.1126/science.1243092

Wanderley, T. V., & Manzatto, A. G. (2024). Tendências em estudos sobre respostas hidráulicas e funcionais de plantas na Amazônia: uma revisão da literatura. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, *22*, e3565. https://doi.org/10.55905/oelv22n3-008

Zuquim, G., Tuomisto, H., Costa, F. R. C., Prado, J., Magnusson, W. E., Pimentel, T., Braga-Neto, R., & Figueiredo, F. O. G. (2012). Broad scale distribution of ferns and lycophytes along environmental gradients in Central and Northern Amazonia, Brazil. *Biotropica*, *44*, 752-762. https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2012.00880.x

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: Angelo Gilberto Manzatto.

Breve currículo: Doutor em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual Paulista (Unesp/ Rio Claro/São Paulo). Professor da Universidade Federal de Rondônia.

Instituição: Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Departamento de Biologia. Núcleo de Ciência e Tecnologia (NCET), Porto Velho, Rondônia, Brasil.

E-mail: manzatto@unir.br

Orcid: https://orcid.org/0000-0002-6414-8966

País: Brasil.

Autor 2

Nome: Carolina Volkmer de Castilho.

Breve currículo: Doutora em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Pesquisadora da Embrapa Roraima

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima. Avenida Brasil, Distrito Industrial Governador Aquilino Mota Duarte, 69315292 - Boa Vista, RR – Brasil.

E-mail: carolina.castilho@embrapa.br

Orcid: https://orcid.org/0000-0002-1064-2758

País: Brasil.

Autor 3

Nome: Ricardo Teixeira Gregório de Andrade.

Breve currículo: Doutor em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (PGDRA) pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) em Porto Velho.

Instituição: IFRO – Rondônia, Porto Velho

E-mail: Ricardo.andrade@ifro.edu.br

Orcid: https://orcid.org/0000-0002-7509-6356

País: Brasil.