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

COMO MEDIR A PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO: PROTOCOLO PARA INSTALAÇÃO DE PIEZÔMETROS

HOW TO MEASURE GROUNDWATER DEPTH: PROTOCOL FOR PIEZOMETER INSTALLATION

Juliana Schietti [1,2], Aretha F. Guimarães[3], João Araújo de Souza[1],
Eduardo de Farias Geisler[1], Maria Aparecida de Freitas[1] †
& William Ernest Magnusson[1]

Resumo:

A profundidade do lençol freático é uma medida simples, direta e de baixo custo de ser extraída em campo, consistindo na medida mais superficial da água livre subterrânea. A disponibilidade de água no lençol freático afeta vários grupos de organismos, influenciando sua distribuição. Em algumas áreas sujeitas a secas periódicas, a disponibilidade de água no lençol vai influenciar diretamente a sobrevivência e permanência de várias espécies em determinados locais. Para inferir esta medida, um método bastante utilizado é a confecção de piezômetros, que consistem de canos de PVC instalados em campo, os quais podem permanecer nos locais de estudo por anos sem necessitar de substituição. As medidas da profundidade do lençol são feitas mensalmente com uma trena modificada e o resultado é anotado em uma planilha. Esta variável pode ser correlacionada com todo tipo de dados ecológicos.

Palavras-chave: Água subterrânea; água no solo; reserva de água no solo.

[1] Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus-AM, Brasil.
[2] Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus- AM, Brasil.

Abstract: Groundwater depth is an easy, direct measure that can be done with a low cost in the field, and consists of accessing the underground superficial water. The water availability in the soils affects a myriad of organisms, influencing its distribution. In some areas that are subjected to periodic floods, the groundwater depth affects directly the survival of some species. To measure this variable, we can utilize piezometers, which consist of PVC pipes installed in the field that can remain at the sampling site for years without needing to be substituted. The groundwater-depth mesurements can be done monthly using a modified tape measureme and the result is registered in a spread sheet. This variable can be correlated many other ecological variables.

Keywords: Groundwater depth; soil water in soil; soil water reservoir.

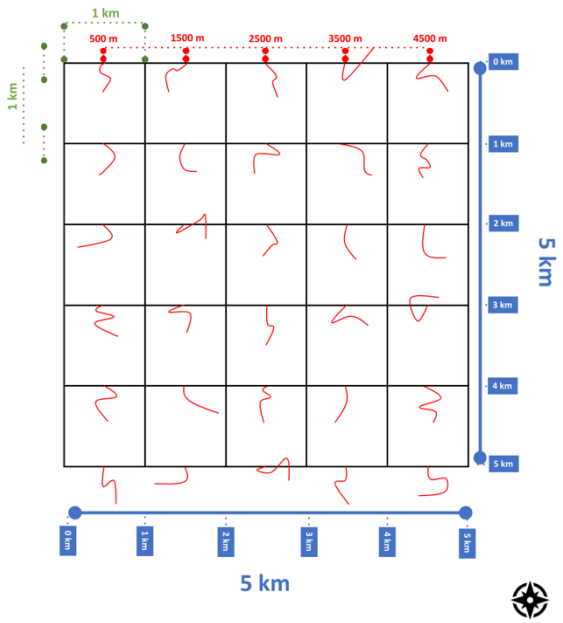
[3] Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Avenida André Araújo, nº 2936, Petrópolis, CEP: 69067-375. Manaus-AM, Brasil. e-mail: areguimaraes@gmail.com
† - *In memorian*

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.

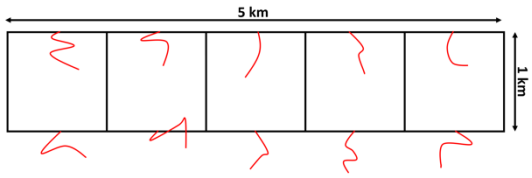
As **parcelas uniformemente distribuídas** são transectos de 250 metros de comprimento posicionados ao longo de curvas de nível, com larguras ajustadas conforme o grupo taxonômico ou variável estudada. Essa disposição minimiza os efeitos da topografia sobre as condições ambientais dentro das parcelas, 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.

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

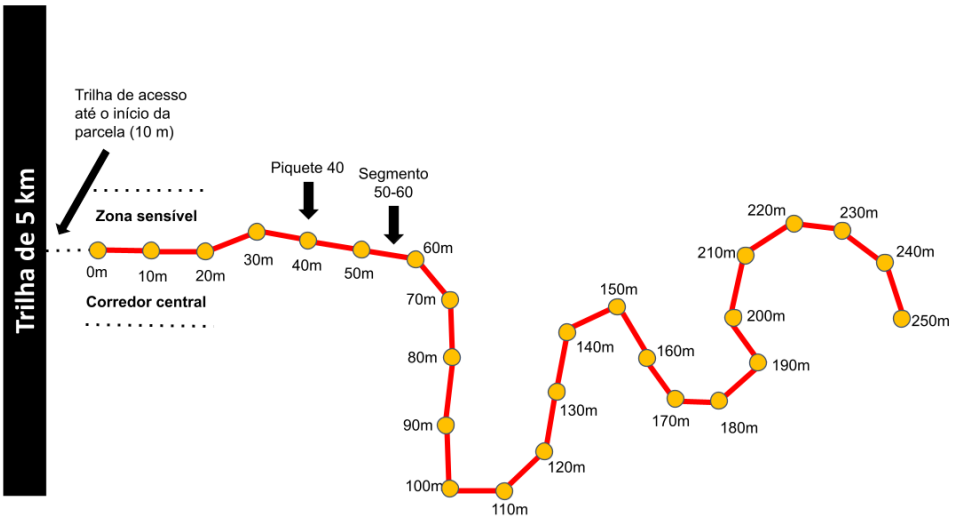


As **parcelas ripárias** estão localizadas às margens de pequenos cursos d'água, também com 250 metros de comprimento. Cada parcela é demarcada ao longo da margem direita do curso d'água, seguindo em direção à nascente (montante), com piquetes a cada 10 metros. Elas sempre começam onde a trilha principal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

O lençol freático é a camada mais superficial da água livre subterrânea. A profundidade do lençol freático é uma variável ambiental importante na definição de padrões de distribuição da água no solo, bem como determina vários fatores importantes na hidrologia dos solos. Em diferentes ecossistemas, a profundidade do lençol freático se relaciona com padrões de distribuição da vegetação, dinâmica da floresta, fenologia e distribuição de nutrientes nos solos (Silvertown et al., 1999; Jirka et al., 2007; Schietti et al., 2014; Schöngart et al., 2002; Guimaraes et al., 2021). Em áreas sujeitas a encharcamentos, alagamentos e estiagem periódicos (períodos de ausência de chuva), compreender como a profundidade do lençol freático varia sazonalmente e entre anos é crucial para a compreensão de variações na distribuição de vários grupos de organismos tais como répteis, mamíferos, aves e plantas (Cosme et al., 2017; Huang et al., 2019).

A importância de compreender a influência do lençol freático sobre a biodiversidade e funcionamento dos ecossistemas em parcelas RAPELD (RAP de rápido, e PELD de Programas Ecológicos de Longa Duração), que são amplamente utilizadas em programas como o PPBio (Programa de Pesquisa em Biodiversidade), foi percebida a partir de ambientes com lençol freático superficial na Amazônia central (Magnusson et al., 2013; Costa et al., 2023; Marca-Zevallos et al., 2022). Essas investigações tiveram início em áreas ripárias, como os baixios presentes na Reserva Florestal Ducke (Cosme et al., 2017; Gerolamo et al., 2018), e posteriormente, pela verificação da presença de extensas áreas de terra-firme sofrendo alagamento sazonal pela água subterrânea, como em áreas ao longo da rodovia Federal BR-319, AM (Sousa et al., 2022). A partir desses estudos, percebeu-se a necessidade de monitoramento da profundidade do lençol freático e da investigação dos seus efeitos sobre diversos aspectos da floresta e sua biodiversidade (Magnusson et al., 2013; Oliveira et al., 2019).

Outro ponto importante medido pela profundidade do lençol freático diz respeito à topografia do terreno. Áreas mais próximas de rios, tipicamente com menor inclinação do terreno, costumam receber um maior aporte de água, tanto devido aos extravasamentos laterais quanto ao fato do terreno estar sujeito a alagamentos periódicos (Guimaraes et al., 2021). O lençol freático alto nestes locais pode inibir o crescimento de raízes. Áreas altas como os platôs dependem diretamente do aporte de água da chuva e da água

proveniente do lençol freático para o abastecimento, especialmente em períodos de seca prolongada (Costa et al., 2023; Esteban et al., 2021).

O método mais simples e conhecido na área da hidrologia para o monitoramento da profundidade do lençol freático é através da estimativa da distância deste até a superfície do solo utilizando piezômetros. Os piezômetros são equipamentos feitos utilizando tubos de PVC, instalados verticalmente no solo perfurado, que permitem a observação do nível do lençol freático a partir da superfície do solo. Esse dispositivo é utilizado também para medir a pressão e a condutividade hidráulica do solo e identificar o nível do lençol freático e sua relação com os parâmetros físico-químicos. A instalação dos canos de PVC permite que a profundidade do lençol freático seja mensurada com apenas uma fita métrica. A medida, é direta e pode ser determinada em campo, necessitando de poucos recursos financeiros para sua instalação e acompanhamento. Dessa forma, o objetivo deste protocolo é prover instruções para a instalação e mensuração da profundidade do lençol freático utilizando piezômetros.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Lista de materiais

- Trado manual com pelo menos 7m de varas auxiliares (vendido em lojas de material de construção);
- Canos de PVC de 6 cm de diâmetro, soldável (caso haja sobras de canos, estas podem ser emendadas com cola)
- Malha fina de poliéster (pode ser tela de mosquiteiro ou meia calça)
- Tesoura
- Braçadeiras de plástico (duas por Piezômetro)
- Tampa (CAP) para cano de 6 cm
- Luvas de 6cm (para possíveis remendos que ultrapassem 6m de profundidade)
- Serra para cano PVC
- Cola para cano PVC
- Mangueira
- Martelo

2.2. Método

2.2.1 Confecção dos piezômetros

O piezômetro consiste em um cano de PVC de 6 cm de diâmetro e comprimento variável, dependendo da profundidade do nível freático no local (Figura 1).

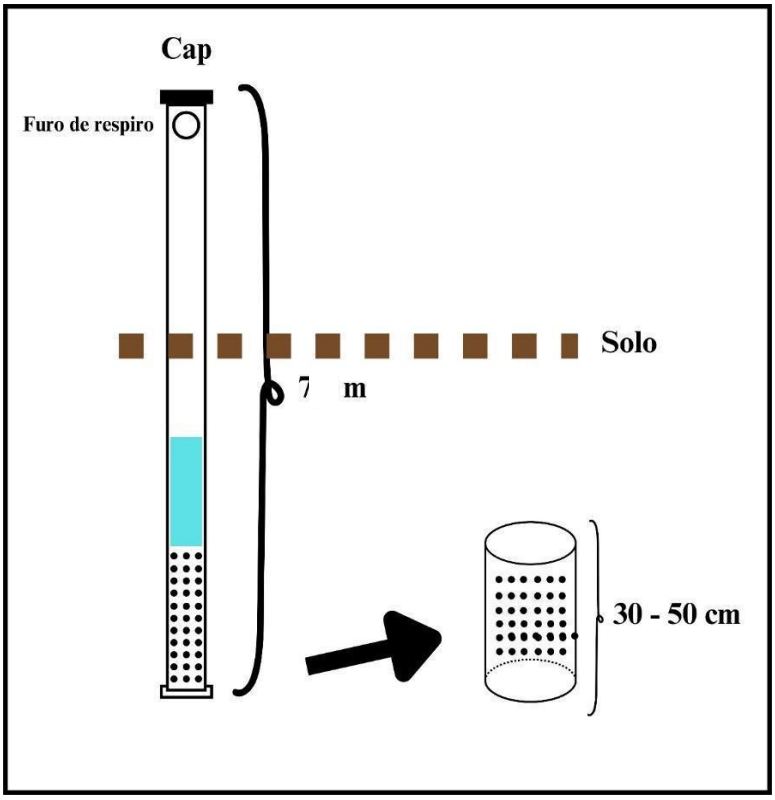


Figura 1- Desenho esquemático de um piezômetro. Detalhe da porção perfurada, chamada de "filtro". Note que deve ser colocada uma tampa (CAP) na extremidade superior e inferior. Na extremidade superior deve fazer um pequeno furo de respiro. A porção inferior do piezômetro (parte sem dilatação) deve ter ranhuras ou perfurações (utilizando brocas para furadeira de 8mm), para permitir a entrada e saída da água. Esta parte do piezômetro é denominada filtro (Figura 2). Os furos podem ser feitos com furadeira e broca. É possível que, em algumas localidades, o lençol freático atinja profundidades de 7 m. Recomendamos que em áreas onde o terreno tiver topografia acidentada e for distante de cursos d'água, o os piezômetros sejam enterrados até atingir o lençol freático ou, quando não for possível encontrar água, cavar até uma profundidade de máxima de 7 m.

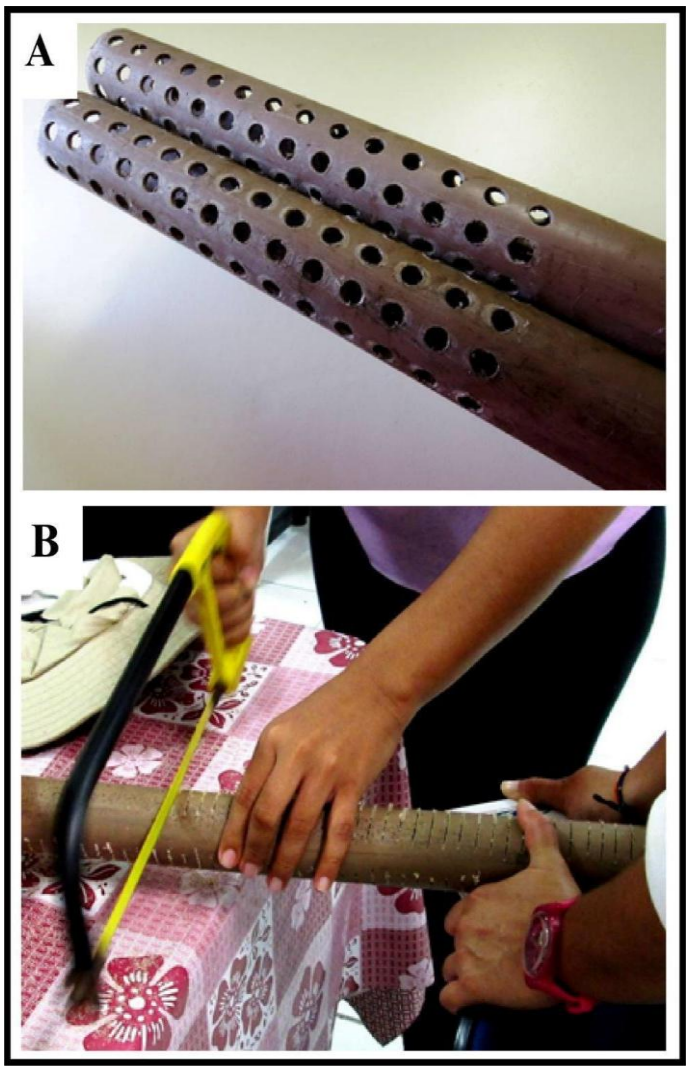


Figura 2 - Ranhuras e furos em piezômetros que permitem o fluxo de água. A) Furos feitos com furadeira e broca; B) Ranhuras feitas com serra. Ambas as técnicas podem ser utilizadas na confecção dos piezômetros a depender do tipo de equipamento disponível para furar os canos.

Os canos são vendidos com 6 m de comprimento. Portanto, para aumentar seu tamanho é necessário colar um pedaço de cano com o tamanho necessário através de uma conexão de tamanho padrão (luva ou junção). Por exemplo, se o poço tiver 7 m, e quisermos deixar 1 m acima do solo, teremos de colar um pedaço de 2 m ao cano de 6 m.

O filtro deve ser feito antes de ir para o campo. As perfurações são feitas com uma furadeira na extremidade sem dilatação do piezômetro, distribuídos em cerca de 7 linhas de furos (com 1 cm de diâmetro e 1 cm de espaçamento). As ranhuras são feitas com serra, em cortes de 2 a 4 cm de comprimento, perpendicular ao comprimento do cano e distantes 1 a 1,5 cm um do outro, alinhados em duas ou três sequências. Tanto os furos

quanto as ranhuras devem ficar distribuídos nos 50 cm finais do cano, que ficarão enterrados durante a instalação do piezômetro. Para esta etapa, você pode utilizar uma broca de 10 mm e confeccionar um gabarito com um pedaço sobressalente de canos para se orientar na hora de fazer os furos no cano que será o piezômetro.

A extremidade inferior do piezômetro deve ser revestida (em campo, um pouco antes da instalação) por uma malha fina de poliéster, ou tela de mosquiteiro ou por várias camadas de meia calça de lycra, para evitar entupimento dos orifícios do filtro. Um pedaço de malha ou mosquiteiro deve ser enrolado, com pelo menos 2 voltas sobre o cano, e preso na extremidade inferior por um nó. Coloque uma tampa (CAP) na extremidade inferior do tubo de PVC para evitar que a malha rasgue quando o tubo é inserido no poço e, que entre componentes do solo no interior do cano. A malha deve ficar bem esticada e fixada pela braçadeira de plástico posicionada logo acima do filtro (Figura 3). A tela de mosquiteiro é mais grossa e não cabe por baixo do CAP. Neste caso, colocar o CAP antes da tela, enrolá-la no cano e prender com uma braçadeira bem próximo ao CAP, deixando uns 3 a 4 cm de tela sobrando para fora do cano. Outra braçadeira pode ser colocada à meia altura do filtro, e a última em sua extremidade superior, prendendo bem a tela no cano. Importante: os furos ou ranhuras devem ficar totalmente cobertos pela tela filtro. O CAP da parte de baixo deve ser furado para evitar retenção de água dentro do piezômetro em caso de seca extrema. O piezômetro deverá ser instalado fora da parcela próximo ao piquete zero (distância máximo 1m), à esquerda, evitando o corredor central.

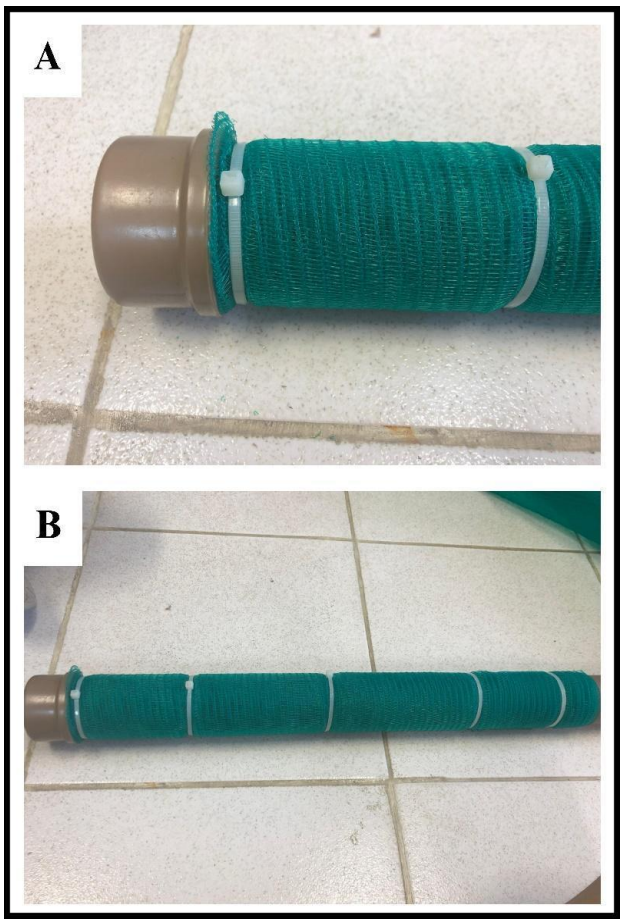


Figura 3 - Filtro de um piezômetro envolto em malha e fixado por abraçadeiras plásticas e nó (A). Na extremidade deve-se encaixar um CAP de PVC (B).

2.2.2 Instalação do piezômetro na parcela RAPELD

O piezômetro deve ser instalado no início de cada parcela RAPELD de distribuição uniforme (Figura 4), fora da parcela e em um ponto que apresente o mesmo nível da linha central da parcela (Figuras 5 e 6). O passo-a-passo para instalação dos piezômetros pode ser conferido abaixo. Os piezômetros devem ser instalados preferencialmente durante a estação seca para atingir o máximo de profundidade do lençol freático possível.

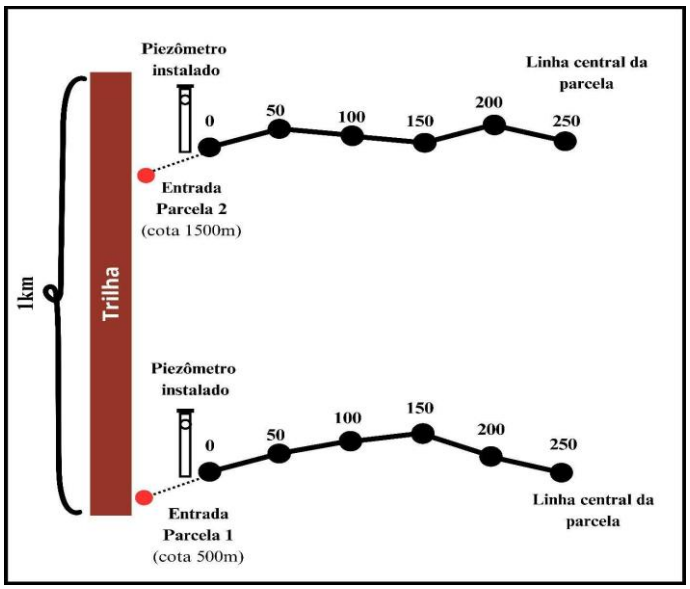


Figura 4 - Os piezômetros devem ser instalados em todas grades de amostragem RAPELD, seguindo a mesma cota topográfica da linha central da parcela. Cada parcela tem como referência a cota dos piquetes 500, 1500 até 4500m seguindo a disposição das parcelas nos módulos RAPELD.

Figura 5 - Posição do piezômetro nas faixas de amostragem. Nas parcelas RAPELD a amostragem de diferentes tipos de variáveis (e.g. destrutivas – trincheiras e não-destrutivas – coleta de solo) pode ser feita utilizando diferentes faixas, afim de evitar destruição.

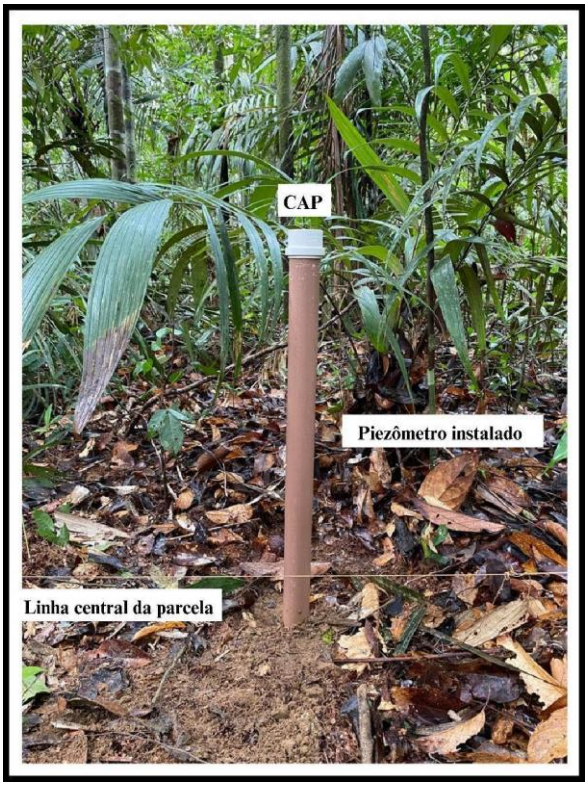


Figura 6 - Piezômetro instalado na parcela RAPELD. Na imagem, vê-se o CAP acima do piezômetro com o furo de respiro no cano logo abaixo. No detalhe, a linha central da parcela marcada com linha branca. O piezômetro encontra-se instalado próximo ao piquete zero, no lado esquerdo, na entrada da parcela, de modo que o corredor central fique livre para a passagem.

Inicie a instalação cavando com o trado manual um buraco de 7 m de profundidade (Figura 7). É necessário cavar até parar de vir terra em terrenos pedregosos. Em parcelas ripárias, tomar cuidado na hora de retirar o trado pois o buraco pode desabar. O solo retirado durante a escavação será usado para fixar o piezômetro no poço e a que não for aproveitada deve ser descartada fora da área da parcela.

Figura 7 - Perfuração do solo com auxílio do trado manual. No detalhe, base do trado com o solo que foi retirado para a instalação do piezômetro.

Parte do solo retirado do poço poderá ser aproveitada para coleta de amostras perturbadas de solo para caracterização do perfil textural do solo (Figura 8 - para maiores informações ver "Protocolo de coleta de amostras perturbadas de solo", no site do PPBio Amazônia Ocidental (https://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/Protocolo_coleta_de_solos_deformados1.pdf).

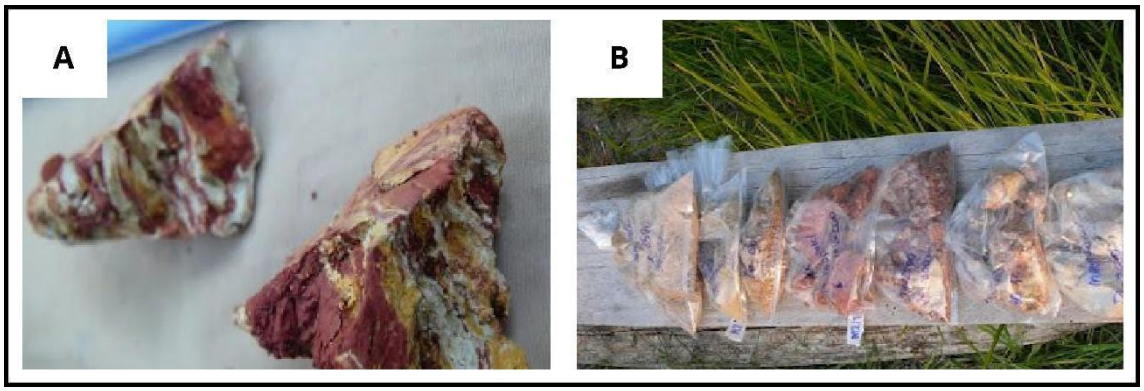


Figura 8 - Amostras de solo retiradas durante a instalação dos piezômetros. Uma parte destas amostras pode ser utilizada para análises, e outra para fixar os piezômetros no solo.

Após a perfuração do poço, iniciar a montagem do piezômetro (figura 9). Uma peça de cano não perfurada pode ser cortada em pedaços de 2 m (figura 9 C) e adicionada aos canos de 6 m com uma das extremidades previamente perfurada caso haja necessidade de aumentar a profundidade atingida pelo cano. A extremidade não perfurada da peça de 6m deve ser a que apresenta um alargamento da boca para que seja feito o encaixe com a peça de 2 m de comprimento.

Caso a profundidade do lençol freático ultrapasse os 6m do cano de PVC original, pode-se unir dois canos, colando-os para que atinjam o tamanho desejado. Para isso é necessário espalhar cola para PVC sobre a superfície das pontas que serão coladas e rapidamente devem-se unir essas pontas com auxílio de duas pessoas (figura 9 D). Enquanto se aguarda a cola secar, a malha ou tela de mosquiteiro pode ser colocada sobre o filtro (extremidade perfurada do cano).

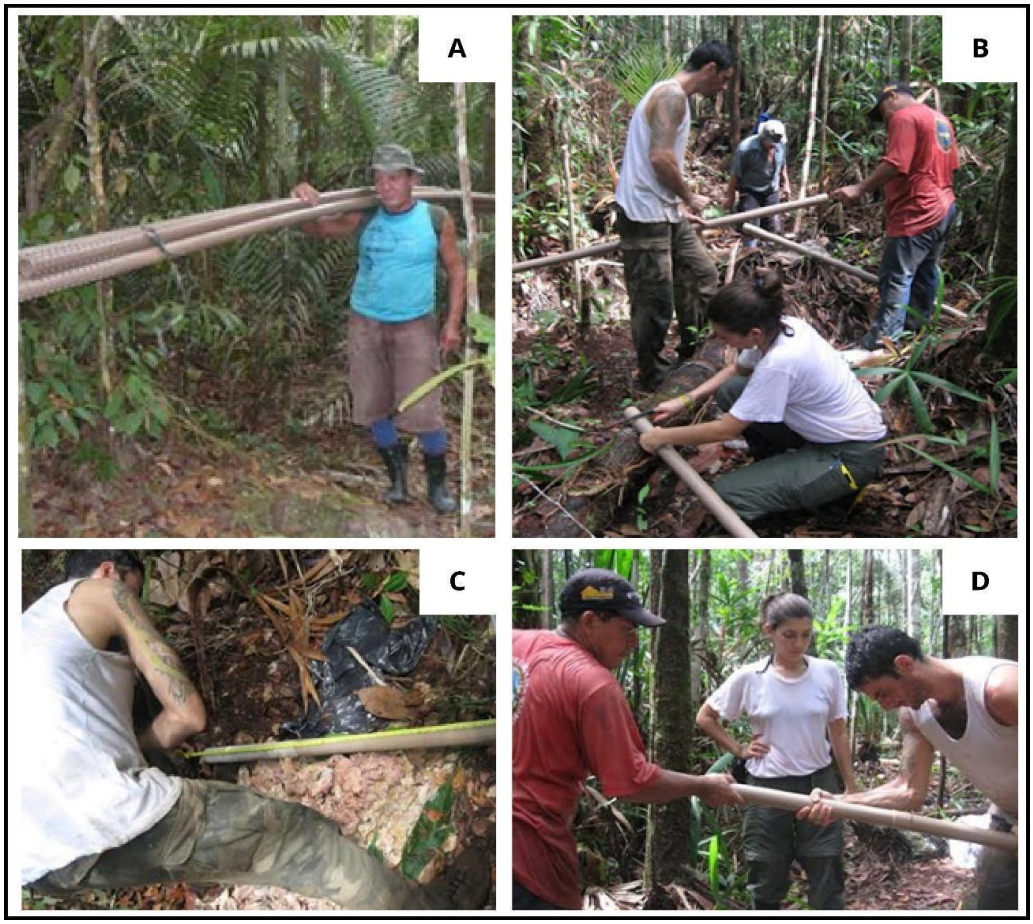


Figura 9 - Instalação dos piezômetros em um módulo RAPELD. Em A, a equipe transportando os canos; em B, medida de 2 m no cano; em C, corte dos canos; e em D, montagem do cano para que fiquem com o tamanho desejado.

É necessário então inserir a extremidade inferior do piezômetro no poço até que alcance o fundo (a 7 m de profundidade). Ao menos 1 m do piezômetro deve permanecer acima do solo. Se for uma área alagável, a boca superior deve ficar acima da cota máxima de inundação. Depois de instalado, a boca do cano do piezômetro deve ser tampada com um CAP de PVC para evitar a entrada de água da chuva e /ou outros itens indesejáveis. Em seguida, faça um furo pequeno (respiro) logo abaixo do CAP superior que possibilite a entrada e saída de ar (Figura 4).

Figura 10 - (A) Poço onde será inserido o piezômetro, (B) posicionamento do piezômetro na posição vertical ao lado do buraco, (C) introdução do piezômetro até 7m de profundidade e (D) piezômetro sendo fechado com a tampa de PVC (CAP).

O espaço anelar, que fica entre o cano e o furo do poço, deve ser vedado com o próprio solo retirado. Caso haja porções argilosas no solo retirado, guardar estas para colocar bem no topo do furo, impedindo que água da chuva entre.

Em algumas situações (por exemplo, solos arenosos muito encharcados) não é possível a instalação de piezômetros na profundidade 7 m. Nesses casos é necessário o uso de um tubo de PVC de diâmetro maior, que permita perfuração no seu interior sem que as "paredes" do buraco desmoronem. Sempre meça o comprimento final do piezômetro antes de instalá-lo no solo. A partir desta medida e da altura do tubo acima do solo, tem-se a profundidade do piezômetro. Há locais em que não é possível realizar a perfuração do solo devido à presença de piçarras/pedras e lajedos. Estas informações devem ser incluídas nos metadados, assim como a profundidade máxima atingida.

Se não for possível perfurar profundidades de 7m, instale o piezômetro na profundidade máxima atingida e o cano excedente deverá ser serrado para ficar somente 1 m acima do nível do solo (em áreas com e sem alagamento).

2.2.3 Orientações finais

Nas parcelas em que o piezômetro for cavado e bater em uma laje ou pedra, cavar novamente outro buraco no piquete zero oposto ao que foi cavado primeiro. Caso bata novamente em uma laje ou pedra, repetir ambos os processos no último piquete da parcela (segmento 250). Caso não seja possível cavar a profundidade total de 7m, cavar o máximo possível. Este piezômetro provavelmente ficará com a medida igual à do aterramento, pois não irá atingir o lençol freático. É importante salientar que, em algumas áreas, durante o período de chuva, pode haver alagamento acima da laje, fazendo com que a água suba acima do solo.

Sempre tirar a medida original do cano que foi instalado, a medida do aterramento e a medida do cano que ficou para fora da terra. Desta forma, você poderá verificar possíveis entupimentos e obstruções no piezômetro.

2.2.4 Medição da profundidade do lençol freático

O monitoramento de forma manual é feito com o uso de uma trena modificada (Figura 11), a qual deve possuir uma tampa de 2cm amarrado na extremidade. A trena

modificada deve ser colocada dentro do piezômetro e estendida até tocar a água ou atingir a profundidade máxima do piezômetro. Quando a trena modificada encostar-se na água, haverá um barulho característico (chamado popularmente de plu-plu) devido ao peso do CAP de 2cm preso na ponta. Neste momento, pare de estender a trena e tente encontrar a medida exata de quando a trena encosta na água. Anote a profundidade atingida e desconte do tamanho do cano acima do solo. Este valor é a profundidade do lençol freático naquele momento.

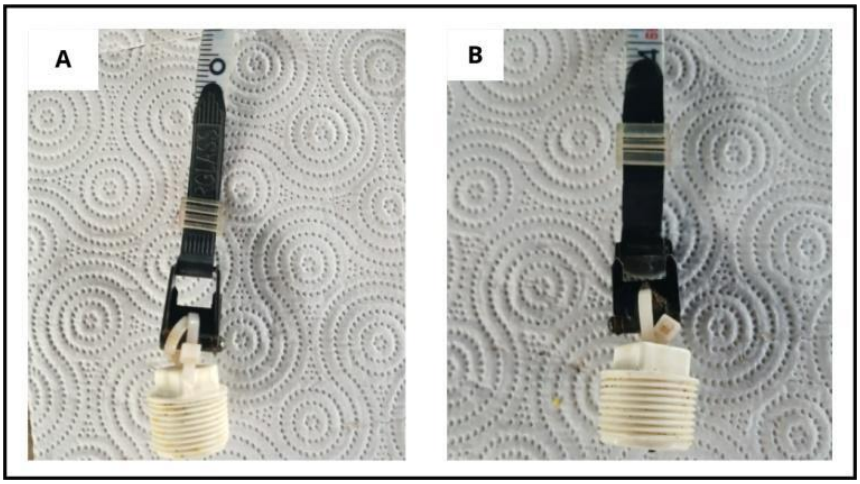


Figura 11 - (A) Trena de 10m com a ponta modificada, na qual se vê no detalhe (B) uma tampa/CAP de 2cm preso à ponta da trena por uma abraçadeira (popularmente chamado de plu-plu).

Depois de instalado, cada piezômetro deverá ser monitorado mensalmente, sempre na mesma data do mês, periodicamente de forma manual e/ou automática (por meio de *levelloggers*) para acompanhamento das flutuações de nível do lençol freático. Quando isto não é viável, deve ser medido pelo menos no final de período de chuvas (presumivelmente quando o lençol é mais alto) e no final do período seco (presumivelmente quando o lençol é mais baixo). Veja o "Protocolo de medidas manuais do nível freático" para ter acesso a planilha de campo. Sempre anote a data, horário, nome dos coletores, localidade, parcela. No campo observações, registre se está chovendo no dia da amostragem, assim como outras informações pertinentes. Em caso de piezômetros secos ou que não atingiram o lençol freático, sempre anote essa informação (seco ou não).

3 PERSPECTIVAS

O protocolo apresentado é fruto de diversas discussões e tentativas por parte da equipe de campo da rede PPBio. Aqui buscamos apresentar um protocolo que possa ser utilizado em todos os biomas brasileiros onde é possível fazer furos no solo com trado, com baixo custo e baixa manutenção. Esperamos, com a publicação deste protocolo, a disseminação do conhecimento acerca da importância de adicionar a variável medição da profundidade do lençol freático. Também esperamos que este protocolo seja amplamente utilizado em vários estudos ao longo do território brasileiro. A medida da profundidade do lençol freático é uma variável simples e de baixo custo de implementação. Este protocolo já foi utilizado em trabalhos anteriores na Amazônia brasileira (Cosme et al., 2017; Gerolamo et al., 2018; Guimaraes et al., 2021) para relacionar variáveis abióticas e bióticas com eficácia, verificando relações entre distribuição de diversos grupos de plantas e a profundidade do lençol freático. Esperamos que outros táxons (e.g. fungos, ervas de sub-bosque) possam utilizar as informações obtidas com a instalação dos piezômetros para relacionar a distribuição destes e a profundidade do lençol freático.

Com o intuito de integrar os dados utilizados por pesquisadores da rede PPBio, sugerimos que as coletas sejam feitas de forma padronizada utilizando a planilha disponível no material suplementar como base (Material suplementar S1). A utilização padronizada dos dados de profundidade do lençol freático permitirá integração entre as informações coletadas em parcelas RAPELD e possibilitará a base para inferir padrões amplos em escalas maiores.

4 MATERIAL SUPLEMENTAR

S1. Modelo de planilha utilizada durante a instalação de piezômetros

Material disponível em: https://github.com/ProtocolosRAPELD/EducAmazonia_VolumeXVIII_N.ESPECIAL_2025/blob/main/MS_Protocolo_Piezometros/S1.Exemplo%20de%20planilha%20utilizada%20durante%20a%20instala%C3%A7%C3%A3o%20de%20piez%C3%B4metros.pdf

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). Agradecemos à FAPEAM e CNPq pela concessão de bolsa (Edital Nº 003/2022, projeto 421674/2022-9).

6-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cosme, L. H. M., Schietti, J., Costa, F. R. C., & Oliveira, R. S. (2017). The importance of hydraulic architecture to the distribution patterns of trees in a central Amazonian forest. *New Phytologist, 215*(1), 113–125. https://doi.org/10.1111/nph.14508

Costa, F. R. C., Schietti, J., Stark, S. C., & Smith, M. N. (2023). The other side of tropical forest drought: Do shallow water table regions of Amazonia act as large-scale hydrological refugia from drought?. *New Phytologist*, 237(3), 714–733. https://doi.org/10.1111/nph.17914

Esteban, E. J. L., Castilho, C. V., Melgaço, K. L., & Costa, F. R. C. (2021). The other side of droughts: Wet extremes and topography as buffers of negative drought effects in an Amazonian forest. *New Phytologist*, *229*(4), 1995–2006. https://doi.org/10.1111/nph.17005

Gerolamo, C. S., Nogueira, A., Costa, F. R. C., De Castilho, C. V., & Angyalossy, V. (2018). Local dynamic variation of lianas along topography maintains unchanging abundance at the landscape scale in central Amazonia. *Journal of Vegetation Science*, *29*(4), 651–661. https://doi.org/10.1111/jvs.12644

Guimaraes, A. F., Souza, C. R. de, Rosa, C., Santos, J. P. dos, Teixeira, L. A. F., Zanzini, L. P., Santiago, W. T. V., & Zanzini, A. C. da S. (2021). Small-scale environmental variations drive vegetation structure and diversity in Amazon riverine forests. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, *283*. https://doi.org/10.1016/j.flora.2021.151916

Magnusson, W. E., Albernaz, A. L., Hero, J. M., Lawson, B. E., Castilho, C. V. D., Drucker, D., ... & Lima, A. (2013). *Biodiversidade e monitoramento ambiental integrado: o sistema RAPELD na Amazônia.*, p220.

Marca-Zevallos, M. J., Moulatlet, G. M., Sousa, T. R., Schietti, J., Coelho, L. D. S., Ramos, J. F., Lima Filho, D. D. A., Amaral, I. L., De Almeida Matos, F. D., Rincón, L. M., Cardenas Revilla, J. D., Pansonato, M. P., Gribel, R., Barbosa, E. M., Miranda, I. P. D. A., Bonates, L. C. D. M., Guevara, J. E., Salomão, R. P., Ferreira, L. V., … Costa, F. R. C. (2022). Local hydrological conditions influence tree diversity and composition across the Amazon basin. *Ecography*, *2022*(11), e06125. https://doi.org/10.1111/ecog.06125

Oliveira, R. S., Costa, F. R. C., Baalen, E. van, Jonge, A. de, Bittencourt, P. R., Almanza, Y., Barros, F. de V., Cordoba, E. C., Fagundes, M. V., Garcia, S., Guimaraes, Z. T. M., Hertel, M., Schietti, J., Rodrigues-Souza, J., & Poorter, L. (2019). Embolism resistance drives the distribution of Amazonian rainforest tree species along hydro-

topographic gradients. *New Phytologist*, *221*(3), 1457–1465. https://doi.org/10.1111/nph.15463

Sousa, T. R., Schietti, J., Ribeiro, I. O., Emílio, T., Fernández, R. H., Steege, H. ter, Castilho, C. V., Esquivel-Muelbert, A., Baker, T., Pontes-Lopes, A., Silva, C. V. J., Silveira, J. M., Derroire, G., Castro, W., Mendoza, A. M., Ruschel, A., Prieto, A., Lima, A. J. N., Rudas, A., … Costa, F. R. C. (2022). Water table depth modulates productivity and biomass across Amazonian forests. *Global Ecology and Biogeography*, *31*(8), 1571–1588. https://doi.org/10.1111/geb.13531

Submetido em: **30 de outubro de 2024**
Aprovado em: **22 de maio de 2025**
Publicado em: **15 de julho de 2025**

AUTORES

Autor 1:

Nome: Juliana Schietti

Breve currículo: Doutora em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Pesquisadora da Universidade Federal do Amazonas

Instituição: Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

E-mail: jujuschietti@gmail.com

Orcid: https://orcid.org/0000-0002-1687-4373

País: Brasil

Autor 2:

Nome: Aretha Franklin Guimarães

Breve curriculo: Doutora em Botânica Aplicada pela Universidade Federal de Lavras e Lancaster University. Pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Amazônia Ocidental.

e-mail: areguimaraes@gmail.com

Orcid: https://orcid.org/0000-0003-0375-1945

País: Brasil

Autor 3:

Nome: João Araújo de Souza

Breve currículo: Técnico auxiliar de campo no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA.

e-mail: joao.ade.souza1983@gmail.com

País: Brasil

Autor 4:

Nome: Eduardo de Farias Geisler

Breve currículo: Mestre em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, doutorando no mesmo.

e-mail: dudu_geisler@hotmail.com

Orcid: https://orcid.org/0000-0002-7038-7226

Pais: Brasil

Autor 5:

Nome: Maria Aparecida de Freitas

Breve currículo: técnica auxiliar de campo no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, autora do protocolo original – *In memorian.*

Autor 6:

Nome: William Ernest Magnusson

Breve currículo: Professor e pesquisador no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

e-mail: wemagnusson@gmail.com

Orcid: https://orcid.org/0000-0003-1988-3950

Pais: Brasil