

Caracterização da área de estudo e descrições dos acampamentos |

Characterization of the Study Area and Campsite Descriptions

Autores/Authors: Nigel C.A. Pitman, Farah Carrasco-Ruedes e/and Cameron Rutt



Inventário Rápido Biológico e Social No.33 | Rapid Biological and Social Inventory 33 Alto Rio Içá, Brasil, maio/May 2025

FEVEREIRO / FEBRUARY 2026

Como citar/Cite as: Pitman, N.C.A., F. Carrasco-Ruedas e/and C. Rutt. 2026. Caracterização da área de estudo e descrições dos acampamentos / Characterization of the study area and campsite descriptions. Chapter of Campbell, J.M., R.E. Oakley, C. Rutt, N.C.A. Pitman, and Fernanda Werneck (eds.), 2026. Brasil: Alto Rio Içá—Biological and Social Rapid Inventory 33. Chicago: Field Museum of Natural History.



Veja o relatório completo /
View the entire report here



Field Museum of
Natural History



Instituto Nacional de
Pesquisas da Amazônia
(INPA)



Wildlife Conservation
Society - Brasil (WCS)



Instituto de
Desenvolvimento
Sustentável
Mamirauá (IDS)



Núcleo de Estudos
Socioambientais do
Amazonas (NESAM –
UEA/UFAM)

As Comunidades do Alto Rio Içá: Mamuriá I, Mamuriá II, Nova Esperança, Nova Floresta do Urutauí, São José, e Três Corações de Jesus

Capítulo 1 — Caracterização da área de estudo e descrições dos acampamentos

Autores: Nigel C.A. Pitman, Farah Carrasco-Ruedes e Cameron Rutt

Introdução

A área de estudo abrangeu 350.787 ha de florestas de terras baixas e sistemas fluviais na bacia do alto rio Içá, no oeste do estado do Amazonas, adjacente e imediatamente a jusante da fronteira entre Colômbia e Brasil.

Aproximadamente 30% da área de estudo é composta por planícies de inundação sazonal do rio Içá, onde a abundância de ilhas, lagos de meandro abandonado (*oxbow lakes*) e diques aluviais em diferentes estágios sucessionais evidencia o poder meandrante desse grande rio. Na fronteira Colômbia–Brasil, o Içá mede cerca de 1 km de largura e atravessa uma planície de inundação aproximadamente dez vezes mais larga. O rio descarrega cerca de 7.500 m³ de água por segundo (m³/s) e transporta 19 milhões de toneladas métricas de sedimentos suspensos por ano, o que corresponde a cerca de 2% de todo o sedimento transportado pelos rios da bacia amazônica (Piland et al. 2025). Embora o Içá seja um rio de águas brancas com origem nos Andes, a cerca de 1.000 km a oeste, na área de estudo ele recebe contribuições tanto de tributários de águas pretas quanto de águas claras.

Fora da planície de inundação, os ~70% restantes da área de estudo são compostos por terras altas suavemente onduladas, drenadas por três grandes tributários (Urutauí, São Cristóvão e Queue) e por inúmeros igarapés. De modo geral, essas terras altas são semelhantes — em elevação, geologia superficial, solos, topografia, vegetação, clima e sistemas de drenagem — às terras altas que cobrem extensas áreas do centro-oeste do estado do Amazonas, bem como aquelas localizadas mais a montante na bacia do Putumayo, na Colômbia e no Peru (MapBiomass 2025). Ao longo do limite norte da área de estudo, uma linha de cumeadas acompanha as maiores elevações, formando o divisor de águas entre as bacias dos rios Içá e Puruê; de modo semelhante, no limite sul, outra cumeada estabelece o divisor entre as bacias dos rios Içá e Purité. Essas elevações são modestas, atingindo cerca de 175 m acima do nível do mar (m a.n.m.), a partir do nível de base do Içá, em torno de 50 m a.n.m. (Fig. x [mapa base]).

Geologia, topografia e solos

Assim como em grande parte do oeste do Amazonas, sul da Colômbia e norte do Peru, as colinas e terraços das terras altas dessa paisagem são caracterizados por solos relativamente pobres, desenvolvidos *in situ* a partir de sedimentos depositados por rios há milhões de anos, quando o nível global do mar era significativamente mais elevado. Mapas geológicos brasileiros indicam que a bacia do Içá é geologicamente semelhante às bacias dos rios Japurá, Javari, Juruá e Purus, sendo dominada pelas formações Içá e Solimões (Medeiros et al. 2025). Essas formações (e seus equivalentes com nomenclaturas distintas na Colômbia e no Peru) não estão bem mapeadas em escalas espaciais finas, mas os trabalhos de campo realizados durante o inventário rápido indicam que a bacia do alto Içá é dominada pela Formação Içá, composta por argilas e areias altamente intemperizadas e pobres em nutrientes (Stallard 2026). A Formação Solimões foi observada em alguns poucos afloramentos na área de estudo, mas aparentemente encontra-se, em grande parte, soterrada sob vários metros de material da Formação Içá.

Mapas pan-amazônicos de concentração de nutrientes nos solos mostram que a bacia do Içá apresenta alguns dos solos mais pobres da Amazônia, comparáveis aos da Amazônia Central e do sul da Colômbia (Zuquim et al. 2023). Esses mesmos mapas indicam que a área de estudo está próxima a uma zona de transição edáfica, com concentrações de nutrientes significativamente mais elevadas a curta distância para oeste, na bacia inferior do Putumayo. Um outro tipo de transição edáfica é observado ao norte da bacia do Içá: enquanto no alto Içá os solos de areia branca parecem restritos a pequenas manchas na paisagem, ao norte eles cobrem extensas áreas das bacias dos rios Puruê, Japurá e alto Rio Negro (Adeney et al. 2016).

A compreensão dos padrões geológicos e edáficos do alto Içá é dificultada por uma feição importante, porém pouco documentada, descrita inicialmente por Higgins et al. (2011). Visível em imagens Landsat em falsa cor e em mapas topográficos, essa feição linear segue um traçado irregular por cerca de 1.500 km, desde a bacia superior do Rio Negro, ao

norte, até o interflúvio Juruá–Purus, ao sul. Higgins et al. (2011) propuseram que essa feição representa o contato entre a Formação Içá, a leste, e a Formação Solimões, a oeste. Embora essa interpretação seja compatível com o mapa geológico brasileiro de Medeiros et al. (2025), nossos trabalhos de campo na região — que incluíram dois acampamentos situados sobre essa suposta fronteira e um a oeste dela — indicaram predominância quase exclusiva da Formação Içá. Stallard (2026) sugere que essa feição represente, na realidade, uma descontinuidade erosiva que marca o limite entre solos derivados da Formação Içá de diferentes idades.

Clima, nível dos rios e sazonalidade

Apesar de sua localização remota, a bacia do alto Içá conta com duas fontes de dados de longo prazo, de alta qualidade, sobre clima e nível dos rios. A primeira é a cidade colombiana de Tarapacá, situada às margens do rio Putumayo, onde dados climáticos e hidrológicos vêm sendo coletados continuamente desde 1987. Tarapacá está localizada a aproximadamente 4 km da fronteira Colômbia–Brasil e a cerca de 20 km do terceiro acampamento, na foz do igarapé Cristóvão. A estação de Tarapacá é operada pelo Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) da Colômbia, e os dados estão disponíveis publicamente em:

<http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>

A segunda fonte de dados provém da base militar brasileira de Ipiranga, localizada do lado brasileiro da fronteira, onde registros climáticos e de nível do rio são coletados desde 1979. Esses dados são gerenciados pela Agência Nacional de Águas (ANA) e disponibilizados por meio do portal Hidroweb (<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>). Os conjuntos de dados brasileiros e colombianos são bastante semelhantes; as informações apresentadas aqui baseiam-se nos dados da estação de Tarapacá.

Assim como cerca de 80% do estado do Amazonas, o alto Içá apresenta clima do tipo Af na classificação de Köppen: quente e úmido, com pouca variação sazonal (Alvares et al. 2013). A precipitação anual média em Tarapacá é de 3.098 mm, valor muito próximo às estimativas obtidas por sensoriamento remoto para a região (Fassoni-Andrade et al. 2021). Essas estimativas indicam que o alto Içá está entre as áreas mais chuvosas da Amazônia, com precipitação anual superior à observada em mais de 90% dos demais locais da Amazônia Legal.

No alto Içá, nenhum mês apresenta média de precipitação inferior a 100 mm (Fig. x). Embora isso indique um clima pouco sazonal, sem uma estação seca bem definida, a

precipitação apresenta variação sazonal consistente: os valores mais elevados ocorrem em abril (339 mm) e os mais baixos em agosto (137 mm; Fig. x). O rio Putumayo/Içá acompanha esse padrão sazonal com um atraso de aproximadamente dois meses, atingindo seus níveis máximos em junho e mínimos em outubro. Embora não existam séries de dados comparáveis para os rios menores da área de estudo (como o Urutauí e o São Cristóvão), espera-se que seus níveis sigam um padrão semelhante ao do Içá nas porções mais baixas de suas bacias, com um atraso menor nas cabeceiras. O inventário rápido realizado em maio de 2025 proporcionou uma visão clara dos picos sazonais tanto de precipitação quanto de nível dos rios, bem como da resposta rápida e intensa dos cursos d'água menores a eventos locais de chuva.

Em contraste com a precipitação e o nível dos rios, as temperaturas permanecem muito estáveis ao longo do ano, com mais de 90% das médias mensais entre 1987 e 2024 situando-se entre 24 e 27°C.

História da Área

Expedições de biodiversidade anteriores

Dependendo da perspectiva adotada, a biodiversidade da região do alto Içá pode ser considerada muito pouco conhecida ou relativamente bem conhecida. Enquanto o trecho brasileiro do rio Içá recebeu pouquíssima atenção científica e tem sido reiteradamente identificado como área prioritária para pesquisa no Brasil (por exemplo, Sousa-Baena et al. 2014), os trechos colombiano e peruano do rio, imediatamente a montante, são relativamente bem estudados.

Não temos conhecimento de nenhuma expedição organizada que tenha visitado a área estudada no Brasil — à exceção de observações pontuais feitas por pesquisadores que percorriam o Içá a caminho de outros destinos. Uma busca realizada em 2025 na base de dados do Global Biodiversity Information Facility (GBIF) dentro dos limites de nossa área de estudo retornou apenas dois registros. Esse mesmo padrão se estende a toda a bacia do Içá, onde as únicas três expedições significativas de que temos conhecimento são:

- um pequeno número de pontos amostrados pelo projeto RADAMBRASIL para estudos de vegetação, geologia e solos na década de 1970;
- alguns dias de amostragem ictiológica no próprio rio Içá durante uma visita do projeto Calhamazon em 1993; e
- um inventário de herpetofauna e mamíferos realizado em 2015 em dois sítios no baixo rio Içá, por pesquisadores da

Universidade de São Paulo, Miguel Trefaut Rodrigues e Alexandre Reis Percequillo, respectivamente.

A partir do lado colombiano da fronteira, o panorama é bastante diferente. Pesquisadores realizaram inventários aprofundados de plantas e vertebrados em dezenas de sítios distintos no baixo Putumayo, a menos de 100 km da fronteira entre Brasil e Colômbia. Esses trabalhos incluem:

- diversos inventários rápidos (Pitman et al. 2004, 2011; Jarrett et al. 2021; Pérez-Peña 2023);
- inventários florestais (Cueva 2017; Consorcio POF 2021);
- inventários de árvores (ter Steege et al. 2023);
- inventários por DNA ambiental (Picq et al., em preparação);
- programas de monitoramento da biodiversidade nos Parques Nacionais Yaguas e Amacayacu; e
- uma estação de pesquisa semipermanente — a Estación Ecológica Omé — localizada no trecho colombiano do alto rio Purité, operada pela Universidade Nacional da Colômbia entre 1993 e 2015 (Morcote-Ríos 2006; Navarrete-Forero 2010; Defler et al. 2012).

Dada essa intensidade de pesquisas, não é surpreendente que o GBIF contenha mais de 30.000 registros de ocorrência para o baixo Putumayo, no Peru e na Colômbia (ver Fig. x). E, considerando a similaridade ambiental dessa região com o alto Içá, é plenamente compreensível que pesquisadores colombianos e peruanos vejam o Içá como uma lacuna de informação em biodiversidade muito menor do que aquela percebida por seus colegas brasileiros.

Descrição dos Acampamentos

Acampamento Mamuriá, 06–10 de maio de 2025

Nosso primeiro acampamento foi instalado em floresta de terra firme, sobre colinas baixas e suavemente onduladas, a aproximadamente 2 km a sudeste da comunidade de Mamuriá II (margem sul do rio Içá) e cerca de 30 km a leste da fronteira Brasil-Colômbia. A altitude do acampamento era de 100 m acima do nível do mar, cerca de 40 m mais alta que Mamuriá II e 40 m abaixo do ponto mais elevado alcançado pelo nosso sistema de trilhas.

Acampamos às margens do Igarapé Sara, um pequeno afluente do Içá que deságua no rio principal logo a jusante de Mamuriá I. Com poucas exceções, a rede de trilhas de 25 km explorada neste sítio atravessou floresta de terra firme drenada

pelo Sara e pelo Igarapé Itú, dois igarapés de “águas claras” cujas nascentes se localizam nas colinas baixas entre os rios Içá e Purité.

Ambos os igarapés — assim como a maioria dos cursos d’água encontrados ao longo das trilhas — apresentaram características semelhantes: canais estreitos e encaixados, com margens íngremes de argila e substratos dominados por argila e areia (raramente com pequenos seixos de quartzo). Onde foram medidos, o Sara não ultrapassava 4 m de largura e o Itú cerca de 6 m. Embora o trabalho de campo tenha ocorrido durante o período chuvoso, com chuva diária ao longo de toda a permanência neste acampamento, a maioria dos igarapés manteve níveis relativamente baixos de água. Especialistas locais explicaram que os níveis sobem rapidamente após chuvas intensas e retornam ao normal em poucas horas. A temperatura da água era de aproximadamente 25 °C e a condutividade era uniformemente baixa.

Cinco trilhas, totalizando 25 km, deram acesso a uma variedade de microambientes. Duas trilhas atravessaram florestas de menor altitude próximas ao acampamento, enquanto outras duas subiram para terrenos mais elevados ao sul. Em geral, as áreas mais baixas apresentaram solos mais argilosos e aparentemente mais férteis; a palmeira *Iriartea deltoidea*, indicadora de solos mais ricos, foi uma das árvores mais comuns nas proximidades do acampamento. As áreas de maior altitude mostraram condições menos férteis, com solos mais arenosos, frequentemente recobertos por um espesso tapete radicular e densos agrupamentos da palmeira de sub-bosque *Lepidocaryum tenue*. Embora nosso sistema de trilhas tenha sido interceptado pela descontinuidade geológica descrita por Higgins et al. (2011), a heterogeneidade observada pareceu típica de paisagens previamente amostradas por nós no Putumayo peruano e colombiano, rio acima deste local. Observamos transições abruptas ao longo das trilhas — de encosta para platô e novamente para encosta; de ausência de tapete radicular para tapete espesso; de escassez para abundância de *Lepidocaryum*; e de sub-bosque típico para áreas densamente ocupadas por centenas de árvores finas —, mas essas mudanças não ocorreram de forma previsível ou sincronizada. Não foram observados trechos de vegetação baixa ou aberta em nenhuma das trilhas.

Uma quinta trilha estendeu-se para sudeste em direção ao Igarapé Itú, atravessando um trecho notável de floresta alagada. *Lepidocaryum* também foi comum nesse ambiente, juntamente com um espesso tapete radicular sobre solos arenosos acinzentados, pontuados por poças ocasionais.

Imagens de satélite indicam que essa floresta ocupa pelo menos 5 km² ao longo do Itú.

Especialistas locais indicaram a presença de pelo menos três barreiros (canamãs) nas proximidades das trilhas. Alguns desses locais são utilizados por caçadores; encontramos ao menos um cartucho de espingarda ao longo do sistema de trilhas. De modo geral, observações diretas e entrevistas sugerem que essas florestas são pouco utilizadas, em contraste com o uso mais frequente das florestas de várzea. Encontramos duas seringueiras ainda com as cicatrizes características da extração de látex, atividade encerrada na região na década de 1960, e uma árvore de *Aspidosperma* da qual uma raiz-escora havia sido retirada recentemente para a confecção de um remo. Apesar da abundância de espécies madeireiras valiosas, não observamos árvores derrubadas nem outras evidências claras de extração. Durante a permanência no Acampamento Mamuriá, também amostramos diversos ambientes imediatamente fora da rede de trilhas: igarapés entre o acampamento e Mamuriá II; o platô baixo e pobre em nutrientes ao norte do Sara; as cabeceiras de maior altitude do Itú, ao sul da Trilha 1; e um brejo dominado por *Mauritia* ao longo do baixo Sara, alagado pelo alto nível das águas do rio Içá.

Acampamento Urutauí, 11–14 de maio de 2025

Embora localizado a menos de 30 km do Acampamento Mamuriá (medidos ao longo do rio Içá), nosso segundo acampamento situou-se na margem norte do rio, oferecendo uma oportunidade valiosa para avaliar a substituição de espécies entre as duas margens do Içá. O Acampamento Urutauí foi instalado cerca de 10 m acima do Igarapé Urutauí (aproximadamente 80 m acima do nível do mar), proporcionando um alívio bem-vindo em relação às condições permanentemente lamacentas observadas em Mamuriá. O Urutauí é uma bacia hidrográfica relativamente pequena (cerca de 150.000 ha), com aproximadamente 40 km entre sua foz e suas nascentes. Nas proximidades do acampamento, o rio — de águas claras, porém carregadas de sedimentos — apresentava cerca de 40 m de largura e corria com forte correnteza.

Com nossa base flutuante ancorada próxima à foz do Urutauí, subimos o rio até o local do acampamento, passando pela comunidade de Nova Floresta e pelos igarapés do Pagão (originário da Colômbia) e Azul. Os moradores de Nova Floresta enriqueceram de forma significativa tanto as equipes sociais quanto as biológicas, compartilhando generosamente seu apoio e conhecimento local. A comunidade foi fundada em

2022 e é composta por quatro famílias de irmãos Tikuna, totalizando cerca de 20 pessoas.

Assim como em Mamuriá, os igarapés florestais da região apresentaram canais bem definidos e encaixados, com margens íngremes, que se enchem rapidamente após as chuvas, mas não se espalham amplamente pelas áreas adjacentes. Esse padrão também foi observado no próprio Urutauí, cujo nível subiu cerca de 1 m nas 24 horas seguintes a um período prolongado de chuvas. Esses cursos d'água, predominantemente de águas pretas, eram quentes (26–27 °C) e fluíam sobre substratos de areia branca. A chuva foi abundante durante a estadia, ocorrendo em três dos quatro dias no local.

A rede de trilhas, com 22,1 km de extensão — três circuitos de aproximadamente 6 km e uma extensão adicional de cerca de 5 km —, proporcionou acesso a uma diversidade de habitats. A trilha circular situada a oeste do Urutauí serpenteou por florestas de planície de inundação (80–100 m de altitude) antes de alcançar um pequeno trecho de campina (ver abaixo). As trilhas a leste amostraram principalmente floresta de terra firme, e a extensão oriental atravessou outro fragmento de floresta de areia branca. Embora a variação altitudinal total ao longo das trilhas tenha sido de apenas 75 m (altitude máxima de 155 m), o relevo local era bastante acidentado, com frequentes e cansativas subidas e descidas curtas.

Para os pesquisadores de fauna e flora terrestres, o principal destaque do Acampamento Urutauí foi o acesso a duas áreas de floresta sobre solos arenosos. Uma delas consistiu em um fragmento muito pequeno (80 × 35 m) de campina arbustiva, dominada por duas ou três espécies vegetais com cerca de 2 m de altura. A profundidade da turfa era de aproximadamente 30 cm, incomumente rasa para campinas. Esse fragmento era circundado por uma floresta densa de troncos finos, com cerca de 20 m de altura, conhecida regionalmente como campinarana (campina arbórea alta). Um segundo fragmento de campinarana foi encontrado no platô elevado, juntamente com uma floresta incomum, rica em epífitas, que lembrou aos botânicos uma floresta nublada distante da região.

Apesar da aparente remotidade e integridade da floresta, registramos evidências claras de atividades humanas passadas. Encontramos duas seringueiras (*Hevea brasiliensis*) com cicatrizes evidentes dos cortes angulados feitos com o “faca de sangria”, utilizada historicamente para a extração de látex. Também identificamos duas árvores com pequenas placas de alumínio, remanescentes de um antigo levantamento florestal que aparentemente não resultou em exploração autorizada. Nossa permanência no Acampamento Urutauí foi encurtada

em um dia devido a potenciais ameaças associadas a uma operação ilegal de garimpo de ouro nas proximidades.

Acampamento Cristóvão, 15–20 de maio de 2025

O Acampamento Cristóvão diferiu dos acampamentos Mamuriá e Urutaú tanto em sua configuração espacial quanto na amplitude de ambientes aquáticos incorporados à amostragem. O acampamento abrangeu uma área de aproximadamente 800 ha, incluindo o Igarapé São Cristóvão, lagos de meandro abandonado (lagos de ressaca) e o trecho do rio Içá compreendido entre as comunidades de Ipiranga e Nova Esperança. Nossa base flutuante estava localizada a cerca de 5 km, por via fluvial, de Nova Esperança, e a área amostrada foi planejada para capturar o conjunto completo de ecossistemas terrestres inseridos nessa paisagem.

O Igarapé São Cristóvão apresenta águas claras com sedimentos em suspensão, conferindo-lhe uma coloração descrita localmente como “tijolo claro”. Sua foz situa-se quase 1 km a oeste de Nova Esperança. As medições de condutividade indicaram valores relativamente baixos, e especialistas locais identificaram a localização de treze barreiros (*canamã*) nas proximidades. Esses especialistas também relataram a presença de quatro aterros arqueológicos (*aterrados*) na área.

O sistema de trilhas terrestres foi estabelecido ao longo do Igarapé São Cristóvão, aproximadamente 6 km acima de sua confluência com o rio Içá, a partir de um pequeno acampamento satélite com capacidade máxima para 10 pessoas. Nesse ponto, o igarapé tinha cerca de 12 m de largura. Durante nossa permanência, chuvas intensas elevaram o nível da água em cerca de 30 cm, aproximando-o a 1,5 m da borda elevada do acampamento satélite, sem, contudo, provocar alagamento.

A rede de trilhas consistiu em duas trilhas, totalizando 10,3 km. A Trilha 1, com 6,7 km, teve início no acampamento satélite. O ponto mais baixo do sistema localizava-se próximo ao igarapé, a 80 m de altitude, enquanto o ponto mais alto, próximo ao final da Trilha 1, alcançou 125 m. O primeiro quilômetro da trilha, a partir do igarapé, correspondeu a um ambiente de várzea, com áreas alagadas ao longo do caminho e marcas visíveis de inundação nos troncos das árvores. Em seguida, a Trilha 1 subiu em direção ao leste, entrando em áreas de terra firme com encostas progressivamente mais íngremes sobre substrato argiloso. Ao longo dessa subida, a trilha cruzou diversos pequenos igarapés de águas claras; o maior deles apresentava fundo arenoso e cerca de 5 m de largura.

A Trilha 2, com 3,6 km, iniciou-se na marca de 2.650 m da Trilha 1 e formou um meio circuito, reconectando-se próximo à marca de 450 m da Trilha 1. Seu trecho inicial atravessou terra firme com uma sequência de encostas íngremes, incluindo uma particularmente acentuada, descrita como com inclinação próxima a 90 graus. Essas encostas circundavam pequenos cursos d’água, sendo o maior deles com aproximadamente 12 m de largura. O trecho final da Trilha 2 passou para uma área mais plana, ao ingressar novamente em ambiente de várzea.

Além das trilhas terrestres, o canal principal do rio, suas margens e os lagos de ressaca próximos ao acampamento flutuante permitiram à equipe avaliar comunidades vegetais e faunísticas mais diretamente associadas a grandes corpos d’água. Três lagos localizavam-se ao norte do rio Içá. Navegamos pelos canais que conectam esses lagos entre si e com o rio principal. Em locais onde os canais estavam bloqueados por gramíneas aquáticas e outra vegetação, utilizamos atalhos através do igapó, seguindo rotas conhecidas pelos especialistas locais. As comunidades locais se beneficiam diretamente dos recursos pesqueiros desses lagos.

Chapter 1—Characterization of the Study Area and Campsite Descriptions

Authors: Nigel C.A. Pitman, Farah Carrasco-Ruedes and Cameron Rutt

Characterization of the physical landscape

Introduction

Our study area encompassed 350,787 ha of lowland forests and rivers in the upper Içá basin of western Amazonas state, adjacent to and just downriver from the Colombia-Brazil border.

Roughly 30% of the study area consists of seasonally inundated floodplains of the Içá, where an abundance of islands, oxbow lakes, and successional levees bear witness to the meandering power of this enormous river. At the Colombia-Brazil border the Içá measures ~1 km across and traverses a floodplain 10 times as wide. It discharges 7500 cubic meters of water per second (m³/s) and transports 19 metric tons of suspended sediment downriver each year—accounting for ~2% of all sediment transported by rivers throughout the Amazon basin (Piland et al. 2025). While the Içá is a whitewater river that has its origin in the Andes 1000 km to the west, in our study area it receives inputs from blackwater and clearwater tributaries.

Away from the river, the remaining ~70% of our study area consists of rolling uplands drained by three large tributaries (the Urutauí, São Cristóvão, and Queue) and innumerable creeks. In a broad sense these uplands are similar—in their elevation, surface geology, soils, topography, vegetation, climate, and drainage systems—to the uplands that cover large areas of Brazil's central to western Amazonas state, as well as those farther upstream in the Putumayo basin of Colombia and Peru (MapBiomas 2025). Along the northern limit of our study area a ridgeline runs along the highest elevations, forming the divide between the watersheds of the Içá and Puruê rivers; along the southern limit a similar ridge forms the divide between the watersheds of the Içá and Purité rivers. These ridges are modest in elevation, reaching just ~175 m above sea level (masl) from the Içá's baseline level of ~50 masl (Fig. x [base map]).

Geology, topography, and soils

As in much of western Amazonas, southern Colombia, and northern Peru, upland hills and terraces in this landscape are characterized by relatively poor soils that have developed *in situ* from sediments deposited by rivers millions of years ago when global sea levels were much higher. Brazilian geological maps show the Içá basin as geologically similar to the Japurá, Javari, Juruá and Purús basins, dominated by the Içá and Solimões formations (Medeiros et al. 2025). These formations (and their differently named equivalents in Colombia and Peru) are not well-mapped at small spatial scales, but field work during the rapid inventory suggests that the upper Içá basin is dominated by the Içá Formation: low-nutrient, highly weathered clays and sands (Stallard 2026). The Solimões Formation was observed in our study area in a few outcrops but appears to be mostly buried there under several meters of Içá Formation material.

Pan-Amazonian maps of soil nutrient concentrations show the Içá basin to have some of the poorest soils in the Amazon, comparable to those in the central Amazon and southern Colombia (Zuquim et al. 2023). The same maps show our study area to be close to a transition zone of soil fertility, with markedly higher nutrient concentrations a short distance to the west, in the lower Putumayo basin. A different kind of edaphic transition is evident to the north of the Içá basin. White sand soils in the upper Içá mostly appear restricted to tiny patches of the landscape, whereas to the north they cover vast areas of the Puruê, Japurá, and upper Rio Negro watersheds (Adeney et al. 2016).

Our understanding of the geological and edaphic patterns of the upper Içá is complicated by an important but poorly documented feature first described by Higgins et al. (2011). Evident on false-color Landsat images and topographic maps, this linear feature follows a jagged path 1500 km from the upper Rio Negro basin in the north to the Juruá-Purús interfluvium in the south. Higgins et al. (2011) hypothesized that this feature traced the contact between the Içá Formation to the east and the Solimões Formation to the west. While this appears to be in agreement with the Brazilian geological map

of Medeiros et al. (2025), our fieldwork in the region—which focused on two campsites on the boundary and one west of the boundary—found it to be dominated almost entirely by the Içá Formation. Stallard (2026) hypothesizes that the feature is an erosional discontinuity that marks the boundary between Içá Formation-derived soils of different ages.

Climate, river level, and seasonality

Despite its remote location, the upper Içá basin boasts two sources of long-term, high-quality climate and river level data. The first is the Colombian city of Tarapacá, on the Putumayo River, where data on climate and river level have been collected continually since 1987. Tarapacá is ~4 km from the Colombia-Brazil border and ~20 km from our third campsite at the mouth of the Igarapé Cristóvão. The Tarapacá station is managed by Colombia's Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) and data are available online at <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>.

The second source of data is from Brazil's Ipiranga military base, just on the other side of the Colombia-Brazil border, where climate and river level data have been collected since 1979. These data are managed by Brazil's Agência Nacional de Águas (ANA) and are publicly available on ANA's Hidroweb portal (<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>). The Brazilian and Colombian data are quite similar; information presented here is from the Tarapacá station.

Like 80% of Amazonas state, the upper Içá has an Af climate in the Köppen classification system: rainy and warm with relatively little seasonal variation (Alvares et al. 2013). Annual precipitation at Tarapacá averages 3098 mm, a number that aligns closely with satellite-based estimates for the region (Fassoni-Andrade et al. 2021). Those estimates show the upper Içá as one of the rainiest areas of the Amazon, with total annual rainfall higher than at >90% of other sites in Amazônia Legal.

In the upper Içá no month averages below 100 mm rainfall (Fig. x). While this indicates an aseasonal climate lacking a pronounced dry season, rainfall in the region does show consistent seasonal variation: highest in April (339 mm) and lowest in August (137 mm; Fig. x). The Putumayo/Içá River tracks this seasonal pattern with a two-month delay, reaching its highest levels in June and its lowest in October. While similar datasets do not exist for the smaller rivers in the study area (e.g., the Urutaí and São Cristóvão), we expect their levels to track a similar seasonal pattern close to the Içá but with a shorter delay higher in their watersheds. Our rapid inventory in May 2025 gave us a clear view of seasonal highs in

both river level and precipitation, and of how smaller rivers rise quickly and dramatically following local rainfall events.

In contrast to rainfall and river level, temperatures remain very stable throughout the year, with more than 90% of monthly means between 1987 and 2024 falling between 24 and 27°C.

History of the Area

Prior biodiversity expeditions

Depending on one's perspective, the biodiversity of the upper Içá region can be regarded as very poorly known or rather well known. While the Brazilian portion of the Içá has received extremely little attention from scientists and has been repeatedly identified as a priority area for Brazilian research (e.g., Sousa-Baena et al. 2014), the Colombian and Peruvian portions of the river just upstream are relatively well-studied.

We know of no organized expedition to have ever visited the area we studied in Brazil—apart from scattered observations made by researchers traveling the Içá on their way to somewhere else. A 2025 search of Global Biodiversity Information Facility (GBIF) records within the boundaries of our study site yielded just two records. The same pattern extends to the entire Içá basin, where the only three significant expeditions we know of are:

- a small number of sites surveyed by RADAMBRASIL for vegetation, geology, and soils in the 1970s
- a few days of ichthyological sampling just inside the Içá River during a 1993 visit by the Calhamazon project, and
- a 2015 inventory of herpetofauna and mammals at two sites on the lower Içá River, by University of São Paulo scientists Miguel Trefaut Rodrigues and Alexandre Reis Percequillo, respectively.¹

From the Colombian side of the border the perspective looks quite different. Researchers have carried out in-depth inventories of plants and vertebrates at dozens of different sites in the lower Putumayo, within 100 km of the Brazil-Colombia border. These include:

- a number of rapid inventories (Pitman et al. 2004, 2011, Jarrett et al. 2021, Pérez-Peña 2023)
- forestry inventories (Cueva 2017, Consorcio POF 2021)

¹ In 2022 researchers from the Instituto Mamirauá carried out intensive biodiversity surveys of the Área de Relevante Interesse Ecológico Javari-Buriti (ISDM 2023). While this merits mention as a recent expedition just outside the mouth of the Içá River, its relevance is limited given that the site is 175 km from our study area and dominated by a vegetation type absent from the upper Içá (forests on the floodplain of the Solimões River).

- tree inventories (ter Steege et al. 2023)
- environmental DNA inventories (Picq et al., in preparation)
- biodiversity monitoring programs in Yaguas and Amacayacu National Parks, and
- a semi-permanent research station—the Estación Ecológica Omé—on the Colombian portion of the upper Purité River, operated by Colombia’s National University between the years 1993 and 2015 (Morcote-Ríos 2006, Navarrete-Forero 2010, Defler et al. 2012).

Given this activity, it is no surprise that GBIF contains >30,000 occurrence records for the lower Putumayo of Peru and Colombia (see Fig. x). And given the environmental similarity of that region with the upper Içá, it is fully understandable that Colombian and Peruvian researchers consider the Içá less of a biodiversity information lacuna than do their Brazilian counterparts.

Campsite Descriptions

Mamuriá Camp, May 06–10, 2025

Our first camp was established in *terra firme* forest on low, rolling hills approximately 2 km southeast of the community of Mamuriá II (south bank of the Içá River) and roughly 30 km east of the Brazil–Colombia border. Camp elevation was 100 m a.s.l.—about 40 m higher than Mamuriá II and 40 m lower than the highest point reached along our trail system.

We camped on the banks of the Igarapé Sara, a small tributary of the Içá that joins the main river just downstream of Mamuriá I. With few exceptions, the 25-km trail network we explored traversed *terra firme* forest drained by the Sara and the Igarapé Itú, two “clearwater” creeks whose headwaters originate in the low hills between the Içá and Purité rivers.

Both creeks—and most other streams encountered along the trail system—shared similar characteristics: narrow, incised channels with steep vertical clay banks and substrates dominated by clay and sand (rarely with small quartz pebbles). Where we measured them, the Sara was no more than 4 m wide and the Itú about 6 m. Although we worked during the rainy season and it rained every day at this camp, most creeks remained at relatively low water levels. Local experts explained that water levels rise quickly after heavy rains and then drop back within a few hours. Water temperature was approximately 25°C, and conductivity was uniformly low.

Five trails (totaling 25 km) provided access to a range of microhabitats. Two trails crossed lower-elevation forests near

camp, while two climbed to higher terrain farther south. In general, lower elevations appeared to have more clay-rich and more fertile soils; the palm *Iriartea deltoidea*, indicative of richer soils, was among the most common trees near the campsite. Higher elevations showed less fertile conditions, with sandier soils, often capped by a thick root mat and dense stands of the understory palm *Lepidocaryum tenue*. Although our trail system was bisected by the geological discontinuity sketched by Higgins et al. (2011), the overall heterogeneity we observed seemed typical of landscapes we have sampled previously in the Peruvian and Colombian Putumayo just upriver from this site. We did encounter abrupt transitions along the trails—from slope to plateau and back again; from little or no root mat to thick root mat; from sparse *Lepidocaryum* to dense stands; and from typical understory structure to areas crowded with hundreds of thin trees—but these shifts did not track one another in a predictable way. We saw no patches of low or open vegetation along any of the trails.

A fifth trail extended southeast toward the Igarapé Itú, crossing a striking stretch of swamp forest en route. *Lepidocaryum* was common here as well, along with a thick root mat over gray sandy soils punctuated by occasional pools. Satellite imagery suggests this forest covers at least 5 km² along the Itú.

Local experts indicated at least three salt licks in the vicinity of our trails. Some of these are used by hunters; we found at least one shotgun cartridge along the trail system. Overall, observations and interviews suggest that these forests are used only lightly (in contrast to frequent use of *várzea* forests). We encountered two rubber trees still bearing the distinctive scars of tapping, which ended in the 1960s, and one *Aspidosperma* tree from which a stilt root had been harvested in recent years to make a paddle. Despite the abundance of valuable timber, we saw no felled trees and no other clear evidence of extraction.

While based at Mamuriá Camp, we also sampled several features just outside the trail network: streams between camp and Mamuriá II; the low, nutrient-poor plateau just north of the Sara; the high-elevation headwaters of the Itú just south of Trail 1; and a *Mauritia*-dominated swamp along the lower Sara, flooded by the high water level of the Içá.

Urutauí Camp, May 11–14

Although located less than 30 km from Mamuriá Camp (measured along the Içá), our second camp was on the north

bank of the river, giving us a valuable opportunity to evaluate species turnover across the Içá. Urutauí Camp was situated about 10 m above the Igarapé Urutauí (approximately 80 m a.s.l.), offering a welcome reprieve from the pervasive mud conditions at Mamuriá. The Urutauí is a relatively small watershed (~150,000 ha), with only ~40 km between its mouth and headwaters. Near camp, the river—clearwater but sediment-laden—was roughly 40 m wide and flowed with a strong current.

With our floating home base anchored near the mouth of the Urutauí, we traveled upriver to reach the campsite, passing the village of Nova Floresta and the Igarapé do Pagão (originating in Colombia) and Igarapé Azul along the way. Residents of Nova Floresta greatly enriched both the social and biological teams, generously sharing assistance and expertise. The community was established in 2022 and consists of four families of Tikuna brothers, totaling ~20 people.

As at Mamuriá, forest streams in this area featured distinct, incised channels with steep banks that filled quickly but did not spill broadly into floodplains after rain. This pattern was also evident in the Urutauí itself, which rose by approximately 1 m in the 24 hours following an extended period of rain. These warm (26–27°C) mostly blackwater streams flowed over white sands, and abundant rain continued during our stay (rain fell on 3 of 4 days).

A 22.1-km trail network—three ~6-km loops and one ~5-km extension—provided access to a diverse set of habitats. The single loop west of the Urutauí meandered through low floodplain forest (80–100 m) before reaching a small patch of campina (see below). Trails to the east sampled primarily upland terra firme forest, and the eastern extension crossed another patch of white-sand forest. Although total elevation variation across the trail system was only 75 m (maximum elevation 155 m), the landscape contained substantial local relief, with frequent and tiring short climbs and descents.

For terrestrial biologists, the highlight of Urutauí Camp was access to two areas of white-sand forest. One was a very small patch (80 × 35 m) of shrubby campina, dominated by 2–3 plant species roughly 2 m tall. Peat depth here was about 30 cm, unusually shallow for campina. This patch was bordered by a dense stand of thin-trunked forest (~20 m high) known regionally as campinarana (tall arboreal campina). A second campinarana patch occurred on the high plateau, along with an unusual epiphyte-laden forest that reminded our botanists of cloud forest far from the region.

Despite the apparent remoteness and intactness of the forest, we recorded clear evidence of earlier human activity.

We found two rubber trees (*seringa*, *Hevea brasiliensis*) with distinct scars from the angled cuts of a “bleeding knife” once used to extract latex. We also encountered two trees bearing small aluminum tags from a historical forest survey, apparently not followed by authorized harvest. Our stay at Urutauí was ultimately shortened by one day due to potential threats from a nearby illegal gold-mining operation.

Cristóvão Camp, May 15–20

Cristóvão Camp differed in format from the Mamuriá and Urutauí camps, both in its spatial extent and the range of aquatic habitats incorporated into sampling. The camp encompassed an area of roughly 800 ha, including the Igarapé São Cristóvão, nearby oxbow lakes, and the stretch of the Içá River between the communities of Ipiranga and Nova Esperança. Our floating camp was located approximately 5 km by river from Nova Esperança, and the sampling area was designed to capture the full suite of terrestrial ecosystems embedded in this landscape.

The Igarapé São Cristóvão has clear water with suspended sediments, giving it a “clear brick” coloration. Its mouth lies almost 1 km west of Nova Esperança. Conductivity measurements indicated relatively low values, and local experts identified the locations of thirteen salt licks (*canamã*) in the vicinity. Local experts also reported the presence of four *aterrados* in the area.

Our terrestrial trail system was established along the Igarapé São Cristóvão approximately 6 km upstream from its confluence with the Içá River, starting at a small satellite camp that could accommodate a maximum of 10 people. At this point the igarapé was about 12 m wide. During our stay, heavy rains raised the water level by roughly 30 cm, bringing the water to within 1.5 m of the satellite camp ridge, but not high enough to flood it.

The trail network consisted of two trails totaling 10.3 km. Trail 1 (6.7 km) began at the satellite camp. The lowest point of the system was near the igarapé at 80 m elevation, while the highest point—near the end of Trail 1—reached 125 m. The first ~1 km from the igarapé corresponded to a *várzea* environment, with flooded areas beside the trail and visible watermarks on trees. Trail 1 then climbed eastward into higher elevations, entering terra firme with increasingly steep hills over a clay-rich substrate. Along this climb, the trail crossed several small clearwater streams; the largest had a sandy bottom and was about 5 m wide.

Trail 2 (3.6 km) began at the 2,650 m marker on Trail 1 and formed a half-loop, reconnecting near the 450 m marker on Trail 1. Its initial section traversed terra firme with a series of steep hills, including one particularly steep slope described as having an angle of 90 degrees. These hills surrounded small streams, with the largest stream measuring approximately 12 m wide. The final portion of Trail 2 transitioned into a flatter area as it entered várzea.

In addition to the terrestrial trails, the river channel, riverbanks, and the oxbow lakes around the floating camp allowed the team to evaluate plant communities and fauna more closely linked to large water bodies. Three lakes were located north of the Içá River. We navigated the channels connecting these lakes to one another and to the Içá. Where channels were blocked by aquatic grasses and other vegetation, we took shortcuts across the igapó, following routes known by local experts. Local communities benefit directly from the fisheries resources of these lakes.

FIGURAS / FIGURES

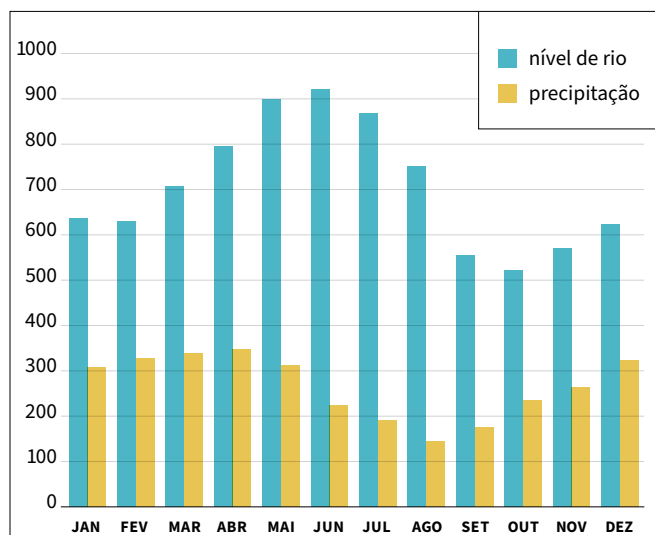


Figura 1. Nível médio mensal do rio Putumayo/Içá e precipitação média mensal em Tarapacá, Colômbia, no período de 1987 a 2024. O nível do rio é medido em centímetros (cm) e a precipitação em milímetros (mm). Dados obtidos do Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales da Colômbia (<http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>).

Figure 1. Mean monthly level of the Putumayo/Içá River and mean monthly precipitation at Tarapacá, Colombia, 1987–2024. River level is measured in cm and precipitation in mm. Data downloaded from Colombia's Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (<http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>).



Figura 2. Mapa do baixo Putumayo e do alto rio Içá, mostrando o forte contraste na densidade de registros de biodiversidade disponíveis até 2024 no Global Biodiversity Information Facility (círculos amarelos, laranja e vermelhos): densidade muito baixa no Brasil e densidade mais elevada na Colômbia e no Peru. Pontos maiores indicam maior número de registros. O círculo azul aproxima a área de estudo do inventário rápido realizado no alto Içá em 2025. Mapa gerado em gbif.org.

Figure 2. A map of the lower Putumayo and upper Içá rivers, showing the stark contrast of biodiversity records through 2024 available on the Global Biodiversity Information Facility (yellow, orange, and red circles): a very low density in Brazil and a higher density in Colombia and Peru. Larger points indicate a larger number of records. The blue circle approximates the study area of the 2025 rapid inventory of the upper Içá. Map generated at gbif.org.

Figura 3 (pág 12). Mapa da área de estudo do Inventário Rápido Biológico e Social na região do Alto Rio Içá, Amazonas – Brasil, maio de 2025..

Figure 3 (page 12). Map of the study area for Alto Rio Içá Rapid Biological and Social Inventory, Amazonas – Brazil, May 2025.

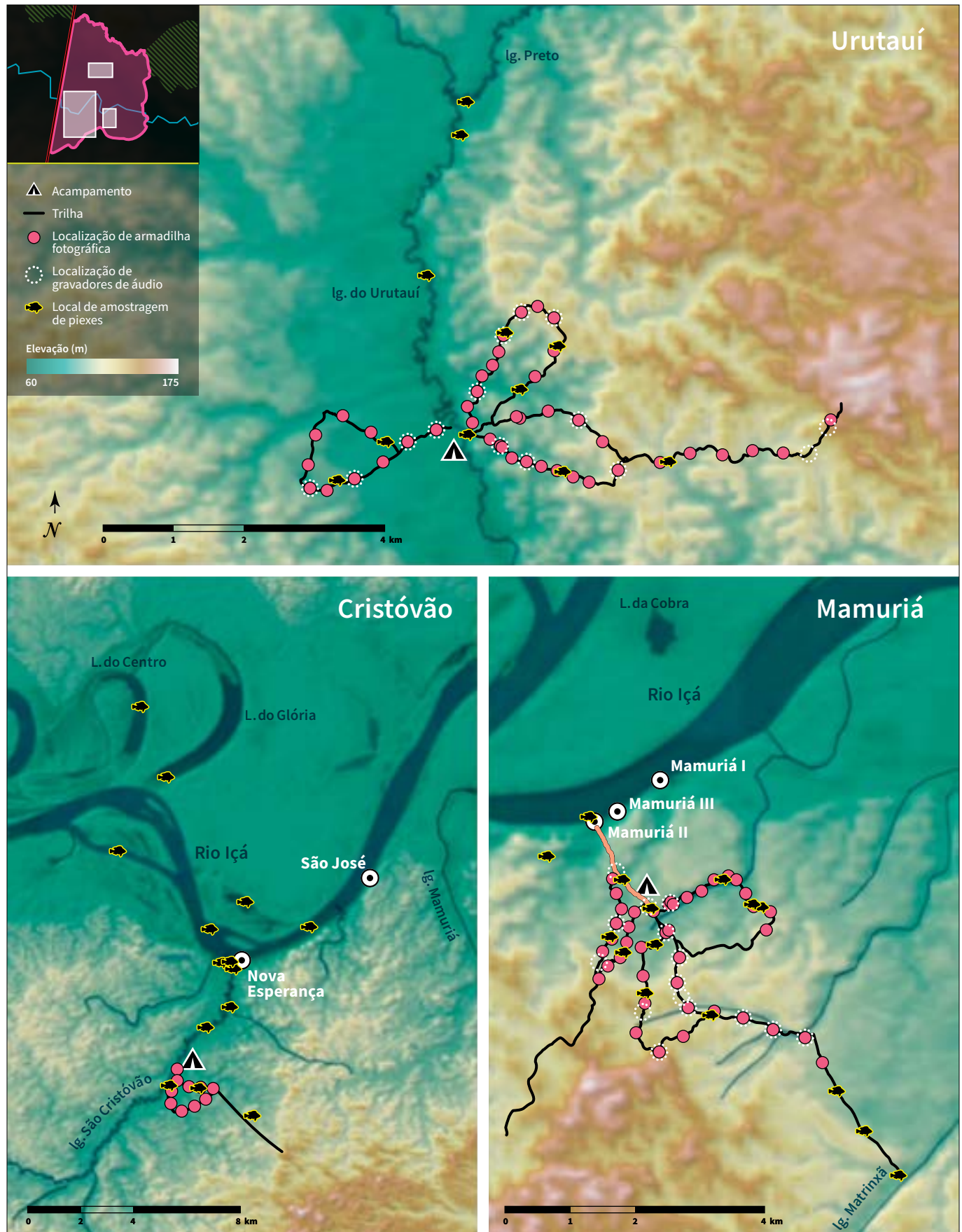
Figura 4 (pág 13). Acampamentos biológicos do inventário rápido de maio de 2025 na região do Alto Rio Içá, Amazonas, Brasil, mostrando a extensão dos sistemas de trilhas e locais de amostragem.

Figure 4 (page 13). Biological camps from the May 2025 rapid inventory in the Alto Rio Içá region, Amazonas, Brazil, showing the extent of trail systems and sampling locations.

Figura/Figure 3



Figuras / Figures, continuação



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS / BIBLIOGRAPHY

- Adeney, J.M., Christensen, N.L., Vicentini, A. and Cohn-Haft, M. (2016)**, White-sand Ecosystems in Amazonia. *Biotropica*, 48: 7–23. <https://doi.org/10.1111/btp.12293>
- Alvares, Clayton Alcarde et al. 2013**. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22(6): 711–728. Disponível em: http://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil?af=crossref
- Consorcio POF. 2021**. Plan de Ordenación Forestal Tarapacá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Cueva, L. 2017**. Proyecto Corpoamazonia: Actualización del plan de Ordenación Forestal de Tarapacá, Corregimiento de Tarapacá y Arica, Departamento de Amazonas. Disponível em: <https://www.obsgestioneducativa.com/download/plan-de-desarrollo-departamental-amazonas-2020-2023/>
- Defler, Thomas Richard. (2012)**. STUDYING PRIMATES IN EASTERN COLOMBIA: THIRTY FIVE YEARS OF A PRIMATOLOGICAL LIFE. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 36(140), 421–434. Retrieved September 18, 2025, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082012000300008&lng=en&tling=en.
- Fassoni-Andrade, A.C., Fleischmann, A.S., Papa, F., Paiva, R.C.D. d., Wongchuig, S., Melack, J.M., et al. (2021)**. Amazon hydrology from space: Scientific advances and future challenges. *Reviews of Geophysics*, 59, e2020RG000728. <https://doi.org/10.1029/2020RG000728>
- Higgins, M.A., Ruokolainen, K., Tuomisto, H., Llerena, N., Cardenas, G., Phillips, O.L., Vásquez, R. and Räsänen, M. 2011**. Geological control of floristic composition in Amazonian forests. *Journal of Biogeography* 38: 2136–2149. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2011.02585.x>
- IDSJ. 2023**. Projeto Javari Buriti: Subsídios para a elaboração do Plano de Manejo da Área de Relevante Interesse Ecológico Javari-Buriti: Relatório Final. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.
- Jarrett, C.C., M.E. Thompson, N. Pitman, C.F. Vriesendorp, D. Alvira Reyes, A.A. Lemos, F. Carrasco-Rueda, W. Matapi Yucuna, A. Salazar Molano, A.R. Sáenz Rodríguez, F. Ferreyra, Á. del Campo, M. Morales, A. Alfonso, T. Torres Tuesta, M.C. Herrera Vargas, C. García Ortega, V. Cardona Uribe, N. Kotlinski, D.K. Moskovits, L. S. de Souza y/and D.F. Stotz, eds. 2021**. Colombia, Perú: Bajo Putumayo-Yaguas-Cotuhé. Rapid Biological and Social Inventories Report 31. Field Museum, Chicago.
- MapBiomas Project** – Collection 9 of the Annual Series of Land Cover and Land Use Maps of Brazil, accessed on 18 September 2025 via the link: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>
- Medeiros, V.C., F.G. Santos, M.L.E.S. Quadros, E.B.S. Espírito Santo, M.A. Silva, G. Moreira, J.S. Santana, N.R.R. Domingos, T.S.C. Barros, P.A. Santos, M.E. Almeida, and A.A. Wanderley. 2025**. Mapa Geológico do Brasil. Escala 1:5.000.000. Salvador: SGB-CPRM.
- Morcote-Ríos, G. 2006**. Plantas y gentes antiguas en un igapó estacional del interfluvio Solimões-Içá (Amazonas-Putumayo). In *Pueblos y paisajes antiguos de la selva amazónica* / eds. Gaspar Morcote Ríos, Santiago Mora Camargo, Carlos Franky Calvo. - Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias - Taraxacum.
- Navarrete-Forero, Gabriela. 2010**. Aves de la Estación Ecológica Omé, Amazonas, Colombia. 35 p. Tesis de pregrado en Biología. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C.
- Pérez Peña, P., Zárate Gómez, R., Ramos Rodríguez, María C., Mejía Carhuana, K. (eds.)**, Biodiversidad en la cuenca baja del Putumayo, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Iquitos, Peru.
- Piland, Natalia C., Claire F. Beveridge, João V. Campos-Silva, Carlos Cañas, Sandra B. Correa, Thiago B.A. Couto, Andrea C. Encalada, Daniel Escobar-Camacho, Sílvia López-Casas, Benjamin Webb, and Elizabeth P. Anderson. 2025**. Rivers from the western Amazon. Pages 279–333 in Graça, Manuel, A.S., Marcos Callisto, Franco Teixeira de Mello, and Douglas Rodríguez-Olarte (eds.), *Rivers of South America*. Elsevier.
- Pitman, N., R.C. Smith, C. Vriesendorp, D. Moskovits, R. Piana, G. Knell, y/and T. Wachter, eds. 2004**. Perú: Ampiyacu, Apayacu, Yaguas, Medio Putumayo. Rapid Biological Inventories Report 12. The Field Museum, Chicago.
- Pitman, N., C. Vriesendorp, D.K. Moskovits, R. von May, D. Alvira, T. Wachter, D. F. Stotz, y/and Á. del Campo, eds. 2011**. Perú: Yaguas-Cotuhé. Rapid Biological and Social Inventories Report 23. The Field Museum, Chicago. 378 pp.
- RADAMBRASIL. 1977**. Folha SA 19- Içá; geologia, geomorfologia, pedologia: vegetação e uso potencial da terra. Departamento Nacional da Produção Mineral, Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais, Volume 14. Rio de Janeiro, 452p.
- Sousa-Baena, M.S., Garcia, L.C. and Peterson, A.T. (2014)**, Completeness of digital accessible knowledge of the plants of Brazil and priorities for survey and inventory. *Diversity Distrib.*, 20: 369–381. <https://doi.org/10.1111/ddi.12136>
- Stallard, R.F. 2026**. Geology, hydrology, and soils. Chapter 2 in Brazil: Alto Içá. Rapid Biological and Social Inventories Report 33.
- ter Steege, H., Pitman, N.C.A., and >100 others. 2023**. Mapping density, diversity and species-richness of the Amazon tree flora. *Communications Biology* 6: 1130. <https://doi.org/10.1038/s42003-023-05514-6>
- Zuquim, G., J. Van doninck, P.P. Chaves, C.A. Quesada, K. Ruokolainen, and H. Tuomisto. 2023**. Introducing a map of soil base cation concentration, an ecologically relevant GIS-layer for Amazonian forests. *Geoderma Regional* 33: e00645. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2023.e00645>.