

MARITZA BAUTISTA VALERA

**CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA MATA CILIAR DO RIO HUALLAGA, NA
ZONA DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NACIONAL TINGO MARIA, PERU**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte dos requisitos do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientador: Herly Carlos Teixeira Dias

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

B352c
2024

Bautista Valera, Maritza, 1964-
Caracterização hidrológica da mata ciliar do Rio Huallaga,
na zona de amortecimento do Parque Nacional Tingo Maria,
Peru / Maritza Bautista Valera. – Viçosa, MG, 2024.
1 tese eletrônica (73 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Herly Carlos Teixeira Dias.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Engenharia Florestal, 2024.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.611>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Matas ripárias - Huallaga, Rio (Peru). 2. Hidrologia
florestal - Huallaga, Rio (Peru). 3. Parque Nacional Tingo María
(Peru). I. Dias, Herly Carlos Teixeira, 1965-. II. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal.
Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal. III. Título.

GFDC adapt. CDD 22. ed. 634.9116

MARITZA BAUTISTA VALERA

CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA MATA CILIAR DO RIO HUALLAGA, NA ZONA DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NACIONAL TINGO MARIA, PERU.

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte dos requisitos do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientador: Herly Carlos Teixeira Dias

APROVADA: 12 de julho de 2024.

Assentimento:



Maritza Bautista Valera
Autora

Documento assinado digitalmente
gov.br HERLY CARLOS TEIXEIRA DIAS
Data: 01/10/2024 10:35:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Herly Carlos Teixeira Dias
Orientador

A Deus e à Bem-Aventurada Virgem Maria, por me protegerem, cuidarem, me abençoarem e me darem forças, em todos os momentos durante estes quatro anos de permanência neste país irmão do Brasil.

À memória de minha querida mãe, Rosario Valera Bazán (*in memoriam*), que sempre previu que eu seria Doutora em algum momento, e ao meu querido irmão Rolando Hidalgo Valera, por seu constante apoio, dedicação e confiança em mim. Ao meu amado esposo José Valdivia Raymundo, meu mentor e guia, pelo apoio logístico perseverante e habilidoso e pelo compromisso constante de superar meus momentos difíceis.

Ao reverendo padre Luiz Stefany, pelo incentivo e pela confiança em mim para alcançar o sucesso, bem como ao nosso amigo Geraldo Oliveira, de São Paulo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, à Bem-Aventurada Virgem Maria, pela vida, por me iluminar, me proteger e guiar meus passos.

À minha família, em especial à minha mãe Rosário (*in memoriam*), ao meu irmão Rolando, pela dedicação e grande apoio incondicional; ao meu esposo José, pela motivação, amor e dedicação em todos os momentos; ao meu irmão Raúl Díaz Díaz, pelo seu grande apoio solidário; à minha cunhada Lucy Valdivia e ao esposo Walter Paz, pelo apoio e pela solidariedade.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), ao Departamento de Engenharia Florestal e ao Laboratório de Hidrologia Florestal, pela oportunidade que me deu, de realizar meu trabalho de pesquisa e obter meu doutorado; menção especial aos servidores públicos: Alexandre (DEF), Dilson (DEF), Chiquinho (DEF), por estarem sempre dispostos a me dar seu apoio.

Ao Professor Herly Carlos Teixeira Dias, pela orientação, pelo incentivo, pela dedicação e pelo apoio em todos os momentos, bem como à Dra. Aurora Sato, que me orientou na redação do capítulo 3, e aos inúmeros professores que contribuíram para minha formação até o momento.

Aos meus amigos Yuji Sato e Maria, pela ajuda e empatia constante.

Ao Raul Aspilcueta e ao Joel Bazán, pelo valioso apoio em meu trabalho de pesquisa.

Ao Raúl Natividad Ferrer, por seu constante apoio moral, e ao Franz Zirena, por sua valiosa orientação em meu trabalho de pesquisa.

À Universidade Nacional Agrária da Selva (UNAS) Tingo Maria-Peru, em especial ao Reitor, Milthon Muñoz Berrocal; Casiano Aguirre, Ladislao Ruiz, Eng. Jorge Alvarez Melo, Luis Alberto Valdivia, Edilberto Chuquilin.

Ao Eng^o Luis Flores Cordero (SERNANP), pelo apoio logístico e pela confiança em me permitir o acesso para instalar e monitorarminhas três parcelas pluviométricas na área de pesquisa.

Meus amplos e especiais agradecimentos, à minha tia Rosário "Irmã Charito", por seu imenso amor, apoio moral, espiritual e emocional durante esses 4 anos, à minha tia Merlina Valera, Mary Valera e meus amigos, exclusivos, tais como, Guillermo De la Cruz, Cenia Alvarez, Yensi Negreiros, Haydee Villavicencio, Magaly Egoavil,

Marcos Miranda, Faustino Puentes, Luci Arapoty, por suas orações, amizade, incentivo e apoio emocional constante.

Ao meu amigo Carlos Pacheco (*in memoriam*), pelo apoio e carisma.

Aos Padres Missionários Montfortianos Peru-Brasil, em especial: Pe. Luizhino, Pe. Luciano, Pe. Mauri Sebatiao, Pe. José Angel; que em todos os momentos me apoiaram para seguir em frente, principalmente em tempos de pandemia.

Quero agradecer a todos os brasileiros que ajudaram na realização do meu sonho e aos que me concederam a bolsa (FAPEMING). O que foi um grande apoio financeiro para mim.

Obrigado aos nossos amigos solidarios e de boas vibrações, como os Engenheiros Segundo Chumán, Víctor Reynaga Rivas, Gerardo Villalva, Clodoaldo Credo, Luis Lucero, Ana Vergaray de Llanto, Anselmo Cenepo, Julio Flores, Carlos Gavidia, Raquel Gonzáles, Adolfo Sánchez, Lucho Burga, Erle Bustamante, Derby Forestal e Héctor del Waro em Brisas.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Por fim, agradeço todas as pessoas que, direta ou indiretamente, me apoiaram para alcançar esse logro. Muito obrigado a todos!

RESUMO

VALERA, Maritza Bautista, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2024. **Caracterização hidrológica da mata ciliar do rio Huallaga, na zona de amortecimento do Parque Nacional Tingo Maria, Peru.** Orientador: Herly Carlos Teixeira Dias.

O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização hidrológica das matas ciliares do rio Huallaga, adjacentes ao Parque Nacional Tingo Maria, com base na investigação de processos hidrológicos, como o monitoramento da precipitação interna, inventário florestal, características edáficas dos solos, análise da qualidade da água adjacente à floresta e análise da umidade da serapilheira. A metodologia de pesquisa foi aplicada durante um período de oito meses, com a anuência do Serviço Nacional de Áreas Naturais Protegidas (SERNANP), responsável pelo Parque Nacional Tingo Maria (PNTM) na região de Huánuco, Peru. A avaliação dos parâmetros hidrológicos supracitados teve os seguintes resultados: A precipitação externa (Pa) durante oito meses registrou um total de 2745 mm e a precipitação interna (Pi) durante o mesmo período foi de 2.234 mm com uma média mensal de 83,6 % da precipitação em aberto (Pa). No inventário florestal, foram identificados 88 indivíduos, 25 famílias e 42 espécies nas três parcelas. Da mesma forma, as famílias com maior número de espécies foram as Moraceae (20); Fabaceae (15) e Rubiaceae (15). A espécie *Sterculia pruriens* (Aubl) K Schum, impacta o ecossistema florestal devido às suas características de caule ou tronco (DAP 105,01 cm), a altura comercial (25 m), altura total (35 m) e grande cobertura de dossel, em comparação com as demais espécies identificadas, marcando sua grande importância na estrutura do bosque ciliar. Da mesma forma, uma espécie rara foi encontrada na região, descrita apenas na Colômbia, Venezuela e Brasil, que é a espécie *Emmotum glabrum* Benth. Em relação à análise de solo, observa-se que os resultados da análise física foram 6 amostras representativas de 1 kg cada uma, em duas profundidades (0-20 cm e 20-40 cm) em três parcelas, com 2 amostras por parcela, suas características são: Parcela 1, solos Franco Argilo Arenoso Parcela 2, solos Franco e Parcela 3, solos Areia franca; o que indica que os solos apresentam boa infiltração de água, o que é importante hidrológicamente. Em relação à análise química, os resultados são: pH: Faixa de 5,8 a 7,6, o que indica variações de levemente ácido a neutro; Matéria Orgânica (Mo): alta em geral, com valores entre 4,0% e 7,1%, o que é positivo para a fertilidade do solo; Nutrientes (N, P, K, Ca, Mg): com teores que variam entre as parcelas, mas em geral há uma boa disponibilidade de nutrientes essenciais e contribuem para a qualidade do solo. Na análise do molhamento da serapilheira, atingiu-se 63 % de umidade e a produção desta foi estimada em 28.489 t/há (vinte e oito toneladas + 489 Kg por hectare). Quanto à qualidade da água, de acordo com o Índice de Qualidade da Água, obteve um IQA de 69,15, considerado de boa qualidade. Embora os resultados geralmente indiquem uma boa conservação da área, por se tratar de uma região próxima às cidades, o monitoramento hidrológico é necessário para mitigar possíveis problemas ambientais.

Palavras-chave: Mata ciliar; Caracterização hidrológica; Rio Huallaga.

ABSTRACT

VALERA, Maritza Bautista, D.Sc., Federal University of Viçosa, July 2024. **Hydrological characterization of the Huallaga river riparian forest in the buffer zone of the Tingo Maria National Park, Peru.** Adviser: Herly Carlos Teixeira Dias.

The aim of this work was to carry out a hydrological characterization of the riparian forests of the Huallaga River, adjacent to the Tingo Maria National Park, based on the investigation of hydrological processes, such as the monitoring of internal precipitation, forest inventory, soil edaphic characteristics, analysis of the quality of the water adjacent to the forest and analysis of the humidity of the litter. The research methodology was applied over a period of eight months, with the agreement of the National Service for Protected Natural Areas (SERNANP), responsible for the Tingo Maria National Park (PNTM) in the Huánuco region of Peru. The evaluation of the aforementioned hydrological parameters yielded the following results: External precipitation (Pa) over 8 months recorded a total of 2,745 mm and internal precipitation (Pi) over the same period was 2,234 mm with a monthly average of 83.6 % of open precipitation (Pa). The forest inventory identified 88 individuals, 25 families and 42 species in the three plots. Likewise, the families with the highest number of species were Moraceae (20); Fabaceae (15) and Rubiaceae (15). The species *Sterculia pruriens* (Aubl) K Schum, impacts the forest ecosystem due to its stem or trunk characteristics (DBH 105.01 cm), commercial height (25 m), total height (35 m) and large canopy cover, compared to the other species identified, marking its great importance in the structure of the riparian forest. Likewise, a rare species was found in the region, described only in Colombia, Venezuela and Brazil, which is the species *Emmotum glabrum* Benth. With regard to soil analysis, the results of the physical analysis were 6 representative samples of 1 kg each, at two depths (0-20 cm and 20-40 cm) in three plots, with 2 samples per plot, their characteristics are: Plot 1, sandy loam soils Plot 2, loam soils and Plot 3, sandy loam soils; this indicates that the soils show good water infiltration, which is important hydrologically. As for the chemical analysis, the results are: pH: Range from 5.8 to 7.6, which indicates variations from slightly acidic to neutral; Organic Matter (Mo): high in general, with values between 4.0% and 7.1%, which is positive for soil fertility; Nutrients (N, P, K, Ca, Mg): with levels that vary between the plots, but in general there is a good availability of essential nutrients and they contribute to soil quality. In the analysis of the wetness of the leaf litter, 63 % moisture was reached and its production was estimated at 28,489 t/ha (twenty-eight tons + 489 Kg per hectare). As for the water quality, according to the Water Quality Index, it obtained a WQI of 69.15, considered to be of good quality. Although the results generally indicate good conservation of the area, as it is a region close to cities, hydrological monitoring is necessary to mitigate possible environmental problems.

Keywords: Riparian forest; Hydrological characterization; Huallaga River.

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|---|---------------|
| Figura 1 - Diagrama de representação dos temas abordados nos capítulos desta tese | 14 |
| Figura 2 - Mapa base da área da bacia hidrográfica do rio Huallaga, Peru | 21 |
| Figura 3 - Localização do Parque Nacional Tingo Maria (PNTM) e da cidade com o mesmo nome. | 39 |
| Figura 4 - Localização das parcelas de pesquisa, Zona de amortecimento do PNTM, Peru. | 41 |
| Figura 5 - Vista lateral do PNTM e do Rio Huallaga, Tingo Maria, Peru. | 42 |
| Figura 6 - Cartaz do Parque Nacional Tingo Maria e mata ciliar del Rio Huallaga. | 42 |
| Figura 7 - Pluviômetros usados nas parcelas, Tingo Maria, Peru. | 44 |
| Figura 8 - Esboço da instalação de pluviômetros internos em cada parcela na mata ciliar do rio Hallaga, Parque Nacional Tingo Maria, 2024. | 44 |
| Figura 9 - Pluviômetros utilizados para medir a precipitação interna na mata ciliar do rio Huallaga - PNTM. 2023-2024. | 45 |
| Figura 10 - Inventário florestal na mata ciliar do rio Huallaga-PNTM, Tingo Maria, Peru, 2024..... | 46 |
| Figura 11 - Extração de amostras de solos na mata ciliar do Rio Huallaga-PNTM, 2024..... | 47 |
| Figura 12 - Extração de amostras de serapilheira na mata ciliar do Rio Huallaga – PNTM, Tingo Maria, Peru, 2024. | 49 |
| Figura 13 - Estimativa da precipitação interna (mm) em função da precipitação aberta (mm). | 50 |
| Figura 14 - Amostras de serapilheiraextraídas das parcelas no PNTM, Tingo Maria, Peru.. | 66 |

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|--|---------------|
| Tabela 1 - Localização geográfica da bacia Rio Huallaga, Peru. | 22 |
| Tabela 2 - Parâmetros morfométricos das sub-bacias do rio Huallaga, Peru | 23 |
| Tabela 3 - Sistemas Ecológicos na Bacia do Rio Huallaga, Peru | 24 |
| Tabela 4 - Coordenadas da localização das parcelas no PNTM, Tingo Maria, Peru. | 43 |
| Tabela 5 - Precipitação aberta (Pa), Precipitação interna (Pi) por parcela e média, Porcentagem de precipitação interna de Pa (Pi%), no período de setembro de 2023 a abril de 2024, na mata ciliar do rio Huallaga, Tingo Maria, Peru. | 50 |
| Tabela 6 - Número de indivíduos, família e espécies encontrados no inventário das parcelas de precipitação interna da Mata ciliar do rio Huallaga, Tingo Maria, Peru, 2024.. | 53 |
| Tabela 7 - Densidade Relativa (DeR), Dominância Relativa (DoR), Frequência Relativa (FrR) Índice de valor de Importância (IVI) Índice de valor de Cobertura (VC%) das espécies encontradas nas três parcelas do PNTM, Tingo Maria, Peru, 2024. | 54 |
| Tabela 8 - Discriminação de espécies por Família, encontradas nas três parcelas do PNTM, Tingo Maria, Peru, 2024. | 55 |
| Tabela 9 - Propriedade física de amostras de solo da mata ciliar do rio Hallaga, PNTM, Tingo Maria, Peru, fevereiro de 2024. | 56 |
| Tabela 10 - Propriedades químicas de amostras de solo da mata ciliar do rio Huallaga, PNTM, Tingo Maria, Peru, fevereiro de 2024. | 58 |
| Tabela 11 - Resultados da análise da qualidade da água do Rio Huallaga, adjacentes a mata ciliar, no PNTM. Água efluentes. Parcela 2 (Brisas) y 3 (Tres de Maio).. | 59 |
| Tabela 12 - Produção de serapilheira, acumulada em o solo da floresta ribeirinha do rio Huallaga, PNTM, Tingo Maria, Peru, fevereiro de 2024. | 65 |

SUMÁRIO

| | Página |
|--|-----------|
| CAPÍTULO I | 11 |
| 1 INTRODUÇÃO GERAL | 11 |
| 2. OBJETIVOS | 13 |
| 2.1. Objetivo geral | 13 |
| 2.2 Objetivos específicos | 13 |
| 3 ESTRUTURA DA TESE | 13 |
| REFERÊNCIAS | 15 |
| CAPÍTULO II - BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO HUALLAGA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DA REDE HIDROGRÁFICA E SEUS FATORES AMBIENTAIS | 16 |
| RESUMO | 16 |
| 1 INTRODUÇÃO | 17 |
| 2 JUSTIFICATIVA | 18 |
| 3 OBJETIVOS | 19 |
| 3.1 Objetivos gerais | 19 |
| 3.2 Objetivos específicos | 19 |
| 4 METODOLOGIA | 19 |
| 5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 20 |
| 5 CONCLUSÕES | 31 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 33 |
| CAPÍTULO III - CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA FLORESTA RIBEIRINHA DO RIO HUALLAGA, NA ZONA DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NACIONAL TINGO MARIA, PERU | 36 |
| 1 INTRODUÇÃO | 36 |
| 2 JUSTIFICATIVA | 38 |
| 3 OBJETIVOS | 38 |
| 3.1 Objetivo geral | 38 |
| 3.2 Objetivos específicos | 38 |
| 4 HIPÓTESE | 39 |
| 5 MATERIAL E MÉTODOS | 39 |
| 5.1 Localização Geográfica do PNTM | 39 |
| 5.2 Localização da pesquisa | 39 |
| 5.3 Avaliação dos parâmetros hidrológicos | 43 |
| 5.3.1 Precipitação pluvial | 43 |
| 5.3.2 Inventário florestal..... | 45 |
| 5.3.3 Análise do solo..... | 46 |
| 5.3.4 Análise da água | 47 |
| 5.3.5 Análise de serapilheira..... | 48 |
| 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 49 |
| 6.1 Precipitação pluvial | 49 |
| 6.2 Inventário florestal | 52 |
| 6.3 Análise do solo | 56 |
| 6.3.1 Propriedades físicas do solo | 56 |
| 6.3.2 Propriedades químicas | 58 |
| 6.4 Qualidade da água do rio Huallaga | 59 |
| 6.5 Análise da Serapilheira | 64 |
| 7 CONCLUSÕES | 66 |
| 8 RECOMENDAÇÕES | 67 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 69 |
| CAPÍTULO IV - CONCLUSÕES GERAIS | 73 |

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO GERAL

As florestas tropicais desempenham um papel importante no mundo. Eles fornecem recursos naturais, armazenam uma biodiversidade extraordinária, regulam climas (globais e regionais) e contêm grandes estoques de carbono ([MACKEY et al., 2020](#)), que são importantes para o controle do efeito estufa. Além disso, as florestas são ecossistemas que contribuem para a produção e regulação de bacias hidrográficas em todo o território ([MARÍN, 2023](#)).

As florestas retêm uma grande quantidade de água que flui para as partes inferiores das bacias e é destinada, no caso das bacias superiores e médias, ao uso industrial, agrícola e populacional. Assim, observa-se a importância da conservação e das boas práticas no uso das terras florestais para o aproveitamento de seus recursos hídricos. O impacto da remoção da cobertura vegetal na hidrologia florestal reflete-se na variação dos parâmetros hidrológicos, por exemplo, o fluxo produzido dentro da bacia ([SANTANA, 2003](#)). Na ausência de vegetação que absorva água da precipitação ou cobertura de nuvens das florestas, uma grande porcentagem da precipitação é expressa como escoamento superficial ([CARRION, 2018](#)).

O Peru é um país com uma vasta extensão de florestas tropicais, incluindo parte da Amazônia. As estimativas exatas do total de hectares de florestas no Peru podem variar dependendo das fontes e critérios usados para medição. De acordo com dados do [GLOBAL FOREST WATCH \(2024\)](#), plataforma que monitora a cobertura florestal global, em 2020, o Peru tinha aproximadamente 73,8 milhões de hectares de cobertura florestal, incluindo florestas primárias e secundárias. Em 2019, o desmatamento na região amazônica peruana foi uma grande preocupação. Várias fontes apontaram para um aumento do desmatamento em comparação com os anos anteriores. Essas florestas estão em constante perigo de desmatamento devido a diferentes atividades, como o garimpo ilegal e o aumento das atividades agrícolas e pecuárias. Os números do desmatamento para o primeiro semestre de 2018 indicaram a perda de 23.204,16 há de florestas amazônicas, principalmente nos departamentos de Loreto (5.492,16 hectares perdidos), Madre de Dios (4.308,57 ha), San Martín (3.093,39 ha) e Ucayali (3.670,29 ha) ([ANDINA, 2018](#)).

Da mesma forma, ocorrem mudanças nas características do solo, como sua capacidade de infiltração e retenção de água. Os impactos são observados em épocas de baixa vazante, já que não há recarga hídrica para abastecer as bacias, e durante períodos de cheias, onde a vazão aumenta consideravelmente, perdendo sua capacidade de regular a água. É necessária uma avaliação dos recursos hídricos por meio de caracterização morfométrica que envolva a execução de medidas lineares, de área e gradiente, a fim de obter uma descrição quantitativa do sistema de drenagem e seu entorno (SINGH et al., 2013; SONI, 2017). Além disso, são necessários planos de desenvolvimento e gestão para que o ecossistema sobreviva e continue a fornecer bens e serviços essenciais às comunidades locais. O uso ideal e sustentável dos recursos de água doce também é necessário em novas abordagens para a gestão da água e das bacias hidrográficas.

A caracterização hidrológica da floresta tropical peruana é essencial para entender a importância desse ecossistema no ciclo da água e na provisão de recursos hídricos para a região amazônica. Dentre as principais características físicas das bacias hidrográficas, destacam-se como as mais influentes no comportamento hidrológico: forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo e tipo de cobertura vegetal (SANTOS et al., 2018; NEGRI; FILL, 2023).

O Rio Huallaga é um dos rios mais importantes da Amazônia peruana e está localizada na encosta oriental dos Andes peruanos. No entanto, o rio Huallaga enfrentou desafios ambientais, como desmatamento, mineração ilegal, poluição por resíduos industriais e sedimentação causada pelo desmatamento e pela atividade agrícola.

Assim, este trabalho de tese teve por objetivo avaliar um trecho da bacia do rio Huallaga até a cidade de Tingo Maria (Huánuco, Peru) a partir da hidrologia das florestas. A avaliação foi realizada quantificando a variação nos parâmetros hidrológicos: precipitação em aberto, precipitação interna, escoamento superficial pelo tronco, precipitação efetiva gerada dentro da bacia. Além disso, foram enfocadas a mata ciliar do rio Huallaga e, que servirá de referência como floresta natural, avaliando seus aspectos hidrológicos, inventário florestal e atributos do solo, para compará-la com outras áreas da mata ciliar que foram degradadas pelos efeitos da contaminação por resíduos sólidos e outros.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Desenvolver a caracterização hidrológica da mata ciliar do rio Huallaga, adjacente ao Parque Nacional Tingo Maria, com base em pesquisas sobre processos hidrológicos, reconhecimento de características edáficas e cobertura vegetal.

2.2 Objetivos específicos

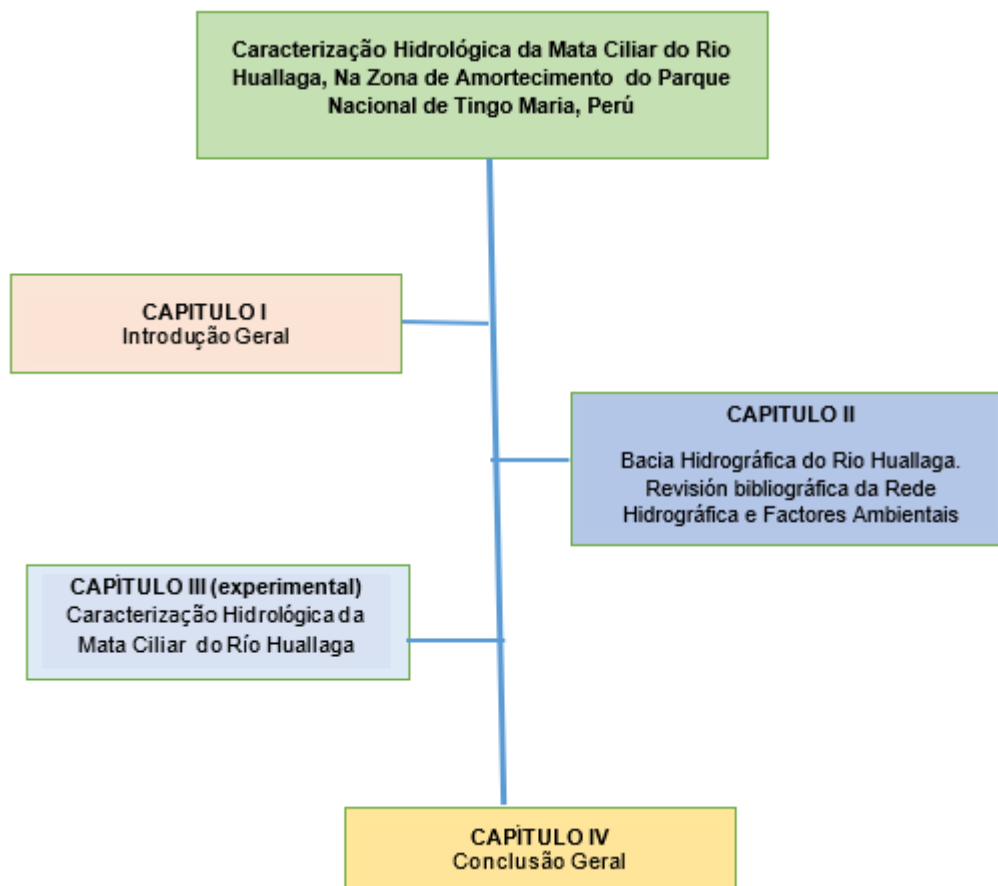
- Estabelecer três parcelas internas de monitoramento de chuvas na zona de amortecimento no Parque Nacional Tingo Maria, durante um período de oito meses.
- Desenvolver a caracterização hidrológica por meio dos parâmetros: precipitação em aberto, precipitação interna, serrapilheira.
- Realizar o inventário florestal das três parcelas.
- Estudar os atributos do solo das três parcelas para compará-los entre si.

3 ESTRUTURA DA TESE

Esta tese é apresentada de acordo com o formato do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal de Viçosa (UFV). A estrutura está na forma de capítulos (Figura 1) e alguns foram preparados para publicação.

- Capítulo 1 apresenta uma introdução geral, os objetivos e a estrutura desta tese.
- Capítulo 2 apresenta a metodologia e a revisão bibliográfica sobre a Bacia do Rio Huallaga e discute os diferentes temas relacionados à rede fluvial e aos fatores ambientais.
- Capítulo 3 apresenta os resultados experimentais da tese que aborda a caracterização hidrológica das florestas ribeirinhas do rio Huallaga (Huánuco, Peru).
- Por fim, no Capítulo 4 apresentamos brevemente as principais conclusões do trabalho de tese.

Figura 1 - Diagrama de representação dos temas abordados nos capítulos desta tese



REFERÊNCIAS

ANDINA. **A Amazônia perde 23.000 hectares de florestas no primeiro semestre de 2018**. Andino: Agência Peruana de Notícias 2018.

CARRION, S. Y. M. **Avaliação da inter-bacia do Alto Huallaga fazendo uso da hidrologia florestal**. Faculdade de Ciências e Engenharia, Pontifícia Universidade Católica do Peru, 2018. 121 p.

MACKEY, B. et al. Understanding the importance of primary tropical forest protection as a mitigation strategy. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v. 25, n. 5, p. 763-787. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11027-019-09891-4>>. Acesso: 14 mar. 2024. doi: 10.1007/s11027-019-09891-4.

MARÍN, M. A. Caminho percorrido pelo Sistema Nacional de Áreas de Conservação (SINAC) na gestão do uso de bacias hidrográficas e sistemas hídricos. *Revista Trimestral de Notícias Ambientais*, n. 286, p. 40-47, 2023. Disponível em: <www.ambientico.una.ac.cr>. Acesso em: 14 mar.

NEGRI, R.; FILL, H. Physical characterization of fourteen Brazilian hydrographic basins: proposition of the indicator of the average slope of the rivers and the coefficient of susceptibility to floods. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 28, p. 1-13, 2023. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S1413-415220220194>>. Acessado: 15 de março de 2024. doi: 10.1590/S1413-415220220194.

SANTANA, D. P. Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Sete Lagoas, MG. 30: 1-62 p. 2003.

SANTOS, G. O. et al. Morphometric characterization of hydrographic bodies inserted in the Municipality of Rio Verde, Goiás, as a tool for urban and agricultural planning. *Geografia, Ensino & Pesquisa*, v. 22, n.e. 17, p. 1-13, 2018. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.5902/2236499426572>>. Acesso: 13 mar. 2024. Doi: 10.5902/2236499426572.

SINGH, P. et al. Morphometric analysis of Morar River Basin, Madhya Pradesh, India, using remote sensing and GIS techniques. *Environmental Earth Sciences*, v. 68, n. 7, p. 1967-1977, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12665-012-1884-8>>. Acesso em: 13 mar. 2024. Doi: 10.1007/s12665-012-1884-8.

SONI, S. Assessment of morphometric characteristics of Chakrar watershed in Madhya Pradesh India using geospatial technique. *Applied Water Science*, v. 7, n. 5, p. 2089-2102, 2017. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1007/s13201-016-0395-2>>. Acesso: 11 mar. 2024. doi: 10.1007/s13201-016-0395-2.

GLOBAL FOREST WATCH. **Monitoreo de bosques diseñado para la acción**. 2024.

CAPÍTULO II - BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO HUALLAGA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DA REDE HIDROGRÁFICA E SEUS FATORES AMBIENTAIS

RESUMO

Neste capítulo da revisão bibliográfica da rede hidrográfica e fatores ambientais da bacia do rio Huallaga, foi considerada a metodologia para compilar, avaliar e sintetizar todas as evidências disponíveis sobre a bacia em estudo. Nesta revisão, observa-se a complexidade e as nuances dos resultados, o que permite, ao final, uma reflexão sobre os pontos fortes e fracos do estudo. O Peru, segundo [Serfor \(2015\)](#), possui aproximadamente 73 milhões de hectares de florestas, dos quais 90% pertencem às florestas de selva alta e baixa, localizadas na Amazônia. Essas florestas estão constantemente em risco de desmatamento por vários motivos, como mineração ilegal, aumento das atividades agrícolas e pecuária. De acordo com relatórios do [\(PNCBMCC, 2018\)](#), o desmatamento no primeiro semestre deste ano indica a perda de 23.204,16 hectares de florestas amazônicas, com foco nos departamentos de Loreto, com 5.492,16 ha perdidos, Madre de Dios, 4.308,57 ha, Ucayali, 3.670,29 ha, e San Martín, 3.093,39 ha. O ecossistema florestal contribui para a produção e regulação da água em bacias hidrográficas em todo o território. Eles retêm uma grande quantidade de água que flui para as partes inferiores das bacias e é destinada, no caso das bacias superiores e médias, ao uso industrial, agrícola e populacional. Assim, percebe-se a importância da conservação e das boas práticas no manejo das terras florestais para o uso de seus recursos hídricos. A remoção da cobertura vegetal tem impacto na hidrologia florestal, refletida na variação de parâmetros hidrológicos, como a variação na vazão do rio, que ocorre dentro da bacia. Devido à falta de cobertura vegetal para absorver a água da chuva ou a cobertura de nuvens nas florestas, uma alta porcentagem dessa precipitação se manifesta como escoamento superficial. Há também mudanças nas características do solo, como a capacidade de se infiltrar e reter água. Os impactos são observados durante os baixos níveis de água, quando não há recarga hídrica para abastecer as bacias, e durante os períodos de cheias, quando a vazão aumenta acentuadamente, perdendo sua capacidade de regulação hídrica. Mudanças na cobertura da terra também levam à degradação da paisagem e, muitas vezes, à perda da beleza cênica, contribuindo para o surgimento de conflitos pelo uso da água com o crescimento populacional. Todos esses aspectos deram origem à necessidade de gestão dos recursos hídricos, de modo que os usuários da água agora desempenham um papel importante na gestão dos recursos hídricos. As atividades de proteção de nascentes são muito importantes para promover melhorias na qualidade da água, exigindo a extensão e distribuição de nascentes protegidas. Essas atividades de proteção são ações conjuntas com outras práticas para favorecer a infiltração de água no solo, melhor se forem instaladas plantas de viveiros controlados, para garantir a produção e gestão integrada da água em quantidade e qualidade na bacia.

Palavras-chave: Rio Huallaga; Bacia hidrográfica; Revisão bibliográfica; Fatores ambientais.

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo descreve a revisão bibliográfica da rede hidrográfica da bacia do rio Huallaga no Peru e os fatores ambientais que correspondem à bacia, respondendo à questão de pesquisa: Qual a distribuição espacial e temporal dos corpos d'água, fluxos e características físicas da rede hidrográfica da bacia do rio Huallaga no Peru? O autor desta pesquisa foi motivado pela necessidade de compreender a dinâmica da água e sua distribuição espacial, como trabalho preliminar para desenvolver a pesquisa principal sobre a caracterização hidrológica da floresta ribeirinha do rio Huallaga na zona de amortecimento do Parque Nacional Tingo Maria.

O rio Huallaga nasce no departamento de Pasco, a 4.710 m acima do nível do mar ao sul da cordilheira Raura, na lagoa Huascocha. Ao longo de seus 1.389 km, atravessa várias regiões geográficas de diferentes gradientes altitudinais; Na bacia superior, o rio flui através de flancos rochosos e um canal estreito; na bacia média, atravessa vales mais largos, até o Pongo de Aguirre, e depois, na bacia inferior, atravessa a planície amazônica, desaguando no rio Marañón na margem direita (CARRANZA, 2011).

O rio Huallaga forma um extenso vale de selva alta entre Huánuco e San Martín, que passou por um notável desenvolvimento agrícola. Seus principais afluentes, localizados na margem esquerda, incluem o rio Monzón, que corre perto de Tingo Maria, bem como o rio Chontayacu, o rio Tocache, o rio Huallabamba, o rio Saposoa, o rio Sisa e o rio Mayo, sendo este último o mais relevante, formando vales extensos e significativos (SENAMHI, 2015).

Nos últimos tempos, diversos fatores, como mudanças climáticas, aumento da poluição e crescimento urbano descontrolado, têm afetado a qualidade e a quantidade da água disponível (SANTOS et al., 2010). Portanto, Pirani e Mousavi (2016) apontam que o planejamento adequado do uso da terra é urgente para gerar infiltração e reduzir o escoamento superficial.

A bacia do rio Huallaga desempenha um papel fundamental em múltiplos aspectos ambientais, socioeconômicos e ecológicos da região de Huánuco, Peru, bem como em áreas adjacentes. Esta bacia, no aspecto ambiental, é fundamental porque abriga uma grande diversidade de ecossistemas, que vão desde florestas tropicais até charnecas de alta montanha. Os ecossistemas são vitais para a conservação da biodiversidade, sendo o lar de inúmeras espécies endêmicas de flora e fauna e outras

em perigo de extinção. Da mesma forma, a bacia desempenha um papel importante na regulação hídrica regional, contribuindo para a recarga do aquífero, mitigação de inundações e estabilização do clima local e regional (PEREZ et al., 2020).

Do lado socioeconômico, a bacia do rio Huallaga é uma importante fonte de recursos naturais, que sustenta a vida e o sustento das comunidades locais. Os recursos hídricos da bacia são vitais para o desenvolvimento agrícola, pecuário e outras atividades econômicas da região. Da mesma forma, o rio Huallaga e seus afluentes são importantes rotas de transporte fluvial, facilitando o comércio e a comunicação entre comunidades remotas e cidades próximas (MARTINEZ, et al., 2019).

No aspecto ecológico, a bacia do rio Huallaga é um ecossistema vital para a conectividade biológica entre os Andes e a Amazônia, permitindo o fluxo de espécies e genes entre os dois biomas. Isso contribui para a resiliência dos ecossistemas às mudanças climáticas e ao desmatamento. Da mesma forma, as florestas da bacia atuam como sumidouros de carbono, ajudando a mitigar as mudanças climáticas ao absorver e armazenar grandes quantidades de CO₂ atmosférico (SANCHEZ et al., 2018).

Em resumo, a bacia do rio Huallaga desempenha um papel crítico na prestação de serviços ecossistêmicos, na subsistência das comunidades locais e na conservação da biodiversidade na região de Huánuco, no Peru. Sua proteção e gestão sustentável são essenciais para garantir o bem-estar humano e a saúde dos ecossistemas no presente e no futuro.

2 JUSTIFICATIVA

A revisão bibliográfica da rede hidrográfica da bacia do rio Huallaga é importante e justificada, a fim de compreender a dinâmica da água na bacia e sua distribuição espacial, como um trabalho preliminar para desenvolver a pesquisa principal descrita no capítulo seguinte, sobre a caracterização hidrológica da floresta ribeirinha do rio Huallaga na zona de amortecimento do Parque Nacional Tingo Maria.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivos gerais

Desenvolver uma revisão bibliográfica qualitativa e quantitativa das características hidrológicas e ambientais da bacia hidrográfica do rio Huallaga.

3.2 Objetivos específicos

- Analisar as características hidrológicas da Bacia do Rio Huallaga.
- Avaliar os parâmetros morfométricos da Bacia.
- Avaliar a qualidade da água no setor de pesquisa da bacia.
- Identificar a dinâmica ambiental nos ecossistemas ribeirinhos da bacia.

4 METODOLOGIA

A revisão bibliográfica foi feita por meio de uma busca de artigos indexados em diversas bases de dados, incluindo Scopus, Scielo, Science Direct, Google Scholar, Repositório Universitário, revistas, boletins informativos etc., utilizando palavras-chave como Rio Huallaga, Bacia Hidrográfica, características ambientais. No processo de revisão da bibliografia, observou-se que nas bases de dados mais exigentes e mundialmente conhecidas, não há informações abundantes, mas, em nível nacional e local, há informações relevantes de estudos e pesquisas sobre o assunto, especialmente no que diz respeito aos fatores ambientais envolvidos na rede da bacia hidrográfica do rio Huallaga.

Foram avaliados e definidos os parâmetros morfológicos que melhor explicam a variação nas sub-bacias do rio Huallaga: bacias superiores, médias e baixas. Da mesma forma, foi avaliada a qualidade da água que chega à cidade de Tingo Maria e determinada a ocupação que compromete a qualidade da água, levando em consideração os respectivos parâmetros de qualidade.

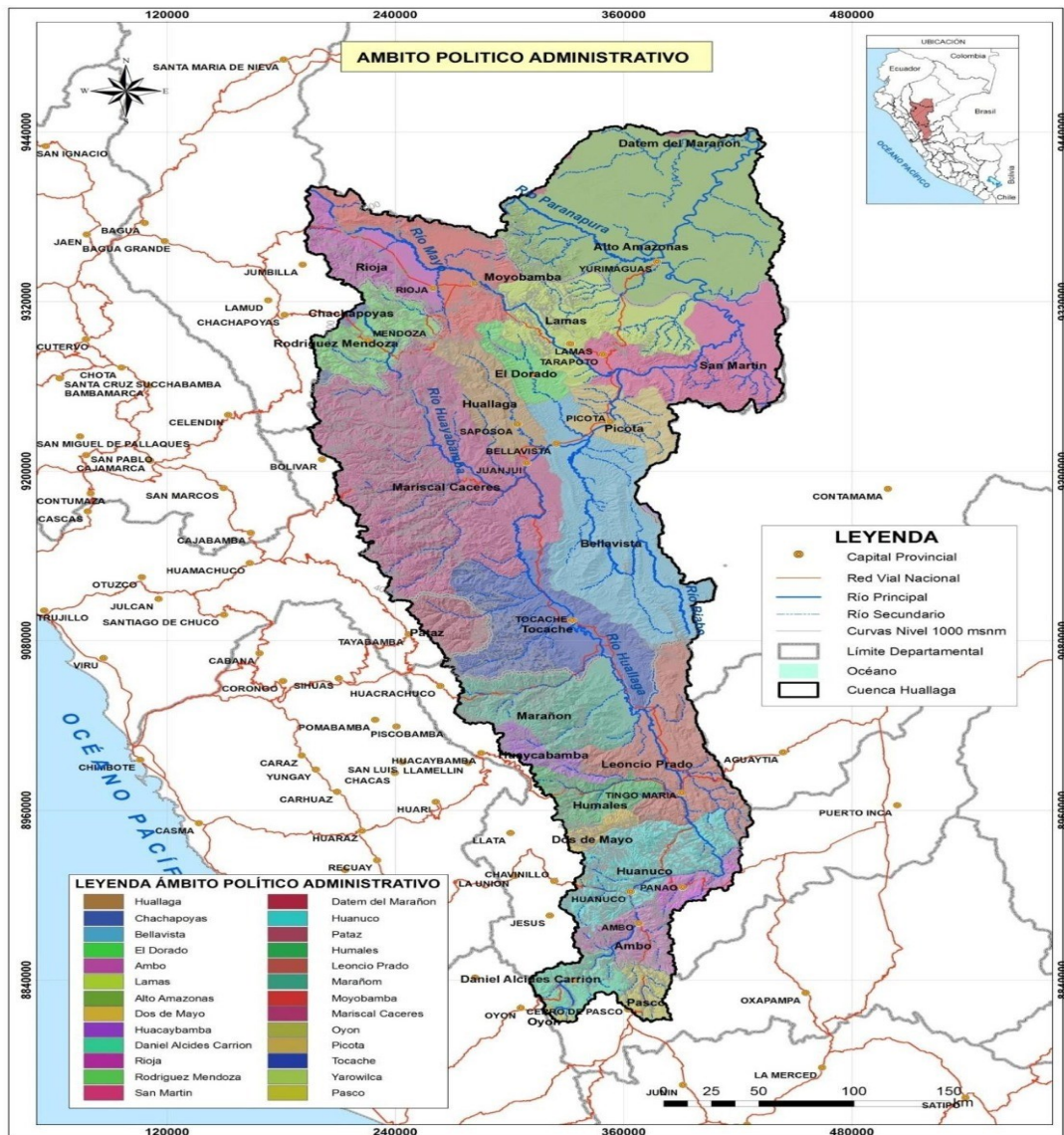
Grande parte do território peruano não teve suas superfícies monitoradas, embora algumas tenham sido rigorosamente relatadas, destacando a necessidade de mais pesquisas para abordar as questões importantes.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A bacia hidrográfica do rio Huallaga está localizada na região amazônica do Peru e possui uma área considerável que abrange vários departamentos, incluindo Pasco, Huánuco, San Martín e Loreto. Esta bacia é uma das principais bacias hidrográficas do país, com uma área aproximada de 108.000 km² que contribui significativamente para o sistema hidrográfico do rio Amazonas. O rio que dá origem a esta bacia é o rio Huallaga, que nasce nas terras altas do departamento de Pasco, é um dos principais afluentes do rio Marañón e este, por sua vez, mais a jusante, junta-se ao rio Ucayali, formando o grande rio Amazonas. A bacia de Huallaga é caracterizada por sua grande diversidade biológica, incluindo áreas como altas montanhas, selvas altas e selvas baixas. (ANA, 2015)

A localização da bacia hidrográfica é mostrada na Figura 2, que é o mapa de base da bacia hidrográfica.

Figura 2 - Mapa base da área da bacia hidrográfica do rio Huallaga, Peru



Fonte: adaptado da Administração Nacional da Água. Peru. ANA (2015).

As coordenadas da bacia hidrográfica estão indicadas na área da Tabela 1.

Tabela 1 - Localização geográfica da bacia Rio Huallaga, Peru.

| Sistemas | Datum | Componentes | Valor | |
|-------------------------|------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| | | | Minimo | Maximo |
| Coordenadas Geográficas | Horizontal WGS 1984 | Longitude Oeste | 76° 12' | 78° 30' |
| | | Latitude Sur | 5° 2' | 10° 53' |
| Coordenadas UTM Zona 18 | Horizontal WGS 1984 | Metros Este | 192 126 | 444846 |
| | | Metros Norte | 8 809 682 | 9 445 620 |
| Altitude | Vertical Nivel medio del Mar | msnm | 130 | 4500 |

Fonte: ANA (2015).

O rio Huallaga nasce na região andina, na província de Lauricocha, departamento de Pasco, e flui para o norte até desaguar no rio Marañón, um dos principais afluentes do Amazonas. (INEI. 2007).

Na parte ocidental da bacia, faz fronteira com a Cordilheira dos Andes e tem uma topografia muito acidentada com alturas acima de 5.500 m acima do nível do mar na Cordilheira de Raura. A leste, há uma área de amplos vales com terraços escalonados formados pelo rio Huallaga e seus afluentes. No limite leste está localizado um relevo chamado "Cordilheira Azul", com cumes de até 3.000 m acima do nível do mar. A área nordeste não é muito acidentada e corresponde à selva baixa. (INEI. 2007).

O rio Huallaga é um importante recurso hídrico que percorre aproximadamente 1.138 km desde sua nascente na Cordilheira dos Andes, no departamento de Pasco, até sua confluência com o rio Marañón. Seu curso percorre várias regiões ecológicas, incluindo a selva alta e a planície amazônica, o que contribui para sua diversidade biológica e ambiental. O rio Huallaga é uma importante via de comunicação e transporte para as populações ribeirinhas. Os principais afluentes do rio Huallaga são os rios Monzón, Tulumayo, Mayo e Tocache, que desempenham um papel crucial na alimentação do fluxo do Huallaga e na sustentação dos ecossistemas locais, fornecendo água para a agricultura e o consumo humano. As águas dos rios Monzón e Tulumayo são fundamentais para a produção agrícola na área de Tingo Maria. O rio Mayo se junta ao rio Huallaga próximo à cidade de Tarapoto e é essencial na região por sua contribuição de recursos hídricos e naturais (GARCIA; GUERRA, 2001).

A dinâmica do rio Huallaga é explicada por suas características geológicas e climáticas. A Cordilheira dos Andes define que no setor médio e alto, os rios são torrenciais e carregam um alto teor de material arrancado das margens. A vazão média do rio Huallaga é de 2.969,5 m³/s. Para a análise de sua dinâmica, foram

considerados os dados registrados na estação Chazuta, que fornece medições a cada quatro horas (às 6, 10, 14 e 18 horas), expressas tanto em metros quanto em metros acima do nível do mar (ANA, 2019).

O rio Huallaga, localizado como principal afluente do rio Marañón em sua margem direita, tem sua origem no departamento de Pasco, especificamente ao sul da cordilheira Raura, no Lago Huascacocha, a uma altitude de 4.710 m acima do nível do mar. Sua extensão é de aproximadamente 1.389 km, atravessando várias regiões geográficas. (CARRANZA, 2011)

A bacia do rio Huallaga é dividida em três sub-bacias principais: Alto Huallaga, Médio Huallaga e Baixo Huallaga. Com um total de 108.000 km², apresenta uma grande diversidade topográfica e um regime hidrológico que varia de acordo com as estações do ano. A inclinação média do rio é de 0,6%, com um coeficiente de compactação de 1,3, indicando uma forma relativamente alongada. (INRENA, 2005)

A Tabela 2 descreve os parâmetros morfométricos das sub-bacias do rio Huallaga

Tabela 2 - Parâmetros morfométricos das sub-bacias do rio Huallaga, Peru

| Sub-bacias | Superfície | Comprimento do Rio | Gradiente Médio | Coefficiente de compactidade | Avaliação qualitativa |
|----------------|--------------------------|--------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------|
| Alto Huallaga | 15,000 km ² | 300 km | 0.8% | 1.2 | Desenvolvimento compacto |
| Médio Huallaga | 12,500 km ² ; | 250 km | 0.6%; | 1.3 | Moderadamente compacto |
| Baixo Huallaga | 10,000 km ² ; | 220 km | 0.4%; | 1.4 | Declive leve |

Fonte: dados da pesquisa.

Topograficamente, a bacia do rio Huallaga tem declives máximos, com vales e ravinas dos afluentes da Cordilheira Oriental. A geologia da bacia é muito complexa. Na Cordilheira Oriental estão localizadas as sub-bacias do Alto Huallaga e Huayabamba, na maior parte de sua extensão, a partir dela afloram principalmente rochas metassedimentares do Paleozóico inferior, incluindo o Complexo Marañón. Na Zona Subandina estão localizadas as sub-bacias de Mayo, Médio-Alto Huallaga, Médio Huallaga e Biabo, e parcialmente a bacia oriental de Huayabamba. A Planície Amazônica faz parte deste domínio das sub-bacias do Médio-Baixo Huallaga, Baixo

Huallaga e Parapapura. A Planície Amazônica é caracterizada por um relevo suave, onde predominam materiais sedimentares de origem continental. No que diz respeito à Classificação dos Solos, grande parte da superfície da bacia é constituída por leptossolos.(INRENA. 2005).

Na bacia do rio Huallaga, é possível distinguir 22 zonas de vida, que determinam sua configuração geomorfológica e correspondem a 11 sistemas ecológicos, conforme mostrado na Tabela 3:

Tabela 3 - Sistemas Ecológicos na Bacia do Rio Huallaga, Peru

| Nº | Descrição | Área | % |
|----|----------------------|-----------------|--------------|
| 1 | Floresta úmida | 29 713,8 | 33,2 |
| 2 | Floresta muito úmida | 26 380,5 | 29,5 |
| 3 | Floresta pluvial | 21 567,2 | 24,1 |
| 4 | Bosque seco | 5 294,3 | 5,9 |
| 5 | Estepe | 23,2 | 0,0 |
| 6 | Estepe espinhosa | 226,3 | 0,3 |
| 7 | Monte espinhoso | 150,9 | 0,2 |
| 8 | Nival | 40,0 | 0,0 |
| 9 | Charneca muito úmida | 826,1 | 0,9 |
| 10 | Charneca chuvosa | 4 940,2 | 5,5 |
| 11 | Tundra pluvial | 253,4 | 0,3 |
| | Total | 8 9416,0 | 100,0 |

Fonte: ANA (2015).

A bacia do rio Huallaga tem um clima variado devido à sua extensão e diversidade geográfica. Na região andina, o clima é temperado e úmido, com precipitação anual que pode ultrapassar 1.500 mm. Na região amazônica, o clima é tropical úmido, com chuvas intensas e frequentes que podem chegar a até 3.000 mm por ano. A estação chuvosa vai principalmente de novembro a abril, enquanto os meses de maio a outubro são relativamente mais secos. (SENAMHI. 2015).

Em relação à Capacidade de Maior Aproveitamento dos solos, 34,9% são solos de proteção florestal, com baixa qualidade agrológica, que se localizam na parte baixa da bacia, e 26,1% são áridos, desérticos ou semidesérticos com solos improdutivos de origem eólica; na área baixa da bacia, predominam os fluvisolos e gêissolos associados a cursos fluviais e áreas inundáveis ou pantanosas. Da mesma forma, 13,7% dos solos da bacia correspondem a regossolos distrícos e eútricos combinados com Cambissolos e distribuídos em áreas montanhosas da bacia, o que impede o uso integral de suas capacidades agrícolas, devido às encostas íngremes em que se desenvolvem. (MINAGRI, 2012).

As utilizações atuais do solo são divididos na bacia de Huallaga, em pântanos, áreas agrícolas, áreas de pastagens/arbustos, montanhas cobertas de neve e corpos d'água. Nesse sentido, as zonas úmidas constituem a área majoritária da bacia (mais de 60% da superfície total da bacia), essas áreas estão atualmente inexploradas por serem áreas com condições insalubres. Segue-se a área agrícola, com apenas 20% e as áreas de prados e arbustos (cerca de 15%) que não têm usos produtivos significativos. Finalmente, como resultado da análise da Cobertura Vegetal, a vegetação da bacia do rio Huallaga é caracterizada por ser exuberante, característica da selva em sua parte inferior e das montanhas em sua parte superior. 85% da cobertura vegetal que compõe a bacia do rio Huallaga é floresta úmida, 9% é pastagem e apenas 1% da cobertura vegetal corresponde à agricultura. Em porcentagens muito pequenas, também existem arbustos, aguajales e geleiras. O uso do solo na bacia do rio Huallaga sofreu mudanças significativas devido à expansão da agricultura, pecuária e urbanização. O desmatamento e a conversão de terras florestais em plantações e pastagens são as principais causas dessas mudanças. (ARMAS; CHAVEZ, 2017).

A bacia de Huallaga tem uma população total de 1.721.151 habitantes, distribuídos principalmente nos departamentos de San Martín (48,9%) e Huánuco (34,0%). O percentual restante está distribuído entre os departamentos de Pasco (7,6%), Loreto (7,0%), Amazonas (2,2%) e La Libertad (0,3%). A porcentagem média da população da bacia com algum tipo de plano de saúde é de 45,04%. As menores porcentagens de afiliação são encontradas nas províncias de Daniel Alcides Carrión, Pataz e Bellavista. (ARMAS; CHAVEZ, 2017).

A porcentagem de População Económica Ativa (PEA), seis anos ou mais na bacia de Huallaga é de 41,5%, dos quais 40,0% representam o PEA empregado, enquanto 1,5% é composto pelo PAE desocupado. 58,5% é composto pelo Não-PEA. Em média, 55,1% da população encontra-se em situação de pobreza, sendo que parte desta percentagem (27,1%) é a dos que se encontram em situação de extrema pobreza. A província com maior percentual de pobreza é Pachitea com 80,2%, sendo a sexta mais pobre do país. As províncias de Pataz, Huacaybamba, Marañón, Huamalíes, Dos de Mayo e Yarowilca também se destacam entre as 40 mais pobres do país. (ANA, 2015)

Na bacia do Rio Huallaga, entre as principais atividades econômicas, destaca-se a atividade agrícola, gerando emprego rural, seguida pelo comércio, que constitui 12,7% e 15,9% nos departamentos de San Martín e Huánuco, respectivamente,

apresentando um maior crescimento na última década. A manufatura é a terceira atividade mais importante na bacia de Huallaga, caracterizada pela industrialização de produtos como óleo, banha e sabão de dendê, palmito enlatado, charutos para exportação, madeira serrada, óleo de sacha inchi no departamento de San Martín e produtos como cacau no departamento de Huánuco. (MINAGRI, 2012)

Os principais cultivos entre transitório e permanente no vale do rio Huallaga estão: cacau (23,8%); café (18,3%); dendê (6,6%); milho amarelo duro (5,6%) e arroz (4,2%), entre outros. Na produção pecuária, existem bovinos, suínos, equinos e outros em média e extensiva criação, devido à falta de disponibilidade de terras para esta atividade. (ANA, 2015)

Entre as principais atrações turísticas da bacia estão: o Complexo Arqueológico de Gran Pajatén, Petróglifos Poloneses, o Templo das Mãos Cruzadas, os Banhos Termais de Moyobamba, a Lagoa Azul, atrações que geram visitas de turistas nacionais e estrangeiros quase todo o ano. (SERNANP, 2018).

Dentro da bacia do rio Huallaga existem três Parques Nacionais, Rio Abiseo, Parque Nacional Tingo Maria; o Parque Nacional Cordillera Azul e a Reserva Comunal El Sira. Essas áreas são vitais para a conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos. (SERNANP, 2018).

A principal rede hidrográfica da bacia de Huallaga é composta pelo rio Huallaga como rio principal, cinco afluentes principais (Monzón, Biabo, Huayabamba, Mayo e Parapapura) e 28 rios secundários – mais de 50 km (Abiseo, Caynarache, Cachiyacu, Saposoa, Sisa, Tonchima, Tocache, Pucayacu, Yuracyacu, Zapote, entre outros).

O número total de lagoas naturais incluídas no âmbito da bacia de Huallaga é de 1.055, praticamente a maioria delas localizadas nas unidades hidrográficas do Alto Huallaga. Nenhum deles é de volume representativo, o que influencia o modelo. Foram identificadas 848 nascentes, que são georreferenciadas. Destas nascentes, 108 são de uso populacional, 305 de uso agrícola e pecuário, três de uso recreativo, seis de aquacultura, sete de uso industrial e duas sem uso conhecido.

De acordo com Kauffman e Cueva (2007), eles relatam que o rio Huallaga é um dos principais rios do Peru, com uma extensão aproximada de 1.138 quilômetros. A rede hidrográfica é caracterizada por uma complexa estrutura hierárquica, onde o rio principal recebe água de vários afluentes. A classificação hierárquica desses rios segue o método de Strahler, com vários afluentes das ordens 1 a 4 convergindo para formar o sistema principal.

Um total de 849 captações foram identificadas na bacia do rio Huallaga. A maioria deles são de pequenas ingestões rústicas e para uso populacional (456) e agrícola (286). Dos restantes, 23 são para uso industrial, 49 para uso aquícola, quatro para uso mineiro, três para uso energético, nove recreativos e o restante tem um uso multissetorial. Além disso, há um número indeterminado de poços (especialmente para uso populacional), através dos ALAs foram identificados 153 poços. Seu uso é basicamente industrial (59) e populacional (63). Do restante, 16 são para uso pecuário, 11 são agrícolas e quatro são recreativos. (ANA 2015)

A bacia do rio Huallaga tem uma área de aproximadamente 84.600 km². Tem uma topografia variada com declives acentuados nas zonas montanhosas e declives suaves nas zonas baixas e planas. A bacia tem uma forma alongada, o que influencia a dinâmica do fluxo de água e a resposta hidrológica aos eventos de precipitação. (INRENA. 2005).

Na gestão de bacias hidrográficas no Peru, foi implementado o Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos (SNGRH), uma plataforma composta por várias instituições do setor público e usuários que possuem competências e funções relacionadas à gestão da água. O SNGRH coordena as ações de todos os seus membros para implementar, fiscalizar e avaliar, por meio da ANA, o cumprimento da Política e Estratégia Nacional de Recursos Hídricos e do Plano Nacional nos diferentes níveis de governo, com a participação de usuários organizados de água, comunidades camponesas, comunidades nativas e entidades operadoras de infraestrutura hidráulica, tomando as bacias hidrográficas do país como unidades de gestão. Este sistema também desenvolve suas políticas com vários ministérios, como o Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Ministério de Energia e Minas, etc. Envolvido na gestão da água e nos governos regionais e locais. Para a administração da bacia, a ANA criou cinco Administrações Locais de Água (ALA), todas elas pertencentes à Autoridade Administrativa de Água VIII Huallaga: ALA Alto Huallaga, a ALA bacia média Tingo Maria, a ALA Huallaga Central, Tocache; a ALA Tarapoto localizada na parte inferior da bacia, e a ALA Alto Mayo. A bacia do rio Huallaga cobre politicamente os departamentos de Huánuco e San Martín e uma pequena parte dos departamentos de Pasco e Loreto. Está enquadrado nas províncias de Alto Amazonas, Moyobamba, Rioja, Lamas, San Martín, Rodríguez de Mendoza, El Dorado, Huallaga, Mariscal Cáceres, Picota, Bellavista, Pataz, Tocache, Leoncio Prado, Marañón, Huacaybamba,

Huamalíes, Dos de Mayo, Huánuco, Pachitea, Ambo, Daniel Alcides Carrión e Pasco. (ANA, 2015).

Existem problemas de poluição, superexploração de recursos e mudanças no uso do solo que afetam a qualidade e a quantidade da água disponível. (ANA, 2019).

A qualidade da água na bacia do rio Huallaga varia significativamente, com problemas de poluição em áreas próximas a centros urbanos e atividades industriais. (ANA, 2019). A contaminação por resíduos sólidos, efluentes industriais e agrícolas é um desafio constante. (TAPIA; VARGAS, 2020).

As principais fontes de poluição na bacia incluem mineração, agricultura intensiva, resíduos industriais e resíduos sólidos urbanos. (GARCIA; GUERRA, 2019). Essas atividades geram uma variedade de poluentes que afetam tanto as águas superficiais quanto as subterrâneas. (MARTINEZ, 2018).

Existem vários programas de monitoramento e gestão da água na bacia do rio Huallaga, implementados pelo Estado e organizações não governamentais. (WWF, PERU, 2017). Esses programas se concentram no monitoramento da qualidade da água, na gestão sustentável dos recursos hídricos e na implementação de práticas agrícolas e de mineração sustentáveis. (ANA, 2018).

Tanto o governo quanto as ONGs implementaram várias iniciativas de conservação e gestão ambiental na bacia do rio Huallaga. Isso inclui programas de reflorestamento, gestão sustentável de recursos e campanhas de educação ambiental. (NAVARRO; GUTIERREZ, 2020).

Projetos específicos de conservação e manejo sustentável foram implementados para proteger a biodiversidade e promover práticas agrícolas e pecuárias sustentáveis na bacia do rio Huallaga. (RUIZ; HERRERA, 2019).

O envolvimento da comunidade e a educação ambiental são componentes-chaves nos esforços de conservação na bacia hidrográfica do rio Huallaga. As comunidades locais estão envolvidas em atividades de reflorestamento e educação sobre práticas sustentáveis. (VEGA; MORALES, 2021).

A bacia do rio Huallaga desempenha um papel fundamental tanto em termos ambientais quanto socioeconômicos. Do ponto de vista ambiental, a bacia fornece serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação do ciclo da água, a preservação da biodiversidade e a garantia da qualidade da água. Do ponto de vista socioeconômico, ela apoia diversas atividades, como agricultura, pesca e turismo, além de ser

a principal fonte de água para consumo humano e geração de energia hidrelétrica. (MARTÍNEZ et al., 2019)

A bacia do rio Huallaga abriga uma grande diversidade de flora e fauna. Entre as espécies vegetais encontram-se vários tipos de árvores, arbustos e plantas herbáceas, muitas delas endêmicas. (INRENA. 2000). Quanto à fauna, destacam-se espécies de mamíferos, aves, répteis e peixes, alguns dos quais em perigo de extinção devido à perda de habitat e à caça. (RODRIGUEZ et al., 2013).

A bacia do rio Huallaga tem um clima variado devido à sua extensão e diversidade geográfica. Na região alta dos Andes, o clima é temperado e úmido, com precipitação superior a 1.500 mm e uma precipitação média anual em Tingo Maria de 3.400 mm. Temperatura média 25°C. A vazão média do rio Huallaga é bastante importante, nos meses de cheia ultrapassam 5.000 m³/s, a vazão média é de 2.969,5 m³/s, enquanto nos meses secos a vazão diminui até abaixo de 1.000 m³/s. (RAMOS; ALVA, 2020)

A bacia do rio Huallaga possui uma geologia complexa, com formações que vão desde rochas ígneas e metamórficas na zona andina até sedimentos aluviais recentes na planície amazônica (INGEMMET, 2010). Os solos da região andina são predominantemente leptossolos e andisolos, caracterizados por sua alta fertilidade e capacidade de retenção de água. Na região amazônica, os solos são majoritariamente acrisolos e gleissolos, conhecidos por sua alta acidez e baixa fertilidade natural, embora possam ser muito produtivos sob manejo adequado (MINAGRI, 2012).

O rio Huallaga ao longo de seu curso e tem suas cabeceiras no departamento de Pasco a 4.710 m acima do nível do mar, tem um comprimento aproximado de 1.389 km. Em seu caminho atravessa várias regiões geográficas através de um forte gradiente altitudinal, desce sobre uma causa estreita dominada por flancos rochosos, no setor médio atravessa vales mais largos e após cruzar o Pongo de Aguirre o rio torna-se mais lento e sinuoso porque atravessa uma planície amazônica (CARRANZA, 2011).

Fatores ambientais como desmatamento, agricultura e mudanças climáticas afetam significativamente a dinâmica da rede hidrográfica do rio Huallaga. O desmatamento e o uso agrícola intensivo aumentam o escoamento superficial e a erosão do solo, o que, por sua vez, afeta a qualidade da água e a sedimentação nos corpos d'água. As mudanças climáticas introduzem variabilidade nos padrões de precipitação

e fluxo, exacerbando as condições de seca e inundação. (RODRIGUEZ; SANCHEZ, 2020).

Os sistemas florestais estão atualmente se tornando mais importantes para mitigar as mudanças climáticas, gerar produtos biodiversos e contribuir para o desenvolvimento da economia sustentável; por isso tem recebido cada vez mais atenção técnica, midiática e política. Da mesma forma, desempenham um papel essencial na conservação da biodiversidade, regulação do ciclo hidrológico; impedimento da desertificação e geração de locais de lazer e diversão para a sociedade. No entanto, existem fortes ameaças, como as alterações climáticas, os incêndios florestais e a falta de gestão destes ecossistemas. Os sistemas florestais representam quase um terço da superfície terrestre, sem levar em conta outras áreas cobertas por arbustos e outras terras florestais. Os ecossistemas florestais são praticamente os mais importantes repositórios terrestres de biodiversidade, que abrigam quase dois terços da biodiversidade do planeta. (FAO, 2020).

O desmatamento é um dos principais problemas ambientais na bacia do rio Huallaga. (GEF, 2015). A extração ilegal de madeira, a expansão agrícola e a mineração levaram a uma perda florestal significativa, afetando negativamente a biodiversidade, o ciclo da água e o clima local. (ALVAREZ, 2017).

Vários projetos de reflorestamento foram implementados na bacia do rio Huallaga para mitigar os efeitos do desmatamento e restaurar ecossistemas degradados. Esses projetos incluem o plantio de espécies nativas e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis. (SANCHEZ; GOMEZ, 2021).

A expansão da agricultura e da pecuária levou a um desmatamento significativo, perda de biodiversidade e degradação do solo na bacia do rio Huallaga. Essas atividades também afetaram negativamente a qualidade da água devido ao uso intensivo de agroquímicos. (TORRES; RAMIREZ, 2019)

A bacia do rio Huallaga tem mostrado uma variabilidade climática crescente, com padrões de precipitação e temperatura mudando significativamente nas últimas décadas. Essas mudanças afetam a disponibilidade de água e os ciclos agrícolas. (CASTILLO; VALDEZ, 2020).

As mudanças climáticas estão afetando os ecossistemas e os recursos hídricos da bacia do rio Huallaga. Mudanças nos padrões de precipitação e temperatura estão alterando os habitats naturais e reduzindo a disponibilidade de água, afetando tanto a biodiversidade quanto as atividades humanas. (VARGAS; PEREZ, 2018).

O desmatamento é um dos principais problemas ambientais na bacia do rio Huallaga. Isso se deve principalmente à expansão agrícola, à extração ilegal de madeira e à conversão de florestas em pastagens. (MIRANDA; LOPEZ, 2016).

A mineração ilegal na bacia do rio Huallaga causou sérios problemas ambientais, incluindo a contaminação da água com mercúrio e outros metais pesados, bem como a destruição de habitats aquáticos e terrestres. (FERNÁNDEZ; SUÁREZ, 2017).

Os conflitos socioambientais na bacia do rio Huallaga estão relacionados à competição por recursos naturais, desmatamento e poluição por atividades ilegais, o que afeta as comunidades locais e sua qualidade de vida. (RODRIGUEZ; PEÑA, 2018).

Para gerenciar de forma sustentável a bacia do rio Huallaga, várias medidas de mitigação e adaptação foram identificadas. Isso inclui reflorestamento, implementação de práticas agrícolas sustentáveis, restauração de ecossistemas ribeirinhos e construção de infraestrutura de controle de inundações. (GARCIA; TORRES, 2019).

5 CONCLUSÕES

A revisão bibliográfica da rede hidrográfica da bacia do rio Huallaga foi importante para entender a dinâmica da água na bacia e sua distribuição espacial, como trabalho preliminar para desenvolver a pesquisa principal descrita no capítulo III, sobre a caracterização hidrológica da mata ciliar do rio Huallaga na zona de amortecimento do Parque Nacional Tingo Maria.

A revisão bibliográfica foi qualitativa e quantitativa, conseguindo captar informações relevantes sobre características hidrológicas e fatores ambientais da bacia; Apesar de encontrar informações relacionadas ao assunto, foi possível determinar a necessidade de trabalhar em espaços vitais, como matas ciliares.

A revisão das informações sobre a caracterização ambiental da bacia e suas principais sub-bacias nos permitiu alcançar uma visão maior sobre o tema e, assim, estar em melhores condições de base para continuar um trabalho mais aprofundado sobre as florestas.

No processo de revisão da literatura, foi possível determinar muitos estudos sobre o assunto, mas em outras latitudes ou no exterior, mas não há muitos em nível local ou regional.

Grande parte do território peruano não possui superfícies monitoradas, destacando a necessidade de mais pesquisas para abordar as questões importantes.

A bacia hidrográfica do rio Huallaga está localizada na região amazônica do Peru e possui uma área considerável que abrange vários departamentos e é uma das principais bacias hidrográficas do país, possui uma área aproximada de 108.000 km² e contribui significativamente para o sistema hidrográfico do rio Amazonas.

O rio que dá origem a esta bacia é o rio Huallaga, que nasce nas terras altas do departamento de Pasco, tornando-se um dos principais afluentes do rio Marañón e este, por sua vez, mais a jusante, junta-se ao rio Ucayali, formando o grande rio Amazonas.

A bacia de Huallaga é caracterizada por sua grande diversidade biológica, incluindo áreas como altas montanhas, selvas altas e selvas baixas.

De acordo com a avaliação morfométrica, a declividade média do rio Huallaga é de 0,6%, com topografia pronunciada nas áreas altas e declives suaves nas áreas mais baixas. Possui um coeficiente de compacidade de 1,3, indicando uma forma relativamente alongada, que influencia a dinâmica do fluxo de água e a resposta hidrológica aos eventos de precipitação. A vazão média do rio Huallaga é de 2.969,5 m³/s.

A rede hidrográfica é composta pelo rio principal, que é o Huallaga, por 5 afluentes principais, que são o Monzón, Biabo, Huayabamba, Mayo e Paranapura, além de 28 rios secundários.

Também possui 1.050 lagoas naturais, mas nenhuma delas é de volume representativo. Foram identificadas 848 nascentes, das quais 108 são de uso populacional, 305 de uso agrícola e pecuário, três de uso recreativo, seis de aquacultura, sete de uso industrial e duas sem uso conhecido.

O desmatamento, a agricultura e as mudanças climáticas afetam a dinâmica da rede hidrográfica; por sua vez, o uso intensivo de terras agrícolas aumenta o escoamento superficial e a erosão do solo, o que afeta a qualidade da água e a sedimentação nos corpos d'água.

A mudança climática produz variabilidade nos padrões de precipitação e fluxo, exacerbando as condições de seca e inundação.

As atividades de proteção de nascentes na bacia do rio Huallaga são atividades importantes para promover melhorias na qualidade da água, exigindo a expansão das nascentes protegidas localizadas na bacia do rio Huallaga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, A. Desmatamento e Mudança Climática no Huallaga. *Revista Amazon*, v.15, n. 1, p. 50-67, 2017.
- ANA (Autoridade Nacional de Águas). (2015). Avaliação dos Recursos Hídricos na Bacia de Huallaga. Resumo. Arquivo. Peru.
- ANA (Autoridade Nacional de Águas). (2018). "Programa de Gestão Recursos Hídricos Integrados na Bacia do Rio Huallaga". Arquivo Peru.
- ANA (Autoridade Nacional de Águas). (2019). "Relatório Anual sobre a Qualidade da Água na Bacia do Rio Huallaga." Lima, Peru.
- ARMAS, L.; CHAVEZ, A. (2017). "Transformação da paisagem e mudanças no uso da terra na bacia do rio Huallaga". *Revista de Geografia e Planejamento Territorial*, 9(2), 45-59.
- CARRANZA, J. **Evaluación hidrológica de las cuencas amazónicas peruanas**. SENAMHI, 2011.
- CASTILLO, L.; VALDEZ, H. Análise da variabilidade climática na bacia do rio Huallaga. *Jornal Peruano de Meteorologia*, v. 15, n. 3, 213-227, 2020.
- FAO (2020). Avaliação Global de Recursos Florestais 2020 - Principais Resultados. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca8753es>
- FERNANDEZ, C.; SUAREZ, L. Impacto da mineração ilegal no Bacia do Rio Huallaga. *Jornal de Recursos Naturais e Meio Ambiente*, v. 11, n. 3, p. 90-103, 2017.
- GARCIA, M.; TORRES, F. Estratégias de mitigação e adaptação para a gestão sustentável da bacia do rio Huallaga. *Jornal de Gestão Sustentável de Bacias Hidrográficas*, v. 17, n. 1, p. 78-95, 2019.
- GARCIA, M.; GUERRA, M. Hidrografia do Peru: Los Rios. Lima, Peru: Imprensa Universitária, 2001.
- GEF (Fundo Global para o Meio Ambiente). (2015). "Impacto do desmatamento na bacia amazônica do Peru." Relatório Técnico, Washington, D.C.
- INEI. (Instituto Nacional de Estatística e Informática). (2007). "Compêndio Estatístico 2007" . Lima, Perú.
- INGEMMET (Instituto Geológico, Mineiro e Metalúrgico. 2010). "Mapa Geológico do Peru." Lima, Peru.
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturais). (2000). "Biodiversidade na Bacia do Rio Huallaga." Lima, Peru.
- (INRENA). (2005). "Caracterização da Bacia do Rio Huallaga". *Relatório Técnico*, 35-50.

KAUFFMAN, G.; CUEVA, E. Avaliação hidrológica da Bacia hidrográfica do rio Huallaga no Peru. *Jornal de Hidrologia*, v. 349, n. 1-2, p. 105-121, 2007.

MARTINEZ, L. (2018). "Impacto da mineração na qualidade da água do rio Huallaga." *Mineração e Meio Ambiente*, 7(1), 30-45.

MARTINEZ, S.; GONZALES, L.; RODRIGUEZ, E. Impacto socioeconômico da bacia do rio Huallaga na região de Huánuco, Peru. *Jornal de Economia Regional*, 12(2), 78-91, 2019.

MINISTERIO DA AGRICULTURA E IRRIGACAO - MINAGRI. (2012). "Classificação de Solos do Peru." Lima, Peru.

MIRANDA, J.; LOPEZ, A. Desmatamento na bacia hidrográfica Huallaga: causas e consequências. *Revista de Estudos Amazônicos*, v. 10, n. 1, p. 29-42, 2016.

NAVARRO, L.; GUTIERREZ, E. Iniciativas de conservação e gestão ambiental na bacia do rio Huallaga. *Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável*, 22(1), 45-59, 2020.

PEREZ, J.; GARCIA, M.; López, R. Importância ambiental da bacia do rio Huallaga na região de Huánuco, Peru. *Jornal de Ecologia Tropical*, 25(3), 45-56, 2020.

PIRANI, F. J.; MOUSAVI, S. A. Integrating socio-economic and biophysical data to enhance watershed management and planning *Journal of Hydrology Amsterdam*, V. 540, p. 727 – 735, 2016.

PNCBMCC (Programa Nacional de Conservação Florestal para Mitigação das Mudanças Climáticas do Ministério do Meio Ambiente). (2018). Boletim <alertas antecipados de desmatamento 03. Lima. MINAM.

RAMOS, R. B.; ALVA, M. E. Análise geomorfológica e dinâmica fluvial do rio Huallaga na localidade de Yurimaguas. *Pesquisa Social*, v. 23, n. 43, p. 71-85, 2020. Lima, Perú: MUNMSM/IIHS. Doi:<http://dx.doi.org/10.15381/is.v23i43.18487>.

RODRIGUEZ, L.; SANCHEZ, P. Fauna do Huallaga: Um estudo abrangente. *Boletim da Sociedade Zoológica do Peru*, v. 28, n. 3, p. 223-239, 2013.

RODRIGUEZ, M.; PEÑA, D. Os conflitos socioambientais no Bacia do Rio Huallaga: Uma Análise da Perspectiva da Comunidade. *Jornal de Sociologia Rural*, 13(2), 77-92, 2018.

RODRIGUEZ, E.; SANCHEZ, L. Interação entre mudança de uso da dinâmica hidrológica e do solo na bacia do rio Huallaga. *Revista Estudos Ambientais*, v. 25, n. 3, p. 145-162, 2020.

RUIZ, A.; HERRERA, S. Projetos de conservação e gestão sustentável na bacia do rio Huallaga. *Ecologia e Desenvolvimento*, v. 16, n. 4, p. 201-216, 2019.

SANCHEZ, A.; TORRES, P.; DIAZ, F. Importância ecológica da bacia do rio Huallaga na conectividade biológica entre os Andes e a Amazônia. *Jornal de Ecologia Andina*, 7(1), 112-125, 2018.

SANCHEZ, P.; GOMEZ, R. Iniciativas de reflorestamento na bacia do rio Huallaga: desafios e oportunidades. *Boletim de Ciências Ambientais*, v. 18, n. 1, p. 67-80, 2021.

SANTOS, E. H. M.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. Relação entre do uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 14, p. 826, 2010.

SERFOR (2015). Interpretação da dinâmica do desmatamento no Peru. <https://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/>

SERNANP (Serviço Nacional de Áreas Naturais Protegidas pelo Estado). (2018). "Parque Nacional Cordilheira Azul: Plano Diretor 2018-2023." Lima, Peru.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA e HIDROLOGIA do Peru (SENAMHI). (2015). "Boletim Climatológico Anual 2015." Lima, Peru.

TAPIA, R.; VARGAS, J. Avaliação da Qualidade da Água na Bacia do Rio Huallaga. *Jornal de Ciência e Engenharia Ambiental*, v. 9, n. 2, p. 75-89, 2020.

TORRES, J. & RAMIREZ, M. Efeitos da agricultura e pecuária na qualidade da água da bacia do rio Huallaga. *Jornal de Estudos Ambientais*, v. 12, n. 4, p. 334-349, 2019.

VARGAS, E.; PEREZ, F. Os impactos das mudanças climáticas nos ecossistemas e recursos hídricos da bacia do rio Huallaga. *Ecologia Aplicada*, v. 19, n. 2, p. 101-115, 2018.

VEGA, F.; MORALES, P. A importância da participação comunitária e da educação ambiental na bacia do rio Huallaga. *Revista de Educação Ambiental*, v. 14, n. 2, p. 123-138, 2021.

WWF Peru. (2017). "Monitoramento e Gestão da Água no Huallaga." Relatório Técnico, Lima, Peru.

CAPÍTULO III - CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA FLORESTA RIBEIRINHA DO RIO HUALLAGA, NA ZONA DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NACIONAL TINGO MARIA, PERU

1 INTRODUÇÃO

As florestas ribeirinhas, também conhecidas como arbustos ciliares ou ribeirinhos, são ecossistemas importantes localizados ao longo das margens de rios, correços, lagos e pântanos. Eles desempenham um papel fundamental na hidrologia e fornecem uma gama de serviços ecológicos ao meio ambiente e às populações humanas. As matas ciliares são vitais para a hidrologia porque desempenham várias funções, incluindo o controle da erosão (GREGORY; SWANSON, 1991).

Árvores e plantas em matas ciliares ajudam a estabilizar os solos ao longo das margens de rios e córregos, evitando a erosão do solo e a perda de sedimentos, o que é essencial para manter a qualidade da água e a estrutura do córrego. Elas desempenham um papel importante na regulação do ciclo hidrológico da água (TOCNER; STANFORD, 2002), que influenciam os padrões de fluxo, recarga e evaporação do aquífero.

Para Decamps e McClain (2005), a vegetação diminui o fluxo de água, o que ajuda a prevenir inundações e manter um suprimento constante de água durante os períodos de seca; também contribui para a filtragem e purificação da água, quando a vegetação ripária atua como um filtro natural, retendo sedimentos, nutrientes e poluentes antes que cheguem à água. As raízes das árvores e plantas também ajudam a reter poluentes e melhorar a qualidade da água.

Além da vegetação, a cobertura florestal também reduz a taxa de impacto das chuvas e favorece a infiltração de água no solo, desempenhando um papel importante no estudo da dinâmica dos processos hidrológicos (CASTRO et al., 1983; MOURA et al., 2009) e na redução dos impactos causados pela atividade humana (MELLO et al., 2017). Portanto, o estudo da capacidade de retenção de água da serapilheira é muito importante, pois tem impacto direto no ciclo hidrológico e ainda são poucos os estudos que avaliam a capacidade de retenção de água da serapilheira.

As matas ciliares fornecem habitats vitais para uma alta biodiversidade de espécies vegetais e animais (JUNK et al., 2011), incluindo espécies migratórias e ameaçadas de extinção. A biodiversidade das matas ciliares contribui para a resiliência dos ecossistemas e para a manutenção da saúde do ambiente circundante.

Os ecossistemas de mata ciliar são locais populares para atividades recreativas, como observação de pássaros, caminhadas, pesca e turismo (DANIEL, et al., 2012); eles também oferecem benefícios psicológicos e de bem-estar, proporcionando espaços naturais para recreação e conexão com a natureza. Em resumo, as matas ciliares são componentes essenciais das paisagens fluviais e desempenham um papel fundamental na regulação dos processos hidrológicos, na conservação da biodiversidade e no bem-estar humano.

Sua proteção e manejo sustentável são essenciais para garantir a saúde e a funcionalidade dos ecossistemas aquáticos e terrestres.

O Parque Nacional Tingo Maria, uma atração turística conhecida mundialmente como a "Bela Adormecida" de Tingo Maria, está localizado no distrito de Mariano Dámaso Beraún, região de Huánuco, Peru. Foi fundada em 14 de maio de 1965 e suas principais atrações são a vegetação da floresta montanhosa e a caverna chamada Cueva de las Lechuzas, onde nidificam pássaros chamados "guácharos", semelhantes a corujas. Possui uma área de 4.777 ha.

O estudo do comportamento hidrológico das matas ciliares do Parque Nacional Tingo Maria é fundamental, devido à sua importância ecológica e tem sido reforçado com a implantação de pluviômetros para medir a precipitação interna, que, Segundo Arcova et al. (2003), citados por Moura et al. (2009), indicam que uma das influências da floresta se manifesta na recepção da precipitação e no primeiro fracionamento da água pela copa das árvores que a princípio é retido por seu dossel e depois evapora na atmosfera; Esse processo é chamado de interceptação; posteriormente, o restante da água chega ao solo, seja por precipitação ou por escoamento pelo tronco, dando origem à chamada precipitação efetiva.

Há uma necessidade urgente de implementar medidas voltadas para a proteção e regeneração desses espaços, sendo fundamental ter um conhecimento real do estado da vegetação em áreas do Parque Nacional desde o inventário, caracterização e avaliação desses ecossistemas terrestres até o estudo dos processos hidrológicos, o inventário florestal e a qualidade do solo e da água do rio Huallaga na mata ciliar.

Considera-se essencial a realização da pesquisa, para a região e para o país, onde não há muitos estudos sobre o tema. Considera-se relevante a pesquisa sobre o comportamento das matas ciliares no PNTM, devido à sua importância ecológica, para conhecer o real estado de sua conservação e como esses ecossistemas estão cumprindo o importante papel de proteção da biodiversidade e conservação ambiental

na região e, especificamente, no Parque Nacional que a abriga; Por isso, destaca a necessidade de adoção de medidas voltadas para a proteção e regeneração desses espaços. Os resultados obtidos com a medição dos parâmetros indicados, especialmente com o inventário florestal realizado, permitirão conhecer a variabilidade florística existente.

2 JUSTIFICATIVA

O estudo da caracterização hidrológica das florestas ribeirinhas do rio Huallaga, na altura do Parque Nacional Tingo Maria, baseia-se na importância de compreender o papel das florestas ribeirinhas na regulação do ciclo hidrológico e na conservação da biodiversidade local. Com este estudo hidrológico, pretende-se, em primeiro lugar, determinar o comportamento de os parâmetros hidrológicos e com o conhecimento obtido, dada a escassez de trabalhos de investigação na área, poder contribuir para a proteção e qualidade dos recursos hídricos, a recuperação de ecossistemas degradados e o controlo da poluição.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Estudar as características hidrológicas da mata ciliar do rio Huallaga, adjacente ao Parque Nacional Tingo Maria, investigando os processos hidrológicos, o reconhecimento das características da vegetação, solo e cobertura hídrica.

3.2 Objetivos específicos

- Estabelecer três parcelas para monitorar precipitação interna, na zona de amortecimento do Parque Nacional Tingo Maria, por um período de oito meses.
- Realizar o inventário florestal das três parcelas para conhecer a variabilidade florística.
- Estudar os atributos do solo das três parcelas.
- Desenvolver a caracterização ambiental da mata ciliar com base na avaliação da água e da serapilheira.

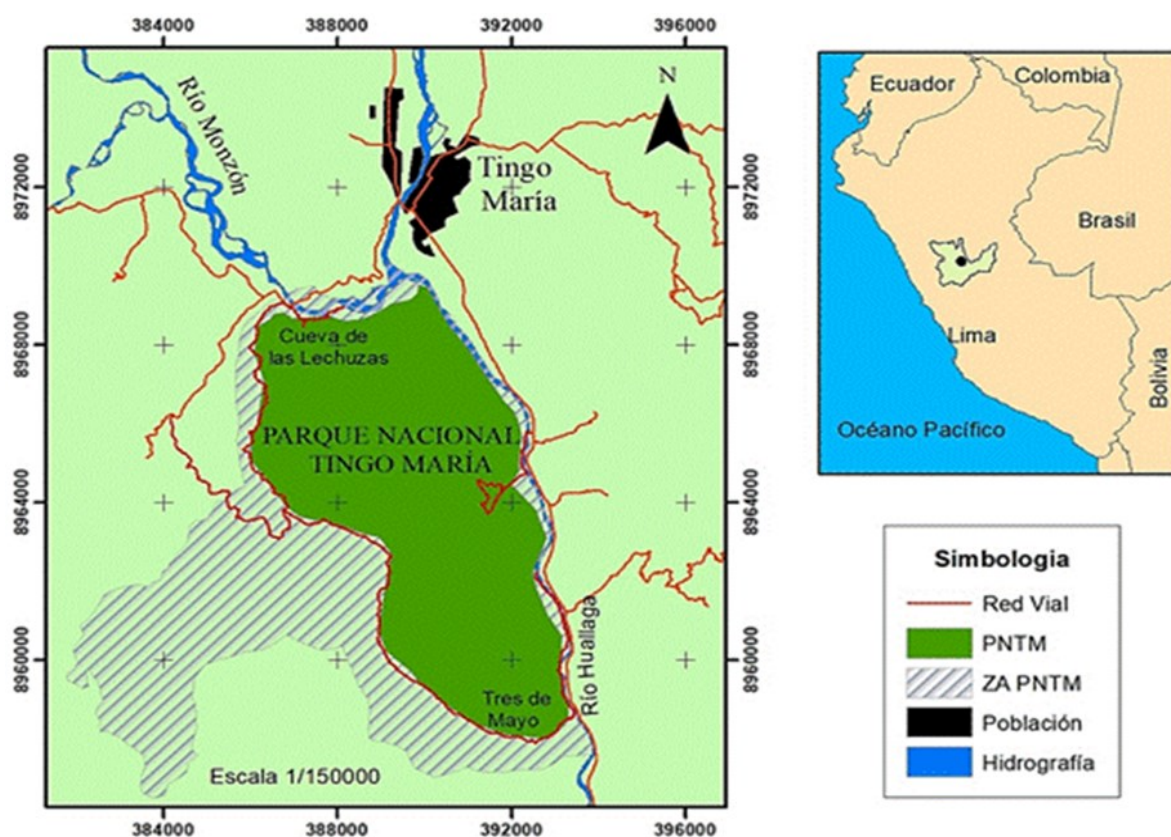
4 HIPÓTESE

A caracterização dos parâmetros hidrológicos em matas ciliares permitirá a avaliação e identificação de estratégias eficazes para a conservação e recuperação desses ecossistemas.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização Geográfica do PNTM

Figura 3 - Localização do Parque Nacional Tingo Maria (PNTM) e da cidade com o mesmo nome.



Fonte: ANA (2018).

5.2 Localização da pesquisa.

A pesquisa foi realizada em um trecho do rio Huallaga, localizado próximo à cidade de Tingo Maria, na zona de amortecimento do Parque Nacional Tingo Maria - PNTM, sob os cuidados do SERNANP (Serviço Nacional de Áreas Naturais Protegidas). Esta seção pertence à jurisdição do distrito de Mariano Dámaso Beraún,

província de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. O clima da região é classificado como subtropical úmido, com precipitação anual de 3.200 mm, temperatura média de 20 a 25°C e altitude média de 670 m acima do nível do mar; com duas estações bem definidas com verão forte e inverno chuvoso. A Figura 2 mostra o trecho do rio Huallaga e a localização das três parcelas de pesquisa: Parcela 1 a 730 m acima do nível do mar; Parcela 2, a 785 m acima do nível do mar e Parcela 3 a 814 m acima do nível do mar. O curso do rio Huallaga vai de sul a norte e a enumeração das parcelas foi feita de norte a sul, por ordem de chegada para a prospecção dessas áreas na zona tampão, pois nem todas as áreas atendiam às condições favoráveis para instalar adequadamente os pluviômetros. Essas parcelas de pesquisa também serviram de referência para a avaliação dos demais parâmetros de pesquisa, como inventário florestal, amostragem de solo e avaliação da umidade da serapilheira.

Figura 4 - Localização das parcelas de pesquisa, Zona de amortecimento do PNTM, Peru.



Fonte: adaptada de Google Earth (2024).

O Parque Nacional Tingo Maria (PNTM), começou como Reserva Nacional Cueva de las Lechuzas em 1950 e foi estabelecido como Parque Nacional em 1965 para proteger as montanhas da "Bela Adormecida" e a Caverna das Corujas. O parque abrange 4777 ha e abriga uma grande diversidade de flora e fauna. A Figura 5 ilustra as montanhas que compõem a "Bela Adormecida", que atualmente é uma grande atração turística mundial.

Figura 5 - Vista lateral do PNTM e do Rio Huallaga, Tingo Maria, Peru.



Fonte: foto tirada pela autora

O PNTM é visitado pelo público em geral, por isso está sinalizado com placas educativas e de proteção. Dessa forma, o rio Huallaga mantém suas matas ciliares preservadas, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Cartaz do Parque Nacional Tingo Maria e mata ciliar del Rio Huallaga.



Fonte: foto tirada pela autora.

Como pode ser visto na Tabela 4, são descritas as características de localização das parcelas de pesquisa que estão localizadas na mesma faixa de altitude em diferentes setores. São pontos estratégicos que interessam a toda a sociedade pela

proximidade com a cidade e também com o SERNANP, que realiza a gestão ambiental da área, incluindo espaços para visitas públicas.

Tabela 4 - Coordenadas da localização das parcelas no PNTM, Tingo Maria, Peru.

| Número da Parcela | Coordenadas UTM-WGS 84 | | Altitude (msnm) | Erro (m) | Localização |
|-------------------|------------------------|-------------|-----------------|----------|---|
| | Sul | Oeste | | | |
| P1 | 9°19'47" S | 76°00'59" O | 730 | 5 | Zona de amortecimento ANP Setor "Cueva Lechuzas" |
| P2 | 9°19'50" S | 75°59'58" O | 785 | 3 | Zona de amortecimento ANP Setor " Brisas do Huallaga" |
| P3 | 9°24'44" S | 75°58'22" O | 814 | 3 | Zona de amortecimento ANP Setor Três de Maio |

Fonte: dados da pesquisa.

5.3 Avaliação dos parâmetros hidrológicos

5.3.1 Precipitação pluvial

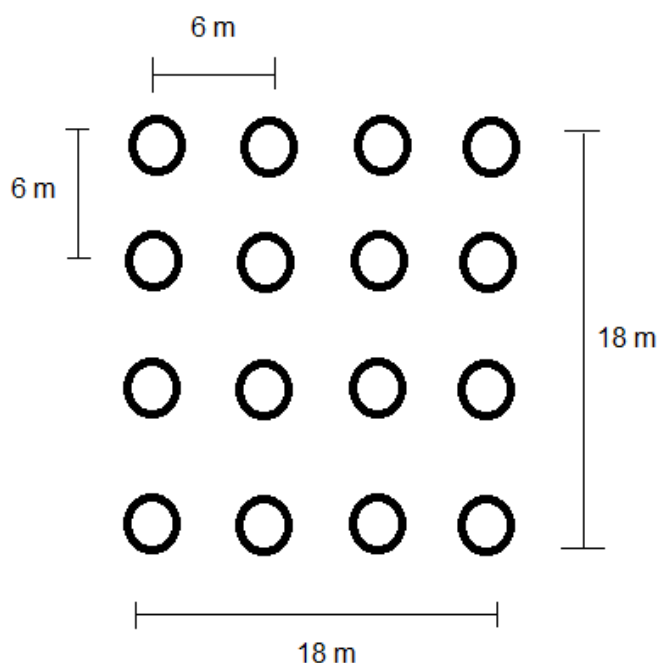
Para monitorar a precipitação pluviométrica dentro da floresta, foram instaladas três parcelas internas de precipitação em uma área de 18 m x 18 m (324m²) cada uma, compostas por 16 pluviômetros, separados entre si por 6 m de forma sistemática, conforme mostrado na Figura 8. No total, foram distribuídos 48 pluviômetros de 100 mm de diâmetro ou área de abertura de 0,007854 m². Os pluviômetros foram fixados em estacas de madeira de 1,50 m de tamanho, com arame inox, em seguida foram instalados no solo bem alinhados, considerando 0,30 m de profundidade e 1,20 m. acima do solo. Da mesma forma, as estacas de madeira foram chanfradas com uma orientação geográfica para o norte. Para a mensuração da precipitação externa, foram utilizados dados da estação meteorológica da Universidade Nacional Agrária da Selva, instalada em campo aberto em áreas da universidade.

Figura 7 - Pluviômetros usados nas parcelas, Tingo Maria, Peru.



Fonte: foto da autora;

Figura 8 - Esboço da instalação de pluviômetros internos em cada parcela na mata ciliar do rio Hallaga, Parque Nacional Tingo Maria, 2024.



18 m
Fonte: dados da pesquisa.

As medições de precipitação foram feitas diariamente às 7 horas (Figura 7), durante 8 meses, de 1º de setembro de 2023 a 30 de abril de 2024, com a participação de três pessoas com experiência e adequadamente treinadas para esse fim. Amostras plásticas graduadas com capacidade de 1.000 mL foram utilizadas na medição. Os registros internos de precipitação foram mantidos em um caderno de campo, depois processados mensalmente em Excel para seu registro final em milímetros de precipitação. Os registros de precipitação externa da UNAS foram solicitados mensalmente

durante o mesmo período de oito meses, por meio de fichas meteorológicas. Com todas essas informações, foram feitos os respectivos cálculos das médias totais, mensais e mensais de precipitação deste trabalho de pesquisa.

Figura 9 - Pluviômetros utilizados para medir a precipitação interna na mata ciliar do rio Huallaga - PNTM. 2023-2024.



Fonte: fotos da autora.

5.3.2 Inventário florestal

O inventário florestal foi realizado em cada parcela, com a participação de um profissional experiente com conhecimento da área e da dendrologia florestal. Seguiu-se a técnica denominada pé a pé, com o seguinte procedimento: mensuração com fita métrica do diâmetro da planta à altura do peito (DAP), em todas as espécies com diâmetro maior que 15 cm; identificação taxonômica das espécies florestais; cálculo da altura total da árvore; cálculo da altura comercial da tora; marcação da prova individual e fotográfica.

Figura 10 - Inventário florestal na mata ciliar do rio Huallaga-PNTM, Tingo Maria, Peru, 2024.



Fonte: fotos da autora.

5.3.3 Análise do solo

As amostras de solo foram coletadas usando uma broca de metal em diferentes pontos aleatórios em cada parcela, conforme mostrado na Figura 11. Ao final, foi coletado 1 kg de amostra representativa por profundidade, de 0,0 cm a 0,20 cm e de 0,20 cm a 0,40 cm, coletando duas amostras de cada parcela, totalizando 6 amostras.

As amostras coletadas foram colocadas em sacos plásticos, que foram lacrados e rotulados antes de serem entregues ao laboratório de solos da Universidade Nacional Agrária da Selva, Tingo Maria, para suas respectivas análises físicas e químicas.

De acordo com informações do laboratório de análise de solos da UNAS, em 20 de maio de 2024, os parâmetros foram avaliados através de análises físicas e químicas, seguindo os métodos analíticos da legislação peruana que gere este laboratório. A análise física inclui a textura do solo, considerando as percentagens de areia, silte e argila. Na análise química, foram avaliados o Ph, o teor de matéria orgânica (MO), a capacidade de troca catiónica (CEC), o teor de nutrientes como o azoto (N), o fósforo (P), o potássio (K), os micronutrientes como o ferro (Fe), o manganês (Mn), o zinco (Zn) e o cobre (Cu) e a condutividade eléctrica (CE).

Figura 11 - Extração de amostras de solos na mata ciliar do Rio Huallaga-PNTM, 2024.



Fonte: fotos da autora.

5.3.4 Análise da água

Amostras de água foram analisadas e amostradas nos locais onde a água flui do rio Huallaga perto das parcelas de pesquisa nas matas ciliares, usando recipientes de vidro esterilizado com capacidade de um litro cada uma, amostra correspondente a cada parcela foi capturada usando a técnica denominada amostragem única por ponto de amostragem. Foram consideradas apenas duas amostras de água, dado que

as parcelas 1 e 2 são próximas uma da outra, e apenas uma amostra representativa foi considerada para estes dois locais. A metodologia utilizada para análise da água foi o Padrão de Qualidade Ambiental (ECA) para águas de efluentes no Peru, que é gerenciado pelo laboratório de análise de água da Universidade Nacional Agrária da Selva-UNAS. Os parâmetros avaliados são: coliformes totais; microrganismos aeróbios viáveis; *Staphylococcus*; *Salmonella*; *Vibrio cholerae*; coliformes termotolerantes (*E. coli*); Fungos (bolores e leveduras); Ph. Os resultados indicam os Padrões de Qualidade Ambiental na categoria 1: População e recreação; A 1: Água que pode ser tornada potável com desinfecção. As conclusões da análise indicam que a água do rio Huallaga não está dentro dos limites admissíveis para o consumo humano, sem processos prévios de desinfecção, devido à presença de microrganismos aeróbios viáveis; coliformes totais; coliformes termotolerantes (*E. coli*); *Staphylococcus*; *Salmonella*; *Vibrio cholerae* e fungos (bolores e leveduras). Recomenda-se que, para consumo humano, seja tratado por ebulição a 100° C, durante um período de 10 a 15 minutos, acrescido de um processo de cloração com cloro granulado. Mas para uso agrícola não é um fator limitante.

5.3.5 Análise de serapilheira

Para a coleta das amostras de serapilheira acumulada na superfície do solo (Figura 9), de cada parcela de pesquisa, foram retirados aleatoriamente dois pontos diagonais, essas demarcações foram feitas por meio do desenho de pequenos quadrantes, com o uso de estacas de madeira, localizadas a 0,50 m x 0,50 m (0,25 m²), circundadas por ráfia amarela. Em seguida, as folhas e outros componentes orgânicos do solo foram cortados com uma face, armazenados em sacos plásticos para serem levados ao laboratório de secagem da UNAS. Um total de seis amostras foram coletadas. A metodologia utilizada pelo laboratório na secagem foi com o uso de estufa, levando-se em consideração o peso úmido inicial e o peso seco final, após 24 horas. Foram feitos cálculos de umidade por diferença de peso, uma vez que o objetivo principal foi medir a porcentagem de umidade fornecida pela serapilheira no ecossistema da mata ciliar.

Figura 12 - Extração de amostras de serapilheira na mata ciliar do Rio Huallaga – PNTM, Tingo Maria, Peru, 2024.



Fonte: fotos da autora.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Precipitação pluvial

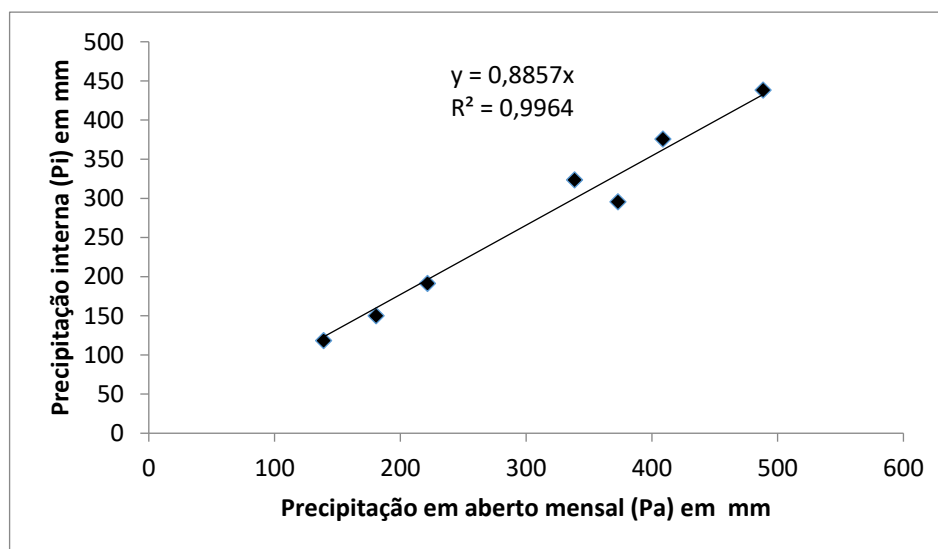
Como a precipitação interna é aquela fração da chuva que passa pelo dossel florestal diretamente ou espalhada entre folhas e galhos do dossel, até atingir o solo da floresta, é de suma importância conhecê-la, pois essa fração constituirá a principal contribuição da água para o solo do ecossistema. Na mata ciliar do rio Hallaga, localizada no Parque Nacional Tingo Maria (Tabela 5), observa-se que, em média, essa fração foi de 83,6% da precipitação ocorrida no período. A precipitação aberta registrada nas estações meteorológicas da UNAS foi de 2.745 mm para o período entre setembro de 2023 e abril de 2024. Assim, espera-se que 16,4% da precipitação seja interceptada pelo dossel. De fato, a vegetação densa de copas fechadas e altas que formam a vegetação local, como no item anterior, protege o solo da floresta.

Tabela 5 - Precipitação aberta (Pa), Precipitação interna (Pi) por parcela e média, Porcentagem de precipitação interna de Pa (Pi%), no período de setembro de 2023 a abril de 2024, na mata ciliar do rio Huallaga, Tingo Maria, Peru.

| | Pa (mm) | Pi (mm) | | | Pi (mm) | Pi (%) |
|--------------|---------|---------|-------|-------|---------|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| Setembro/23 | 139 | 108 | 137 | 110 | 118 | 85,2 |
| Outubro/23 | 181 | 150 | 115 | 185 | 150 | 83,1 |
| Novembro/23 | 339 | 358 | 264 | 349 | 324 | 95,6 |
| Dezembro/23 | 488 | 428 | 421 | 466 | 438 | 89,7 |
| Janeiro/24 | 596 | 388 | 323 | 313 | 341 | 57,3 |
| Fevereiro/24 | 409 | 312 | 364 | 451 | 376 | 91,9 |
| Março/24 | 373 | 256 | 298 | 333 | 296 | 79,3 |
| Abril/24 | 222 | 239 | 227 | 108 | 191 | 86,4 |
| | 2.745 | 2.239 | 2.149 | 2.315 | 2.234 | 83,6 |

Fonte: dados da pesquisa.

Figura 13 - Estimativa da precipitação interna (mm) em função da precipitação aberta (mm).



Fonte: dados da pesquisa.

As variações mensais indicam que a precipitação aberta (UNAS) flutua consideravelmente e a precipitação interna mantém uma média relativamente alta, refletindo a capacidade do dossel de permitir a passagem da água. Portanto, alternativamente analisando esses períodos de inscrição, temos o seguinte:

- Setembro de 2023: a precipitação interior (Pi) foi de 85,2% da precipitação aberta (Pa), mostrando uma alta taxa de penetração de água.

- Novembro de 2023: A maior quantidade de precipitação interior foi observada em 95,6%, o que pode ser devido à menor densidade foliar do dossel devido à sua queda e um maior número de chuvas leves.

- Janeiro de 2024: Menor proporção de precipitação interna (57,3%) indica possível maior interceptação pelo dossel, talvez devido a um período de chuvas mais intensas ou mudanças na estrutura da dose

Como a média geral de precipitação interna (83,6%) é consistente, a vegetação é considerada densa, com copas fechadas, que protegem efetivamente o solo da floresta.

Comparando com o trabalho de Moura et al. (2009), em estudos de interceptação de chuva em um fragmento de Mata Atlântica na Bacia do Prata, Recife, citando Neal et al. (1993) e Lima (1998), eles afirmam que a intensidade das chuvas e os intervalos de chuvas na mesma altitude, em momentos diferentes, também produziram resultados diferentes; onde a distribuição da precipitação em uma floresta não pode ser considerada uma proporção constante da precipitação do local ao longo do tempo, devido a fatores que podem ter influenciado esses resultados, como clima, intensidade e intervalos de chuva; cuja média de resultados de interceptação neste estudo em um fragmento de Mata Atlântica foi:

| Classe de Chuva | Interceptação |
|------------------------|----------------------|
| 0 – 10 mm | 68% |
| 10 – 50 mm | 25% |
| 50 – 70 mm | 8% |
| + 70 mm | 6% |

Da mesma forma, um estudo de Oliveira Junior e Dias (2003) sobre precipitação efetiva em um fragmento florestal da Mata Atlântica, MG, Brasil. Mostrou que a precipitação interna que atinge o solo, com aproximadamente 831,7 mm, corresponde a 80% da precipitação aberta. Por outro lado, trabalhando no mesmo local e com menor intensidade amostral, Cardoso et al. (2002) observaram que a precipitação interna representou apenas 78% da precipitação externa.

De acordo com Ferreira et al. (2005), ao estudar a precipitação interna e a interceptação da chuva em florestas de altitude sujeitas à exploração madeireira seletiva na Amazônia Central, observou-se que a precipitação interna na floresta

Pristine (controle) variou de 74,2 a 87,8% e nas parcelas manejadas de 86,9 a 92,9%, e um aumento na precipitação interna também foi verificado após a exploração seletiva. Esses resultados corroboram os resultados do presente estudo e os citados acima, cuja precipitação interna está entre 78% (CARDOSO et al., 2002) e 83,3% do presente estudo.

Além do clima, intensidade e intervalos de precipitação, outro fator que influencia essa variação na precipitação interna é o perfil da floresta, como o tipo de vegetação. Trigo et al. (2024), ao estudarem a dinâmica da precipitação total e interna no perfil florestal da Amazônia Central, tiveram os seguintes resultados para precipitação interna, Platão – 77,2%, Vertente – 76,2% e Baja – 71,4%. Com exceção da floresta chamada 'Bajo', os dados de precipitação estão na faixa de 78 a 83,3%; Segundo os autores, em Baixo a floresta é classificada como campinarana, que é uma floresta baixa e densa, árvores com altura entre 20-35 m dominada por palmeiras, arbustos e líquenes sob solos encharcados durante a estação chuvosa. A encosta é classificada como floresta de arenito, com altura de 25-35 m, copa de até 25 m com poucas árvores emergentes. No planalto, a formação florestal predominante chamada floresta argilosa está localizada com um dossel de 30-35 m, 35-40 m de altura são árvores altas e finas. E, no entanto, os autores relatam que a maioria deles são palmeiras. Em um estudo sobre precipitação efetiva em uma floresta estacional semidecidual na reserva Mata do Paraíso, Viçosa, MG, Oliveira Junior (2006) observou nos resultados de seu trabalho que existe uma relação entre cobertura florestal e precipitação, essa cobertura vegetal reteve aproximadamente 20,7% da precipitação total aberta, obtendo-se uma precipitação interna que variou entre 71,3 e 76,9%.

Depois de passar pelo dossel, a precipitação interna encontra outra proteção do solo, que é a serapilheira produzida pela floresta e se acumula no solo. De fato, a serapilheira é uma das grandes transformações que ocorrem na floresta, pois uma vez erodida libera minerais, nutrientes e matéria orgânica no solo. Dois elementos importantes para o crescimento da floresta e a manutenção dos recursos hídricos do ecossistema.

6.2 Inventário florestal

O inventário realizado nas parcelas pluviométricas internas mostrou que foram encontradas 42 espécies arbóreas, 88 indivíduos, com DPA maior que 15 cm,

distribuídas em 25 famílias (Tabela 2), nas três parcelas da mata ciliar do rio Huallaga. A família Moraceae com 20 espécies, seguida pela família Fabaceae (15) e Rubiaceae (15) foram as famílias com maior número de espécies. Oliveira Junior et al. (2006) em um estudo sobre a composição, diversidade e similaridade florística de uma floresta tropical semidecidual submontana em Marcelândia-MT verificaram que as famílias mais ricas em espécies foram: Lauraceae (15,99%), Melastomataceae (12,97%), Sapotaceae (12,50%), Fabaceae – Mimosoideae (9,91%), Burseraceae (9,13%), Moraceae (7,29%). Aqui, as Moraceae já foram a família com menos espécies.

Tabela 6 - Número de indivíduos, família e espécies encontrados no inventário das parcelas de precipitação interna da Mata ciliar do rio Huallaga, Tingo Maria, Peru, 2024.

| Parcela | Número de indivíduos | Número de Famílias | Número de Espécies |
|--------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 33 | 13 | 21 |
| 2 | 33 | 5 | 10 |
| 3 | 22 | 7 | 11 |
| Total | 88 | 25 | 42 |

Fonte: dados da pesquisa.

Após o inventário florestal, as espécies foram classificadas pelo Índice de Valor de Importância em porcentagem (VI%), calculado com base nos valores de Densidade, Dominância e Frequência Relativa (Tabela 3). Os resultados do estudo indicam que a avaliação da densidade da vegetação arbórea, da família Moraceae apresentam alta densidade, dominância, e frequência, o que significa grande abundância em comparação com outras famílias das parcelas de pesquisa. A espécie florestal *Sterculia pruriens*, impacta o ecossistema florestal devido às suas características de fuste o tronco (DAP 105,01 cm), altura comercial (25 m), altura total (35 m) e grande cobertura de dossel, em comparação com as demais espécies identificadas, marcando sua grande importância na estrutura da mata ciliar.

No estudo de Oliveira Junior et al. (2006), o gênero mais rico foi *Vochysia*. De acordo com Oliveira et al. (2011) no estudo das parcelas de mata ciliar do rio Huallaga, utilizadas nos cálculos do Índice de Valor de Importância (IVI) e do Índice de Valor de Cobertura (CV), a sazonalidade e a interceptação de chuvas na Floresta Nacional de Caxiuanã – Amazônia oriental, cuja floresta é de altitude, preservadas com um dossel médio de 35 m, as espécies predominantes foram: *Escheweilera coriaceae* (Ap. Dec.) Martius ex Berg, *Voucapoua americana* Aublet e *Protium pallidum* Cuatrec.

Tabela 7 - Densidade Relativa (DeR), Dominância Relativa (DoR), Frequência Relativa (FrR) Índice de valor de Importância (IVI) Índice de valor de Cobertura (VC%) das espécies encontradas nas três parcelas do PNTM, Tingo Maria, Peru, 2024.

| Espécies | DeR | Dor | FrA | FrR | IVI | Vi% | IVC | VC % |
|---|-------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|
| <i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K. Schum. | 1,14 | 20,96 | 33,33 | 2,33 | 24,42 | 8,14 | 22,09 | 11,05 |
| <i>Trymatococcus amazonicus</i> Poepp. & Endl. | 12,50 | 2,83 | 100,00 | 6,98 | 22,31 | 7,44 | 15,33 | 7,67 |
| <i>Remijia peruviana</i> Standl. | 12,50 | 4,49 | 66,67 | 4,65 | 21,64 | 7,21 | 16,99 | 8,49 |
| <i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb. | 11,36 | 3,16 | 33,33 | 2,33 | 16,85 | 5,62 | 14,52 | 7,26 |
| <i>Matisia bicolor</i> Ducke | 1,14 | 10,94 | 33,33 | 2,33 | 14,41 | 4,80 | 12,08 | 6,04 |
| <i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav. | 3,41 | 5,86 | 66,67 | 4,65 | 13,92 | 4,64 | 9,27 | 4,63 |
| <i>Ficus guianensis</i> Desv. ex Ham. | 2,27 | 4,81 | 66,67 | 4,65 | 11,73 | 3,91 | 7,08 | 3,54 |
| <i>Pterygota amazonica</i> L.O. Williams ex Dorr | 2,27 | 6,52 | 33,33 | 2,33 | 11,12 | 3,71 | 8,79 | 4,40 |
| <i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook | 3,41 | 4,88 | 33,33 | 2,33 | 10,61 | 3,54 | 8,29 | 4,14 |
| <i>Remijia chelomaphylla</i> G.A. Sullivan | 2,27 | 1,88 | 66,67 | 4,65 | 8,81 | 2,94 | 4,16 | 2,08 |
| <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | 2,27 | 4,17 | 33,33 | 2,33 | 8,77 | 2,92 | 6,44 | 3,22 |
| <i>Dendrobangia boliviana</i> Rusby | 1,14 | 4,52 | 33,33 | 2,33 | 7,98 | 2,66 | 5,66 | 2,83 |
| <i>Theobroma cacao</i> L. | 4,55 | 1,00 | 33,33 | 2,33 | 7,87 | 2,62 | 5,54 | 2,77 |
| <i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth. | 1,14 | 4,28 | 33,33 | 2,33 | 7,74 | 2,58 | 5,41 | 2,71 |
| <i>Bauhinia brachycalyx</i> Ducke | 2,27 | 0,68 | 66,67 | 4,65 | 7,60 | 2,53 | 2,95 | 1,48 |
| <i>Inga alba</i> (Sw.) Willd. | 3,41 | 1,38 | 33,33 | 2,33 | 7,12 | 2,37 | 4,79 | 2,40 |
| <i>Guatteria guentheri</i> Diels | 2,27 | 2,45 | 33,33 | 2,33 | 7,05 | 2,35 | 4,72 | 2,36 |
| <i>Naucleopsis glabra</i> Spruce ex Pittier | 3,41 | 1,04 | 33,33 | 2,33 | 6,78 | 2,26 | 4,45 | 2,23 |
| <i>Nectandra longifolia</i> (Ruiz & Pav.) Nees | 1,14 | 3,10 | 33,33 | 2,33 | 6,56 | 2,19 | 4,24 | 2,12 |
| <i>Triplaris poeppigiana</i> Wedd. | 3,41 | 0,46 | 33,33 | 2,33 | 6,20 | 2,07 | 3,87 | 1,94 |
| <i>Sapium marmieri</i> Huber | 1,14 | 2,38 | 33,33 | 2,33 | 5,84 | 1,95 | 3,52 | 1,76 |
| <i>Matisia cordata</i> Bonpl. | 2,27 | 1,09 | 33,33 | 2,33 | 5,69 | 1,90 | 3,36 | 1,68 |
| <i>Zygia coccinea</i> (G. Don) L. Rico | 2,27 | 0,96 | 33,33 | 2,33 | 5,56 | 1,85 | 3,23 | 1,62 |
| <i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud. | 2,27 | 0,59 | 33,33 | 2,33 | 5,19 | 1,73 | 2,86 | 1,43 |
| <i>Nectandra cissiflora</i> Nees | 2,27 | 0,46 | 33,33 | 2,33 | 5,06 | 1,69 | 2,74 | 1,37 |
| <i>Cecropia membranacea</i> Trécul | 1,14 | 1,37 | 33,33 | 2,33 | 4,83 | 1,61 | 2,50 | 1,25 |
| <i>Piptadenia pteroclada</i> Benth. | 1,14 | 0,93 | 33,33 | 2,33 | 4,39 | 1,46 | 2,07 | 1,03 |
| <i>Aparisthium cordatum</i> (A. Juss.) Baill. | 1,14 | 0,84 | 33,33 | 2,33 | 4,30 | 1,43 | 1,98 | 0,99 |
| <i>Caryocar amygdaliforme</i> Ruiz & Pav. ex G. Don | 1,14 | 0,53 | 33,33 | 2,33 | 3,99 | 1,33 | 1,67 | 0,83 |
| <i>Iriarteia deltoidea</i> Ruiz & Pav. | 1,14 | 0,50 | 33,33 | 2,33 | 3,96 | 1,32 | 1,64 | 0,82 |
| <i>Ficus maxima</i> Mill. | 1,14 | 0,48 | 33,33 | 2,33 | 3,94 | 1,31 | 1,62 | 0,81 |
| <i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd. | 1,14 | 0,12 | 33,33 | 2,33 | 3,59 | 1,20 | 1,26 | 0,63 |
| <i>Emmotum glabrum</i> Benth. Ex Miers | 1,14 | 0,10 | 33,33 | 2,33 | 3,56 | 1,19 | 1,23 | 0,62 |
| <i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer | 1,14 | 0,10 | 33,33 | 2,33 | 3,56 | 1,19 | 1,23 | 0,62 |
| <i>Ocotea argyrophylla</i> Ducke | 1,14 | 0,08 | 33,33 | 2,33 | 3,54 | 1,18 | 1,21 | 0,61 |
| <i>Bellucia pentâmera</i> Naudin | 1,14 | 0,06 | 33,33 | 2,33 | 3,53 | 1,18 | 1,20 | 0,60 |

Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 8 - Discriminação de espécies por Família, encontradas nas três parcelas do PNTM, Tingo Maria, Peru, 2024.

| Família | Espécie |
|-----------------|--|
| Annonaceae | <i>Aguatteria guentheri</i> Diels |
| Araceae | <i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav. |
| Caryocaraceae | <i>Caryocar amygdaliforme</i> Ruiz & Pav. ex G. Don |
| Combretaceae | <i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud. |
| Euphorbiaceae | <i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill. <i>Sapium marmieri</i> Huber |
| Fabaceae | <i>Bauhinia brachycalyx</i> Ducke |
| | <i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F.Cook |
| | <i>Inga alba</i> (Sw.) Willd |
| | <i>Piptadenia pteroclada</i> Benth. |
| Lauraceae | <i>Zygia coccinea</i> (G.Don) L.Rico |
| | <i>Nectandra cissiflora</i> Nees |
| | <i>Nectandra longifolia</i> (Ruiz & Pav.) Nees |
| Malvaceae | <i>Ocotea argyrophylla</i> Ducke |
| | <i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth. |
| | <i>Matisia bicolor</i> Ducke |
| | <i>Matisia cordata</i> Bonpl. |
| | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. |
| | <i>Pterygota amazonica</i> L.O Williams ex Dorr |
| Melastomataceae | <i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K. Schum. |
| | <i>Theobroma cacao</i> L. |
| Metteniusaceae | <i>Bellucia pentámera</i> Naudin |
| Moraceae | <i>Dendrobangia boliviana</i> Rusby |
| | <i>Emmotum glabrum</i> Benth. Ex Miers |
| | <i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav. |
| | <i>Ficus guianensis</i> Desv. |
| Polygonaceae | <i>Ficus maxima</i> Mill. |
| | <i>Naucleopsis glabra</i> Spruce ex Baillon |
| | <i>Trymatococcus amazonicus</i> Poepp. & Endl. |
| Rubiaceae | <i>Triplaris poeppigiana</i> Wedd. |
| | <i>Remijia chelomaphylla</i> G.A Sullivan |
| Urticaceae | <i>Remijia peruviana</i> Standl. |
| | <i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer |
| Urticaceae | <i>Cecropia membranacea</i> Trécul |
| | <i>Urea baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd. |
| | <i>Urea caracasana</i> (Jacq.) Griseb. |

Fonte: dados da pesquisa.

Observou-se também, com a avaliação da densidade da vegetação arbórea, nas parcelas de pesquisa com DPA maior que 15 cm de diâmetro, que as espécies da família Moraceae, apresentam alta densidade, dominância e frequência, o que significa grande abundância em relação às demais famílias das parcelas de pesquisa. Em estudo semelhante realizado por Ayón Azua e Loor Pisco (2024), na mata ciliar do rio Jipijapa, no Equador, a espécie florestal *Mangifera indica* L. teve um IVI de 8,4%, seguida de perto por *Citrus sinensis* Osbeck, com 8,0% de IVI. Da mesma

forma, é importante notar que, graças ao inventário florestal, foi confirmada a presença de *Emmotum glabrum* Benth, cuja existência só é relatada nas florestas tropicais de San Martín, Puno e Ucayali (GBIF, MOL, 2024), além de sua notável distribuição na Venezuela e na Colômbia.

Por fim, o inventário florestal mostrou a existência de uma grande variabilidade florística nas parcelas pluviométricas estudadas, que, juntamente com a estrutura da vegetação, são indicadores de que a mata ciliar em estudo é um ecossistema diversificado e resiliente, importante para a preservação da diversidade biológica e da saúde das matas ciliares.

6.3 Análise do solo

6.3.1 Propriedades físicas do solo

Os solos da mata ciliar do rio Huallaga são essencialmente arenosos, nas duas camadas avaliadas (Tabela 9), com baixas concentrações da fração argila. Isso é típico de solos Entisols, de acordo com o sistema de classificação Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2022) e Neosols, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018). É considerado um solo pouco evoluído, com pouco desenvolvimento de horizontes pedogenéticos, especialmente o horizonte B, devido à presença de material de origem não consolidado. Essa característica granulométrica permite que o solo tenha boa drenagem, de modo que em épocas de maior pluviosidade na região não há períodos prolongados de erosão.

Tabela 9 - Propriedade física de amostras de solo da mata ciliar do rio Hallaga, PNTM, Tingo Maria, Peru, fevereiro de 2024.

| Parcela | Prof. (cm) | Areia (%) | Silte (%) | Argila (%) | Classe |
|---------|------------|-----------|-----------|------------|-----------------------|
| | | | | | Classificação peruana |
| 1 | 0-20 | 68 | 11 | 21 | Franco Argilo Arenoso |
| 1 | 20-40 | 66 | 13 | 21 | Franco Argilo Arenoso |
| 2 | 0-20 | 52 | 29 | 19 | Franco |
| 2 | 20-40 | 42 | 33 | 25 | Franco |
| 3 | 0-20 | 74 | 13 | 21 | Areia franca |
| 3 | 20-40 | 72 | 15 | 21 | Areia franca |

Fonte: dados da pesquisa. Parcelas: 1. Cuevas de las Lechuzas. 2. Brisas. 3. Três de Maio

Resumidamente, pode-se ver que:

- **Parcela 1:** O solo apresenta uma textura “franco- argilo-arenoso” tanto a 0-20 cm quanto a 20-40 cm de profundidade. As proporções de areia são altas (68% na camada superior e 66% na camada inferior), enquanto os teores de silte (11% e 13%) e argila (21% em ambas as profundidades) permanecem relativamente constantes.

- **Parcela 2:** o solo desse lote é classificado como “franco”. Na profundidade de 0-20 cm, há uma porcentagem menor de areia (52%) em comparação com a parcela 1, mas um teor maior de silte (29%) e argila (19%). Na camada de 20-40 cm, o teor de areia cai para 42%, com um aumento notável de silte (33%) e argila (25%), indicando uma textura mais equilibrada, onde o aumento de silte e argila na camada mais profunda se destaca corretamente.

- **Parcela 3:** o solo desse lote é classificado como “Areia franca” (74% de areia na camada de 0-20 cm e 72% na camada de 20-40 cm). Esse tipo de solo tem uma proporção maior de areia e quantidades menores de silte (13% e 15%) e argila (21% em ambas as camadas), o que implica um solo com boas propriedades de drenagem.

Vásquez et al. (2019), ao estudar a qualidade do solo em diferentes sistemas de uso da terra no Distrito de Eslabón, Província de Huallaga-San Martín, Peru, em termos de classificação do solo, passaram de franco-argiloso para franco-arenoso.

Aquino et al. (2020), comparando a qualidade do solo em diferentes sistemas de uso da terra na selva alta de Huánuco, Peru, descobriram que os solos SAF e Cocal são classificados como franco-argilosos arenosos e floresta secundária franco-arenosa. No presente trabalho, a parcela número três também foi classificada como “Areia franca”. Essa classificação indica que os solos estudados apresentam boa infiltração, característica importante do ponto de vista hidrológico.

A amostragem de solo foi feita pelo método de exploração por perfuração com o uso de uma sonda, seguindo amostragem aleatória simples. No Brasil, é utilizado o Sistema Brasileiro de Classificação Multicategórica de Solos (SiBCS), que inclui as categorias de ordem, subordem, grande grupo e subgrupo, até o momento.

6.3.2 Propriedades químicas

A Tabela 10 mostra que os solos apresentam variações no pH, matéria orgânica (Mo), azoto (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e capacidade de troca catiônica (etc).

Tabela 10 - Propriedades químicas de amostras de solo da mata ciliar do rio Huallaga, PNTM, Tingo Maria, Peru, fevereiro de 2024.

| Parcela | pH | Mo | N | P | K | Ca | Mg | ctc |
|---------|-----|-----|--------|---------|---------|---------|---------|-------|
| | | % | % | ppm | cmol/kg | cmol/kg | cmol/kg | |
| 1 | 7,4 | 7,1 | 0,3532 | 25,613 | 0,414 | 11,096 | 1,754 | 13,53 |
| 1 | 7,4 | 5,6 | 0,2808 | 23,0047 | 0,312 | 9,852 | 1,624 | 12,09 |
| 2 | 5,9 | 6,4 | 0,3214 | 29,8667 | 0,143 | 6,958 | 0,809 | 8,02 |
| 2 | 5,8 | 5,0 | 0,2490 | 28,3017 | 0,117 | 6,334 | 0,511 | 7,07 |
| 3 | 7,3 | 6,6 | 0,3301 | 28,9838 | 0,225 | 10,541 | 1,498 | 12,48 |
| 3 | 7,6 | 4,0 | 0,1998 | 25,4124 | 0,096 | 7,854 | 1,329 | 9,37 |
| Média | 6,9 | 5,8 | 0,2890 | 22,1467 | 0,218 | 8,772 | 1,254 | 10,43 |

Fonte: dados da pesquisa.

Resumidamente, pode-se ver que:

- pH: Varia de 5,8 a 7,6, indicando variações de ligeiramente ácido a neutro.
- Matéria Orgânica (Mo): Alta em geral, com valores entre 4,0% e 7,1%, o que é positivo para a fertilidade do solo.
- Nutrientes (N, P, K, Ca, Mg): Os níveis variam entre as parcelas, mas em geral há boa disponibilidade de nutrientes essenciais, com cálcio e magnésio em níveis moderadamente altos.
- Capacidade de troca catiônica (CTC): Valores moderados a altos, o que é favorável para a retenção e disponibilidade de nutrientes no solo.

Quando comparados com os dados de Vásquez et al. (2019) referentes às florestas, é importante ressaltar que a maioria dos resultados encontrados na área florestal em comparação com outras áreas (plantio de milho, pastagens e plantio de mandioca) foram superiores. Em seguida, levando-se em consideração os resultados das florestas, observou-se que em termos de pH – 6,48, o resultado ficou dentro da faixa encontrada no presente estudo (5,8 a 5,9). Em relação à matéria orgânica, os resultados do presente estudo mostraram uma média superior em relação à Floresta estudada por Vásquez et al. (2019), que foi de 3,18%, enquanto a média encontrada nas três parcelas foi de 5,8%. Os valores de nitrogênio e fósforo foram inferiores aos do presente estudo: N -0,145%, P-9,088 ppm e N-0,2892%, P-22,1467 ppm,

respectivamente. Para o magnésio, os valores foram semelhantes, 1,39 cmo/kg e 1,254 cmo/kg. Os dados indicam que a região estudada é muito fértil em comparação com dados de uma área relativamente próxima, o que mostra um grande potencial que precisa ser mais investigado. O CIC foi elevado tanto no estudo de Vásquez et al. (2019) quanto nos solos estudados no presente estudo, com média de 12,73 e 10,43, respectivamente.

Aquino et al. (2020) utilizando o método de Sagarpa (2012) citado em que determinam valores ideais para a qualidade do solo, alguns parâmetros utilizados são os valores de K, Ca, MG e CTC que foram em média – 0,06, 2,36, 0,30 e 1,76 respectivamente. Esses valores ficaram bem abaixo dos obtidos no presente estudo, 0,218; 8,77; 1,25; e 10.43.

6.4 Qualidade da água do rio Huallaga

As amostras coletadas no rio Huallaga são as seguintes:

Tabela 11 - Resultados da análise da qualidade da água do Rio Huallaga, adjacentes a mata ciliar, no PNTM. Água efluentes. Parcela 2 (Brisas) y 3 (Tres de Maio).

| PARÂMETROS AVALIADA | RESULTADOS DA AMOSTRA 2 (Brisas) | RESULTADOS DA AMOSTRA 3 (Três de Maio) | VALOR REFERENCIAL |
|--------------------------------------|-------------------------------------|---|-----------------------------|
| Microrganismos aeróbicos viáveis | 25 x 10 ³ UFC/ml | 17 x 10 ³ UFC/ml | 2-7x 10 ³ UFC/ml |
| Coliformes totais | 49 NMP/100 ml | 50 NMP/100 MI | 50 NMP/100 ml |
| Coliformes termotolerantes (E. coli) | 20 NMP/100 ml | 19 NMP/100 MI | 20 NMP/100 ml |
| Staphylococcus | Ausente | Ausente | Ausência |
| Salmonella | Ausencia | Ausencia | Ausência/25 ml |
| Vibrio cholerae | Ausencia | Ausencia | Ausência |
| Fungos (Bolors e leveduras) | 8 x 10 ³ UFC/ml | 8 x 10 ³ UFC/ml | 1 x 10 ³ UFC/ml |
| Ph | 7.54 | 7.63 | 6.5. – 8.5. |

Decreto Supremo 004/2017 MINAM. Norma de Qualidade Ambiental (ECA) Peru.

Fonte: Laboratório de Análise de Água da Universidade UNAS-Peru 06/05/2024.

Analisando os resultados, a Tabela 11, apresenta os resultados das análises microbiológicas e químicas da água do rio Huallaga, duas amostras, parcela 2 e parcela 3, conforme segue:

Parcela 2 (Brisas) e Parcela 3 (Três de Maio)

1 Microrganismos aeróbicos viáveis

- Resultados, Amostra 2: 25×10^3 UFC/ml e Amostra 3: 17×10^3 UFC/ml
- Valor referencial: $2 - 7 \times 10^3$ UFC/ml
- Eles não atendem ao padrão. Os valores excedem o limite superior permitido (7×10^3 UFC/ml).
- **Importância para a saúde e o meio ambiente:**
 - Para a saúde humana, um excesso de microrganismos aeróbicos viáveis indica que a água tem muitas bactérias, que podem causar infecções gastrointestinais se não forem tratadas adequadamente.
 - Para o meio ambiente, isso significa que há uma grande quantidade de bactérias que podem estar decompondo matéria orgânica na água, afetando a qualidade dos corpos d'água onde vivem peixes e plantas.
 - Fontes potenciais de contaminação: O excesso de bactérias aeróbicas pode ser devido a resíduos orgânicos, esgoto não tratado ou decomposição de vegetação ou animais na água.

2 Coliformes totais

- Resultados, Amostra 2: 49 NMP/100 ml e Amostra 3: 50 NMP/100 ml
- Valor referencial: 50 NMP/100 ml
- Sim atendem ao padrão. Estão ligeiramente no limite permitido (50 MPN/100 ml).
- Importância para a saúde e o meio ambiente:
 - ⊖ Para a saúde, um alto número de coliformes totais indica contaminação fecal ou de outros resíduos orgânicos.
 - ⊖ Para o meio ambiente, um excesso de coliformes totais pode indicar um processo de eutrofização.
 - Possíveis fontes de contaminação: Esgoto, infiltração de fossas sépticas ou matéria orgânica em decomposição nas proximidades do corpo d'água.

3 Coliformes termotolerantes (*E. coli*)

- Resultados, Amostra 2: 20 NMP/100 ml e Amostra 3: 19 NMP/100 ml
- Valor referencial: 20 NMP/100 ml
- Sim atende ao padrão. Em conformidade.
- Embora ambas as amostras estejam ligeiramente cerca do padrão (20 MPN/100 ml).
- Importância para a saúde e o meio ambiente:
 - Para a saúde, a presença de *E. coli* na água indica que ela esteve em contato com fezes.
 - Para o meio ambiente, a presença de *E. coli* indica contaminação fecal que pode afetar a fauna aquática
 - Possíveis fontes de contaminação: Excrementos humanos ou animais, esgoto não tratado ou infiltração de sistemas sépticos.

4 Staphylococcus

- Resultados, Amostra 2: Presença e Amostra 3: Presença
- Valor de referência: Ausência
- Sim, está em conformidade com o padrão.
- Importância para a saúde e o meio ambiente:
 - Para a saúde, o Staphylococcus é uma bactéria que pode causar infecções de pele e outras doenças se ingerida ou se a água contaminada entrar em contato com feridas.
 - Para o meio ambiente, a presença dessa bactéria não tem impacto direto significativo.
 - Fontes potenciais de contaminação: Resíduos corporais, como fezes ou fluidos, de humanos ou animais.

5 Salmonella

- Resultados, Amostra 2: Ausência e Amostra 3: Ausência
- Valor de referência: Ausência
- Sim atendem ao padrão. Em conformidade

- Importância para a saúde e o meio ambiente:
 - Para a saúde, a *Salmonella* é perigosa, pois pode causar doenças, como febre tifoide ou gastroenterite. Beber água contaminada com essa bactéria pode ter sérias consequências.
 - Para o meio ambiente, a *Salmonella* pode afetar a fauna que consome água contaminada, embora seu impacto no ecossistema seja mais indireto.
 - Possíveis fontes de contaminação: contaminação fecal, provavelmente de animais ou humanos, ou infiltração de esgoto mal tratado.

6 *Vibrio cholerae*

- Resultados: Ausência em ambas as amostras
- Valor de referência: Ausência
- Síntese atende ao padrão, em conformidade
- Importância para a saúde e o meio ambiente:
 - ⊖ Para a saúde, o *Vibrio cholerae* é a bactéria responsável pela cólera, uma doença muito grave que pode causar diarreia grave e desidratação rápida.
 - Para o meio ambiente, *Vibrio cholerae* pode afetar a fauna aquática em áreas onde as condições são propícias à sua proliferação.
 - Fontes potenciais de contaminação: contaminação fecal, esgoto bruto ou corpos d'água próximos a áreas densamente povoadas sem infraestrutura de saneamento adequada.

7. Fungos (bolors e leveduras)

- Resultados: 8×10^3 UFC/ml em ambas as amostras
- Valor referencial: 1×10^3 UFC/ml
- Não atende ao padrão. Os níveis de fungos estão bem acima do limite permitido.
- Importância para a saúde e o meio ambiente:
 - Para a saúde, o excesso de fungos na água pode ser problemático, pois podem causar infecções em pessoas com sistema imunológico enfraquecido ou gerar reações alérgicas.

- Para o meio ambiente, um alto teor de fungos indica que a água pode estar decompondo matéria orgânica o que pode alterar o equilíbrio do ecossistema aquático.
- Possíveis fontes de contaminação: Material orgânico em decomposição, como folhas, galhos, animais mortos ou esgoto que promove o crescimento de fungos

8 pH

- Resultados, Amostra 2: 7,54 ph e Amostra 3: 7,63 ph
- Valor referencial: 6.5 - 8.5
- Atendem ao padrão. Está em conformidade. O pH está dentro da faixa permitida.
- Importância para a saúde e o meio ambiente:
 - Para a saúde, um pH dentro dessa faixa é adequado tanto para consumo humano quanto para uso recreativo. Não é nem muito ácido nem muito alcalino, por isso não apresenta riscos para a pele ou para o trato digestivo.
 - Para o meio ambiente, esse pH é adequado para a maioria das espécies aquáticas e contribui para manter um equilíbrio saudável no ecossistema.
 - Possíveis fontes de variação: O pH da água pode ser alterado por descargas industriais, poluição química ou decomposição de materiais orgânicos em grandes quantidades, mas neste caso o pH está dentro dos limites aceitáveis.

Verifica-se que as amostras de água do rio Huallaga, adjacentes às parcelas 2 (Brisas) e 3 (Três de Maio) cumprem vários dos padrões de qualidade ambiental estabelecidos pelo Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM - No entanto, se a água dessa fonte for usada para outros fins, como irrigação agrícola ou uso industrial, os parâmetros microbiológicos são aceitáveis. Por exemplo, no caso de uso agrícola para irrigação de culturas, o padrão de qualidade seria menos exigente em alguns aspectos, pois o contato direto entre humanos e a água seria mínimo e o risco à saúde seria menor.

O estudo da qualidade da água, bem como de todo o ciclo hidrológico, especialmente por meio do monitoramento hidrológico, é uma ferramenta importante,

ainda mais em uma área com pouco impacto ecológico em comparação com outras áreas florestais. Silva et al. (2008), estudando a influência da precipitação na qualidade da água do rio Purús, observaram que existe uma correlação entre a temperatura e o oxigênio dissolvido com a precipitação. E que com o aumento dos acúmulos mensais de chuva há um aumento da temperatura, condutividade, sólidos suspensos e oxigênio dissolvido e diminuição da turbidez. E, além dos padrões de chuva, o uso da terra também determina a qualidade da água.

Em seu estudo em quatro pontos de coleta, Seringal da Caridade, Seringal Fortaleza, Lábrea, Arumã observou que os sólidos suspensos do Seringal da Caridade foram maiores em relação aos demais. O ponto de coleta dessa área está localizado próximo ao perímetro urbano de Boca do Acre (AC), área de alta ação antrópica. Isso indica que a alta concentração de sólidos em suspensão é indicativa de degradação ambiental em áreas próximas aos locais de coleta. Nos locais onde ocorreu a remoção florestal nas regiões de Oxampa, no Peru, observou-se um aumento significativo na temperatura da água e mudanças no pH e nas concentrações de oxigênio dissolvido. Embora o resultado do oxigênio dissolvido seja baixo, o que pode causar hipóxia ou mesmo anóxia em lagos tropicais, o que pode causar mortalidade de peixes mesmo em rios livres de poluição como os da região amazônica, segundo Esteves (1998) existem estudos que indicam adaptabilidade das condições de anóxia de certas espécies de peixes encontradas na bacia amazônica. E de acordo com Silva et al (2008), isso explica por que o rio Purús, mesmo em condições de baixa quantidade de oxigênio dissolvido, ainda é responsável por 40% dos desembarques de peixes nos mercados de Manaus.

6.5 Análise da Serapilheira

O ecossistema é bastante produtivo com uma média de 28.489 t de serapilheira seca por hectare (Tabela 12). Esta cama tem um grande potencial de retenção temporária de água, com uma umidade média de 63% no momento da recolha. A umidade retida é transmitida à camada superficial do solo por gravidade e muito lentamente. Isso torna a serapilheira uma ótima fonte de umidade para o solo ao longo do tempo. Almeida et al. (2015), ao estudarem a produção de serapilheira em florestas intactas e colhidas seletivamente no sul da Amazônia, encontraram uma produção de 10,6 t por hectare, segundo os autores, uma média mais alta geralmente encontrada

para a floresta amazônica. Em estudos de serapilheira na Amazônia Central, Meridional, Setentrional e Oriental, o valor da produção varia de 7,30 a 11,8 t por hectare (SILVA; LOBO, 1982; LUÍS; SCHUBART, 1987; LUIZÃO, 1989; SCOTT et al., 1992; MARTIUS et al., 2004; SELVA et al., 2007).

Na área do Cerrado, esse valor é menor, variando de 2 a 8 t por hectare (GIÁCOMO et al., 2012; SILVA et al., 2007; HARIDASAN, 2000); de acordo com Haridasan (2000), devido à variação da fitofisionomia predominante.

Tabela 12 - Produção de serapilheira, acumulada em o solo da floresta ribeirinha do rio Huallaga, PNTM, Tingo Maria, Peru, fevereiro de 2024.

| Parcela | Serapilheira (t Matéria Seca/ha) | Teor de Umidade (%) |
|----------------|---|--------------------------------|
| 1 | 25,1 | 64 |
| 2 | 30,9 | 63 |
| 3 | 29,4 | 61 |
| Média | 28,5 | 63 |

Fonte: dados da pesquisa.

A importância da serapilheira está em ser um indicador de produtividade ecológica, útil para prever a ciclagem de nutrientes e entender os mecanismos de fertilização do solo. A serapilheira também é um dos principais componentes do trânsito e interação nos processos de retroalimentação planta-solo, sua análise permite compreender as estratégias de competitividade e adaptabilidade biogeoquímica em comunidades, em torno de espécies vegetais. A serapilheira também tem uma relação importante com a água e os nutrientes do solo em decorrência de sua decomposição, mantendo a umidade necessária.

Figura 14 - Amostras de serapilheira extraídas das parcelas no PNTM, Tingo Maria, Peru.



Fonte: fotos do autora

7 CONCLUSÕES

- De acordo com os resultados encontrados, pode-se concluir que o trecho de mata ciliar do rio Huallaga, sendo protegido pelo Parque Nacional Tingo Maria, Peru, pode ser caracterizado por boas condições de diversidade de espécies e indivíduos (88), um grande volume de serapilheira acumulada no solo e uma alta precipitação interna, 86% da precipitação aberta. Isso demonstra a grande importância da manutenção desse ecossistema que permite boas condições do solo e infiltração de água, protegendo o rio, principalmente a qualidade da água corrente.

- O alto percentual de precipitação interna nas matas ciliares indica uma grande capacidade de filtragem da água da chuva, favorecendo um fornecimento constante de água ao solo, essencial para a biodiversidade e a manutenção dos recursos hídricos.

- A precipitação externa registrou maiores flutuações mensais do que a precipitação dentro das florestas.

- O inventário florestal revelou uma alta biodiversidade nas matas ciliares do rio Huallaga, destacando-se entre elas a espécie *Sterculia pruriens*, pertencente à família Malvaceae, que se torna uma espécie de destaque devido às dimensões de altura,

caule e sua capacidade de cobertura. Também a espécie *Emmotum glabrun* Benth, uma espécie rara nas florestas da Amazônia peruana.

- A serapilheira acumulada registra um alto potencial de retenção de água (com 63% de umidade) e com uma produção de 28.489 t/ha., contribuindo significativamente para a umidade do solo e a produtividade do ecossistema ripário.

- Os resultados da análise das propriedades físicas dos solos são importantes porque, em termos gerais, variam ligeiramente na textura, variando entre solos franco-arenosos, franco-francos e franco-arenosos argilosos, mostrando a sua boa capacidade de drenagem e retenção de nutrientes.

- Quanto à análise química dos solos, também houve resultados a ter em conta, como o Ph, que varia entre ligeiramente ácido e neutro; altos valores de matéria orgânica variando de 4,0% a 7,1%, indicando boa fertilidade do solo; têm boa disponibilidade de nutrientes essenciais, como N, P, K, Ca e Mg, com níveis moderadamente elevados de cálcio e magnésio; Conclui-se que a capacidade de troca catiônica é moderada a alta, fator que favorece a retenção e disponibilidade de nutrientes.

- Na análise microbiológica da água do rio Huallaga, nos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, o pH é ligeiramente alcalino, mas aceitável; na DBO, indica uma carga orgânica moderada; O nitrogênio total de 10.00 mg N/L, alerta para a presença notável de compostos nitrogenados; fósforo total (P), ligeiramente baixo; a temperatura de 32°C indica uma temperatura alta, mas típica de regiões tropicais; turbidez, indica uma clareza da água; o Resíduo Total Aceitável; o Oxigênio dissolvido, de baixa saturação e preocupante para a vida aquática; presença de *Coliformes Termotolerantes*, que indicam alguma contaminação fecal. Conclui-se que, apesar de alguns pontos de preocupação, a qualidade da água do rio Huallaga é classificada como "Boa".

8 RECOMENDAÇÕES

- Continuar com os estudos hidrológicos da mata ciliar do rio Huallaga, com aumento do número de parcelas e processos hidrológicos como escoamento de troncos, escoamento superficial no solo, qualidade da água por precipitação interna e, com isso, fortalecer ainda mais a aliança UFV-UNAS.

- Implementar programas de conservação que protejam a alta diversidade florística em matas ciliares.

- Realizar inventários periódicos para monitorar as mudanças na composição e estrutura da mata ciliar.
- Continuar monitorando a precipitação interna e externa para avaliar a eficácia do dossel na filtragem da água.
- Promover práticas de manejo que mantenham alta retenção de umidade na serapilheira, pois é importante para a produtividade e sustentabilidade do solo.
- Implementar técnicas de conservação do solo, como cobertura vegetal e uso de fertilizantes orgânicos, para melhorar a capacidade de troca catiônica e a disponibilidade de nutrientes.
- Estabelecer programas de monitoramento contínuo da qualidade da água do rio Huallaga, com foco em parâmetros termotolerantes a coliformes e oxigênio dissolvido.
- Desenvolver um programa de educação ambiental sobre a gestão sustentável da bacia hidrográfica do rio Huallaga.
- Desenvolver programas educacionais para as comunidades locais sobre a importância das matas ciliares e da qualidade da água.
- Investigar o impacto das atividades humanas que entram na zona de amortecimento florestal, promovendo a participação da comunidade em projetos de conservação e manejo sustentável dos recursos florestais e hídricos.
- O trabalho realizado durante esse período também foi repleto de ricas experiências, nas quais o trabalho de campo, por si só, revelou a riqueza biológica das florestas, bem como os riscos e situações peculiares que surgiram durante o decorrer da pesquisa; como é o caso de mencionar a presença de uma variedade de animais selvagens, como cobras, roedores, pássaros, macacos, etc. Observou-se que muitos deles traçavam caminhos na floresta para obter água do rio Huallaga. Da mesma forma, levando em consideração a topografia das matas ciliares, que geralmente apresentam declive regularmente íngreme e cujo solo é a presença de rochas fragmentadas, que, após uma chuva torrencial de inverno, se soltam e rolam encosta abaixo, muitas vezes colocando em risco a integridade física da equipe de pesquisa em seu trabalho diário de medição e registro de chuvas. Da mesma forma, verificou-se que, devido ao alto grau de umidade dessas florestas e à fragilidade dos galhos das árvores, muitas vezes, em dias chuvosos e ventos fortes, esses galhos se quebraram, destruindo no outono alguns dos pluviômetros instalados sob a copa das árvores, obrigando-nos a substituí-los. Conclui-se que a correlação dos resultados dos

parâmetros avaliados, incluindo a valiosa observação do processo de interceptação da vegetação na precipitação, permitiu atingir os objetivos da pesquisa, lançando as bases para recomendar a continuidade de outros trabalhos de pesquisa. Para tanto, o autor e executor deste trabalho, disponibilizou à Universidade Nacional Agrária da Selva (UNAS) e ao Parque Nacional, a capacidade instalada, com 50 pluviômetros, localizados em três setores do parque nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E. J.; LUIZAO, F.; RODRIGUES, D. J. Produção de serapilheira em florestas intactas e exploradas seletivamente no sul da Amazonia em função da área basal da vegetação e da densidade de plantas. *Acta Amazonica*, v. 45, n. 2, p. 157-166, 2015.

AQUINO, L. A.; ALVAREZ, M. N.; ROFNER, N. F. Qualidade do solo em diferentes sistemas de uso na selva alta de Huánuco, Peru. *Revista Tayacaja*, v. 3, n. 1, p. 112-125, 2020.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de Mata Atlântica em uma micro bacia experimental em Cunha-SP. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 257-262, 2003.

AYON AZUA, A. A.; **LOOR PISCO, B. K. Estrutura e composição da floresta e margem do rio da bacia média do rio Jipijapa Manabí, Equador, 2024.** (Tese de bacharelado, Jipijapa-Unesum), 2024.

CARDOSO, C. A. et al. Precipitação interna de um fragmento de Mata Atlântica em el município de Vicoso, MG. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2002, Cuibá. 2002. **Anais...** Cuibá: Sociedade Brasileira Ciência do Solo, p. 106].

CASTRO, P. S. et al. Interceptação de chuvas por floresta natural secundária na região de Viçosa, MG. *Revista Árvore*, n. 7, n. 1, p. 76-89, 1983.

DANIEL, T. C.; MUHAR, A.; ARNBERGER, A.; AZNAR, O.; BOYD, J. W.; CHAN, K. M. A., von der DUNK, A. Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 109, n. 23, p. 8812-8819, 2012.

DÉCAMPS, H., R. J.; McCLAIN, M. E. Riparia: Ecology, conservation, and management of streamside communities. Academic Press, 2005.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro: Interciencia, 1998. 602 p.

FERREIRA, S. J. F.; LUIZÃO, F. J.; DALLAROSA, R. L. G. Precipitação interna e interceptação de chuvas em florestas de altitude sujeitas à exploração madeireira seletiva na Amazônia Central. *Revista Acta Amazônica*, v. 35, n. 1, p. 55-62, 2005.

GBIF, MOL. **Distribución de *Emmotum glabrum* Benth. Ex Miers en Perú.** Global Biodiversity Information Facility. 2024.

GIÁCOMO, R. G.; PEREIRA, M. G.; MACHADO, D. L. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de cerradão e mata mesofítica na estação ecológica de Pirapitinga-MG. *Ciência Florestal*, v. 22, p. 669-680, 2012.

GREGORY, S. V.; SWANSON, F. J.; MCKEE, W. A.; CUMMINS, K. W. An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience*, v. 41, n. 8, p. 540-551, 1991.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 12, n. 1, p. 54-64, 2000.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; PAROLIN, P. A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. *Wetlands*, v. 31, n. 4, p. 623-640, 2011.

LEOPOLDO, P. R. **Aspecto hidrológico de florestas Amazônica densa na Região de Manaus: repartição da chuva e respectivas composições em isótopos estáveis.** 1981. 111 f. Tese (Livre Docência) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1981.

LUIZAO, F. J. Litter production and mineral elemento inputto the forest leaves in tropical rainforest. *Geojournal.*, v. 19, p. 407- 417, 1989.

LUIZAO, F. J.; SCHUBART, H. O. R. Litter productionand decomposition in a terra firme forest of Central Amazonia. *Experientia*, v. 43, p. 259-265, 1987.

MARTIUS, C.; HOFER, H-; GARCIA, M. V. B.; ROMBKE, J.; HANAGARTH, W. Litter fall, litter stocks and decomposition rates in rainforest and agroforestry sites in central Amazonia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 68, p. 137-154, 2004.

MELLO, K. de AVERNA R.; RANDHIR, T. O.; CORDEIRO, A.; ALBERTO, C. Effects of land use and coverin water quality of low-order streams in southeastern Brasil, watershed versus riparian zona. *Catena*, v. 167, p. 130-138, Sep. 2017.

MOURA, A. E. S. S.; CORREA M. M.; SILVA, E. R.; FERREIRA, R. L. C.; FIGUEIREDO, A. C.; POSSAS, J. M. C. Interceptação das chuvas em um fragmento de floresta da Mata Atlântica na Bacia do Prata, recife, PE, *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, p. 461-469, 2009.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C.; PEÑA, J. C.; DIAS, H. C. T. Relação entre área basal e precipitação interna (throughfall) em um fragmento de Mata Atlântica: avaliação hidrológica ano 2002-2003. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

AGROMETEOROLOGIA, 13., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2003a. Vol. 1, pág. 173-174.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. C. **Precipitação efetiva em Floresta Estacional Semidecidual na reserva Mata do Paraíso, Vicoso, Minas Gerais**. 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidad Federal de Vicoso, Vicoso, 2006.

OLIVEIRA, L. L. **Avaliação da interceptação da precipitação pela vegetação na floresta nacional de Caxiuanã, Pará**. Dissertação de Mestrado. 2007. 123 p. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB, 2007.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C.; PINHEIRO, E.S. Geoprocessamento aplicado a identificação de corredores ecológicos em Manaus-AM. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO- SBSR, **Anais...** Curitiba. PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011. INPE.P. 45-53, 2011.

PEÑA, J. C.; DIAS, H. C. T. Relação entre área basal e precipitação interna (throughfall) em um fragmento de Mata Atlântica: avaliação hidrológica ano 2002-2003. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2003a. v. 1, p. Páginas 173-174.

SANTOS, H. G. et al. (2018). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl.). Brasília, DF: EMBRAPA.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA (Sagarpa). Desenvolvimento Rural, Pescas e Alimentação (SAGARPA). Subíndice de Uso Sustentável da Terra – Metodologia de Cálculo. FAO e Ministério da Agricultura, Pecuária, Desenvolvimento Rural, Pesca e Alimentação do México, 2012.

SCOTT, D. A.; PROCTOR, J.; THOMPSON, J. Ecological studies on a lowland evergreen rain forest on Maraca Island, Roraima, Brazil. II. Litter and nutrient cycling. *Journal of Ecology*, v. 80, p. 705-717. 1992.

SELVA, E. C.; COUTO, E. G.; JONHSON, M.S.; LEHMANN, J.; Litter fall production and fluvial export in headwater catchments of the Southern Amazon. *Journal of Tropical Ecology*, v. 23, p. 329-335, 2007.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMANI, A. V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *Acta Amazonica*, v. 38, n. 4, dez. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000400017>.

SILVA, A. E.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A. V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *Acta Amazonica*, v. 38, p. 733-742, 2008.

SILVA, C. J. et al. Produção de serrapilheira no Cerrado e Floresta de Transição Amazônia-Cerrado do Centro-Oeste Brasileiro. *Acta Amazônica*, v. 37, n. 4, p. 543-548, 2007.

SILVA, Manoela F. F. da; LOBO, Maria da Graça A. Nota sobre deposição de matéria orgânica em floresta de terra firme, várzes e igapó. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Nova Série Botânica*, Belém, n. 56, p. 1-13, out. 1982.

SOILSURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**, 13th ed. USDA Natural Resources Conservation Service. 2022.

TOCKNER, K., STANFORD, J. A. Riverine flood plains: Present state and future trends. *Environmental Conservation*, v. 29, n. 3, p. 308-330, 2002.

TRIGO, A. R. T. V.; ARCOS, A. N.; LOPES, A.; FERREIRA, S. J. F.; MONTEIRO, T. F.; SILVA, M. L. da. Dinâmica da precipitação total e interna em perfil florestal na Amazônia Central. *Revista Genorte*, v. 15, n. 50, p. 111-129, 2024.

VASQUEZ, M. R.; TRIGOZO, J. P. R.; ROJAS, A. R. Qualidade do solo em diferentes sistemas de uso da terra, distrito de El Eslabón, Província de Huallaga – San Martín, *Pesquisa e Amazônia*, Tingo Maria, Peru, v. 9, n. 7, p. 1-12, 2019.

CAPITULO IV - CONCLUSÕES GERAIS

O objetivo da tese foi realizar um estudo sobre a caracterização hidrológica da floresta ciliar do rio Huallaga na zona de amortecimento do Parque Nacional Tingo Maria. O trabalho consistiu em investigar e avaliar os parâmetros hidrológicos da mata ciliar, do rio Huallaga, abrangendo aspectos fundamentais como a biodiversidade, a qualidade do solo e da água, a desflorestação e a riqueza florística destas florestas. Uma revisão exaustiva e uma análise detalhada foram realizadas para encontrar achados significativos que contribuam para uma melhor compreensão dos processos ecológicos e ambientais nesta região de nossa selva peruana. Para tal, foram realizadas as seguintes atividades:

1. Avaliar a precipitação pluviométrica interna em três parcelas pluviométricas dentro da floresta e margem do rio, instalando 48 pluviômetros plásticos com capacidade de 1.000 ml, registrando a precipitação diariamente durante um período de 8 meses.

2. Realizar um inventário florestal nas três parcelas, para conhecer a riqueza e variabilidade florística da floresta.

3. Análise física e química dos solos, para conhecer a textura e outras características do solo.

4. Análise da umidade da serapilheira e sua contribuição para a proteção do solo em parcelas pluviométricas

5. Análise da água do rio Huallaga, coletada em locais adjacentes das parcelas estabelecidas, para conhecer a qualidade da água e seu grau de contaminação.

O estudo é importante, pois permitiu avaliar em termos gerais, o comportamento hidrológico da mata ciliar e o real estado da vegetação, no seu papel na conservação do ecossistema e do meio ambiente.

A principal contribuição desta pesquisa para a ciência é que ela nos permitiu entender melhor o problema das matas ciliares e propor soluções para que esses ecossistemas continuem cumprindo seu papel de protetores da natureza e do meio ambiente. Esta pesquisa não apenas expande o conhecimento científico sobre a bacia do rio Huallaga, mas também oferece recomendações práticas para sua conservação e gestão sustentável. Em particular, as florestas ribeirinhas do Parque Nacional Tingo Maria apresentam alta biodiversidade e significativa capacidade de retenção de água, ressaltando a importância da conservação desses ecossistemas.