



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ – IFAP –  
CAMPUS LARANJAL DO JARI  
CURSO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**MICHELLY DE SOUZA SANTOS**

**EFEITO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA NA COMPOSIÇÃO E  
RIQUEZA DE ESPÉCIES DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM ÁREAS SOB  
PALAFITAS EM LARANJAL DO JARI, AMAPÁ, BRASIL**

Laranjal do Jari – AP

2022

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ – IFAP –  
CAMPUS LARANJAL DO JARI  
CURSO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**MICHELLY DE SOUZA SANTOS**

**EFEITO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA NA COMPOSIÇÃO E  
RIQUEZA DE ESPÉCIES DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM ÁREAS SOB  
PALAFITAS EM LARANJAL DO JARI, AMAPÁ, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal do Amapá, Campus Laranjal do Jari, como requisito avaliativo para obtenção de título de Licenciado em Ciências Biológicas.

**Orientadora:** Profa. Dra. Darley Calderaro Leal Matos.

**Coorientador:** Dr. Salustiano Vilar da Costa Neto

Biblioteca Institucional – IFAP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

S237e Santos, Michelly de Souza  
Efeito de parâmetros físico-químicos da água na composição e riqueza de espécies de macrófitas aquáticas em áreas sob palafitas em Laranjal do Jari, Amapá, Brasil / Michelly de Souza Santos - Laranjal do Jari, 2022.43 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Laranjal do Jari, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, 2022.

Orientadora: Dra. Darley Calderaro Leal Matos. Coorientadora: Dr. Salustiano Vilar da Costa Neto.

1. Macrófitas aquáticas. 2. Parâmetros de qualidade da água. 3. Palafitas em Laranjal do Jari.. I. Matos, Dra. Darley Calderaro Leal , orient. II. Neto, Dr. Salustiano Vilar da Costa , coorient. III. Título.

---

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do IFAP com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MICHELLY DE SOUZA SANTOS

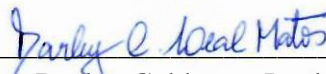
**EFEITO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA NA COMPOSIÇÃO E  
RIQUEZA DE ESPÉCIES DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM ÁREAS SOB  
PALAFITAS EM LARANJAL DO JARI, AMAPÁ, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal do Amapá, Campus Laranjal do Jari, como requisito avaliativo para obtenção de título de Licenciatura em Ciências Biológicas.

**Orientadora:** Profa. Dra. Darley Calderaro Leal Matos.


**Coorientador:** Dr. Salustiano Vilar da Costa Neto

**BANCA EXAMINADORA**



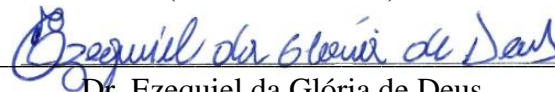
---

Dra. Darley Calderaro Leal Matos  
Instituto Federal do Amapá – Campus LRJ  
(Orientadora – Presidente da Banca)



---

Esp. André Bacelar Rodrigues  
Instituto Federal do Amapá – Campus LRJ  
(Avaliador titular)



---

Dr. Ezequiel da Glória de Deus  
Instituto Federal do Amapá – Campus LRJ  
(Avaliador titular)

Apresentado em: 16 / 12/ 2022

Conceito/Nota: 9,8

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me proporcionou esta oportunidade e nunca me abandonou durante a minha jornada.

À minha família, meu esposo Wenderson Viana pela paciência, companheirismo e cumplicidade.

Aos meus filhos Samuel e Vinicius que sempre compreenderam a minha ausência em muitas noites e dias em que me dediquei aos estudos e a este trabalho.

As minhas eternas amigas Fabiana Moreira, Francicleide Dias, Maria Cristiane, Mayara Glinda, Lana Lopes, Delnilia Carvalho, Sérgio Varela e Bruno Silva que me ajudaram a superar as dificuldades acadêmicas e nunca me deixaram desistir mesmo quando eu acreditava que não conseguiria seguir.

Ao meu irmão, Roberto Souza que sacrificou os dias de descanso e prontamente me ajudou durante as pesquisas em campo com as fotografias. Obrigado pela paciência e cuidado.

À minha orientadora maravilhosa Darley Matos, que desde o início mostrou-se atenciosa e pronta a compreender minhas angústias e a me ajudar nas adversidades enquanto fazíamos este trabalho. Obrigada pelo carinho e dedicação.

Ao meu coorientador Dr. Salustiano da Costa Neto que me auxiliou em todos os momentos que precisei. Sem vocês este trabalho não seria possível.

E aos meus mestres professores pela dedicação, paciência e ensino que me ajudaram na minha formação. À lembrança de todos fará parte da minha memória como aqueles que contribuíram positivamente para a transformação pessoal que alcancei. O aprendizado aqui adquirido jamais será esquecido. Obrigada a todos.

## RESUMO

As áreas úmidas da Amazônia são localizadas próximo às margens dos grandes rios amazônicos, sendo chamados de áreas alagáveis. O município de Laranjal do Jari, Amapá, teve sua formação às margens do rio Jari, assim, grandes áreas alagadas sob palafitas foram se formando com altos índices de poluição devido aos despejos domésticos lançados diretamente sobre à água, isto provoca variações nos fatores físico-químicos da água que podem influenciar na composição, riqueza e abundância de macrófitas aquáticas. Este estudo teve por objetivo analisar o efeito dos parâmetros físico-químicos da água na composição, riqueza e porcentagem de cobertura de macrófitas aquáticas em áreas sob alagamento em Laranjal do Jari. Para isso, foram marcados 10 pontos no sentido beira do rio ao continente, em cada ponto foram estabelecidas três parcelas de 1m<sup>2</sup>, equidistantes 5m. As espécies e parcelas foram fotografadas e posteriormente identificadas a nível mais específico, para estimar a porcentagem de cobertura e contabilizar o número de espécies. Foi coletada duas amostras de água em cada ponto para análise dos parâmetros químicos e físicos da água (nitrogênio, fósforo, pH, turbidez e condutividade elétrica) e enviada para análise em laboratório. Foram identificadas 15 espécies de macrófitas em 12 famílias botânicas. As famílias mais representativas foram Araceae (27,78%), Hydrocharitaceae e Salviniaceae (14,44%). As espécies com maior porcentagem de cobertura foram: *Eichornia crassipes* (26,38%), *Pistia stratiotes* (16,87%) e *Limnobium laevigatum* (15,57%). Não houve relação significativa entre as variáveis físico-químicas da água com o número de espécies nos pontos amostrados. Análise de Correspondência Canônica (CCA) utilizada para relacionar composição, porcentagem de cobertura e variáveis da físico-químicas da água revelou que houve um gradiente formado pela concentração de fósforo e nitrogênio relacionado a maior % de cobertura de espécies bioindicadoras como *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Limnolobium laevigatum*; e maior turbidez, pH e condutividade, aliado a poluição causada pelo fósforo em todos os pontos, influenciou em menor % de cobertura de *C. blepharoleptos*, *N. alba*, *Brachiaria* sp., *Utricularia*. Contudo, o gradiente fósforo-nitrogênio encontrado indica à ação de macrófitas bioindicadoras em absorver essas cargas de poluentes do ambiente.

**Palavras-chaves:** Bioindicadores de qualidade da água. Macrófitas aquáticas. Parâmetros físico-químicos.

## ABSTRACT

The wetlands of the Amazon are located close to the banks of the great Amazonian rivers, being called wetlands. The municipality of Laranjal do Jari, Amapá, had its formation on the banks of the Jari river, thus, large flooded areas under stilts were formed with high levels of pollution due to domestic waste released directly into the water, this causes variations in the physical-chemical parameters that can influence the composition, richness and abundance of aquatic macrophytes. This study aimed to analyze the effect of physical-chemical parameters of water on the composition, richness and percentage of coverage of aquatic macrophytes in areas under flooding in Laranjal do Jari. For this, 10 points were marked from the riverside to the mainland, at each point three plots of 1m<sup>2</sup> were established, equidistant from each other by 5m. The species and plots were photographed and later identified at a more specific level, in order to estimate the coverage percentage and to account for the number of species. Two water samples were collected at each point for analysis of the chemical and physical parameters of the water (nitrogen, phosphorus, pH, turbidity and electrical conductivity) and sent for laboratory analysis. Fifteen species of macrophytes were identified in 12 botanical families. The most representative families were Araceae (27.78%), Hydrocharitaceae and Salviniaceae (14.44%). The species with the highest coverage percentage were: *Eichornia crassipes* (26.38%), *Pistia stratiotes* (16.87%) and *Limnolobium laevigatum* (15.57%). There was no significant relationship between the physicochemical variables of the water and the number of species in the sampled points. Canonical Correspondence Analysis (CCA) used to relate composition, percentage of coverage and physical-chemical variables of the water revealed that there was a gradient formed by the concentration of phosphorus and nitrogen related to a higher % of coverage of bioindicator species such as *Eichornia crassipes*, *Pistia stratiotes* and *Limnolobium laevigatum*; and greater turbidity, pH and conductivity, combined with pollution caused by phosphorus at all points, influenced a lower % coverage of *C. blepharoleptos*, *N. alba*, *Brachiaria* sp., *Utricularia*. However, the phosphorus-nitrogen gradient found indicates the action of bioindicator macrophytes in absorbing these loads of pollutants from the environment.

**Keywords:** Water quality bioindicators. Aquatic macrophytes. Physical-chemical parameters.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>9</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
<b>4.1 Áreas úmidas da Amazônia .....</b>	<b>10</b>
<b>4.2 Macrófitas aquáticas .....</b>	<b>12</b>
<b>4.3 Macrófitas da Amazônia .....</b>	<b>14</b>
<b>4.4 Poluição de ambientes aquáticos .....</b>	<b>15</b>
<b>4.6 Áreas alagadas no município de Laranjal do Jari .....</b>	<b>20</b>
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>22</b>
<b>5.1. Local de estudo .....</b>	<b>22</b>
<b>5.2. Coleta de dados .....</b>	<b>25</b>
<b>5.3. Análise de dados .....</b>	<b>27</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>28</b>
<b>6.1. Relação entre variáveis ambientais, composição e porcentagem de cobertura..</b>	<b>31</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>35</b>



## 1 INTRODUÇÃO

As áreas úmidas da Amazônia são localizadas próximo às margens dos grandes rios amazônicos, sendo chamados de áreas alagáveis. Essas áreas são inundadas anualmente no período de cheia dos rios, apresentando assim, características de ecossistemas terrestres quanto aquáticos (PORTAL AMAZONIA, 2022).

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos de áreas úmidas amazônicas estão sofrendo alterações de maneira significativa em função de múltiplos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas e expansão de cidades, como por exemplo, lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados (GOULART; CALLISTO, 2003).

Na Amazônia esses impactos ocorrem principalmente em cidades no qual as populações vivem sobre palafitas no leito de rios, e são frequentes em áreas tropicais e equatoriais de alto índice pluviométrico (PORTAL AMAZÔNIA, 2022). Laranjal do Jari, município ao sul do estado do Amapá, é exemplo dessa formação às margens do rio Jari. As habitações foram construídas sob a água do rio, porém como se trata de um tipo de moradia precária, as populações que vivem nas palafitas sofrem com a falta de esgotos sanitários e de saneamento básico ocasionado pela ausência de políticas públicas. Isso gera grande nível de poluição na água oriundas dos despejos domésticos, atingindo o ecossistema aquático presente na região.

Essa contaminação direta ao corpo d'água aumenta a poluição química desenvolvendo potencialmente a toxicidade, à presença de sabor e odor desagradável, aumento da turbidez da água devido ao aumento de carga orgânica, liberação de gases como metano, gás sulfídrico, amônia graças à decomposição anaeróbica que ocorre no fundo dos corpos hídricos (KÖSE, KIVANÇ, 2011). A concentração dos nutrientes em efluentes provoca ainda variações acentuadas no pH, responsáveis por grande mortalidade de peixes e desequilíbrios ambientais (BEVERIDGE *et. al.*, 1991), alterando assim, a composição, riqueza e abundância de macrófitas aquáticas nesses locais.

As macrófitas aquáticas desempenham diversas funções nos ecossistemas, entre elas a capacidade de absorverem o excesso de nutrientes e poluentes da água (HEGEL; MELO, 2016). “São plantas que apresentam grande capacidade de adaptação e amplitude ecológica, habitando ambientes variados de águas doce, salobra e salgada, ambientes de água estacionária e corrente” (MOURA; FRANCO; MATALLO, 2009, p. 77). São essenciais ao perfeito equilíbrio do ambiente aquático, mantendo o controle da poluição e da eutrofização artificial, servem de alimento e

refúgio para espécies de vertebrados e invertebrados, diminuem a turbulência das águas e, conseqüentemente, sedimentando os materiais em suspensão, principalmente naqueles pontos onde a mata ciliar foi suprimida (ESTEVEZ; CAMARGO, 1986; MOURA; FRANCO e MATALLO, 2009).

No bioma amazônico as águas dos rios possuem alto teor nutricional favorecendo o crescimento de muitas espécies de macrófitas como a caranana (*Echinochloa polystachya*), espécie emergente presente em beiras de rios e lagos; O mururu (*Eichhornia crassipes*), espécie encontrada em todo mundo e serve de abrigo e alimento para peixes e aves na Amazônia; A salvinia (*Salvinia auriculata*) de porte pequeno, sendo capaz de se reproduzir com muita facilidade; A alface d'água (*Pistia stratiotes*) que habita preferencialmente águas paradas e com grande acúmulo de matéria orgânica, sendo ainda favorecida pela grande quantidade de luz solar. (LOPES *et. al.*, 2016)

Outras espécies encontradas também são a o arroz de pato (*Oryza glumaepatula*) que ocorre com frequência nas áreas inundáveis. O lodo (*Utricularia foliosa*) que ocorre preferencialmente em água parada ou pouco corrente, em rios e em locais alagados. A aninga (*Montrichardia linifera*) que ocorre na beira de rios, lagos e em locais alagados a maior parte do ano, tanto na várzea, quanto no igapó assim como também a vitória-régia (*Victoria amazonica*), que embora possua folhas flutuantes suas raízes são fixas ao substrato. (LOPES *et. al.*, 2016)

Mudanças nos fatores ambientais podem afetar a distribuição, abundância e riqueza de plantas aquáticas, principalmente aqueles relacionados às características da água e do substrato, incluindo as propriedades físicas e químicas, tais como: concentração de nutrientes na água e sedimento, luminosidade e flutuações hidrológicas (LEUNG, 2005).

A disponibilidade de nutrientes na água regula a produtividade primária em ambientes de água doce, e isto influencia no crescimento de macrófitas aquáticas, pois cada espécie apresenta capacidade e necessidades diferentes de converter nutrientes em biomassa (LEUNG, 2005), e isto pode afetar a composição e abundância de macrófitas (POMPÊO, 2017).

Embora seja reconhecida a importância ecológica de macrófitas em ecossistemas aquáticos, compreender os padrões e fatores que influenciam a composição, riqueza e abundância destas plantas em gradientes ambientais em áreas urbanas é relevante para gestão de recursos hídricos da cidade.

As áreas formadas sob palafitas em cidades amazônicas necessitam de programas de monitoramento e manejo à biota aquática, e até mesmo de saneamento básico, subsidiando ações

que visem o tratamento, funcionamento, controle e fiscalização da qualidade de água, favorecendo assim as populações envolvidas.

Nesse contexto, o presente trabalho visa responder as seguintes perguntas: (a) quais as espécies de macrófitas ocorrem em áreas sob palafitas em Laranjal do Jari? (b) a riqueza de macrófitas aquáticas na área varia de acordo com um gradiente de variáveis físico-químicas da água? (c) a composição e abundância de macrófitas aquáticas são influenciadas pelas variáveis físico-químicas da água?

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar o efeito dos parâmetros físicos e químicos da água na composição de espécies, riqueza e abundância de macrófitas aquáticas em áreas sob alagamento em Laranjal do Jari-AP.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar a composição de macrófitas aquáticas ocorrentes em áreas sob alagamento em Laranjal do Jari-AP;
- Analisar se as variáveis físico-químicas (nitrogênio, fósforo, condutividade elétrica, turbidez e pH) da água influenciam na riqueza de espécies de macrófitas;
- Analisar se as variáveis físico-químicas (nitrogênio, fósforo, condutividade elétrica, turbidez e pH) da água influenciam na composição e abundância de macrófitas.

## **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **4.1 Áreas úmidas da Amazônia**

As áreas úmidas são definidas como aquelas “periodicamente inundadas pelo transbordamento lateral de rios ou lagos e/ou pela precipitação direta ou pelo afloramento do lençol freáticos. A biota nestes ambientes responde aos efeitos físico-químicos destes locais e sofrem adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas e etológicas, gerando estruturas específicas e características dessas comunidades” (JUNK *et al.* 1989)

As áreas úmidas no Brasil ocorrem em todos os biomas, onde chegam a cobrir centenas de milhares de quilômetros quadrados. Estas, são divididas nas seguintes categorias: áreas alagáveis ao longo de grandes rios de diferente qualidade de água [águas brancas (várzeas) pretas e claras

(igarapós)], baixios ao longo de igarapés de terra firme, áreas alagáveis nos interflúvios (campos, campinas e campinaranas alagáveis, campos úmidos, veredas, campos de murunduns, brejos, florestas paludosas) e áreas úmidas do estuário (mangues, banhados e lagoas costeiras) (JUNK *et al.* 2011)

A Bacia Amazônica é a maior bacia hidrográfica do planeta que ocupa aproximadamente 7.050.000 km<sup>2</sup>, ou seja, cerca de 34% da área total América do Sul, ocasionado por períodos de cheias e secas, os rios e lagos oscilam, isso resulta em grandes zonas de alagamento e períodos de secagem (MARINHO; RIO-VILLAMIZAR; SHONGART, 2015). De acordo com Lopes e Piedade (2015), às áreas úmidas amazônicas estão distribuídas apenas ao longo das margens dos rios, mas também dos igarapés e em locais com solos mais arenosos situados no interior das florestas ou entre grandes rios, ou ainda nos conhecidos buritizais. Estima-se que 30% da região, ou dois milhões de quilômetros quadrados da Amazônia correspondem a áreas úmidas.

Lopes e Piedade (2015) destacam que o acúmulo de chuva que ocorre anualmente, em toda bacia Amazônia eleva o nível dos rios, formando assim as áreas alagáveis. Essa situação faz com que elas apresentem características tanto de ecossistemas terrestres (na fase de águas baixas, ou fase terrestre) como de ecossistemas aquáticos (na fase de águas altas, ou fase aquática).

Um estudo feito pelo IBGE (1977) apontou que o transporte de sedimentos pela hidrografia amazônica, apontou três tipos de rios que, na terminologia geográfica regional da Amazônia brasileira, são denominados rios de água branca, rios de água clara (ou de água limpa) e os rios de água preta, os dois últimos quase não transportando carga sólida em suspensão.

Os rios de água branca ou rios de água amarela ou ainda de águas barrentas possuem essa coloração devido a quantidade de argila em suspensão. Rios barrentos são formados pela deposição de grandes quantidades de sedimentos, provenientes do desgaste das regiões dos planaltos de altitude dos Andes (altiplanos andinos), geologicamente muito mais jovens. (LOPES; PIEDADE, 2015); bem como o caudaloso Madeira, o Purus, o Trombetas e muitos outros seus afluentes e subjacentes de grande caudal (IBGE, 1977). Outra característica dos rios brancos, é a instabilidade dos seus leitos. Estes rios estão sempre modificando os seus cursos pela ação simultânea da sedimentação e da erosão. São rios em meandros que divagam pelas planícies aluviais por eles constituídas (IBGE, 1977).

Os rios de água branca nascem na região andina e pré-andina e carregam sedimentos do Terciário e Quaternário e, portanto, são relativamente ricos em minerais dissolvidos (FURCH; JUNK, 1997). A intensa erosão e os processos de deposição produzem altas cargas de sedimentos

em suspensão, resultando em uma planície alagada por águas de cor barrenta, as várzeas (LOPES *et al.*, 2014).

Os rios de água preta, quando em grandes massas, são realmente escuras, de cor marrom-café, como as Rio Negro (IBGE 1977), carregam poucos sedimentos, resultantes do desgaste de rochas muito antigas localizadas nas montanhas baixas ao norte e ao sul da bacia amazônica (Escudos das Guianas e do Brasil Central, respectivamente) (LOPES E PIEDADE, 2015). São transparentes e cristalinas quando vistas em lugares rasos, com fundo de areia branca, apresentando a cor da infusão de chá. (IBGE, 1977). Não transportam sedimentos, portanto não formam várzeas em suas margens, nem ilhas, a não ser quando recebem afluentes de “água branca”, como acontece com o próprio Rio Negro que apresenta, por esse motivo, algumas ilhas e pequenas planícies aluviais. (IBGE, 1977).

Rios de águas claras se caracterizam pelo diminuto transporte de sedimentos argilosos, os quais se depositam principalmente a jusante das últimas cachoeiras e corredeiras (IBGE, 1977). Contudo, ocorre em épocas de grandes chuvas, uma fraca deposição de argila, advindas geralmente de terrenos rochosos ou arenosos. A areia constitui o material básico na sedimentação provocada pelos rios de águas claras, que, por isso, são ricos em praias e bancos de areia (coroas), emergentes nas vazantes. (IBGE, 1977).

As diferenças na coloração das águas dos rios associados às áreas alagáveis amazônicas e suas características estão relacionadas a diferenças nas propriedades físicas e químicas do solo e da água das regiões nas quais esses rios nascem e pelas quais seus cursos correm (LOPES; PIEDADE, 2015). Pont (2017) destaca estas propriedades em pH, alcalinidade, condutividade, dureza, oxigênio dissolvido e matéria orgânica dissolvida.

Lopes e Piedade (2015) destacam que apesar de serem ambientes periodicamente inundados e periodicamente secos, as áreas alagáveis ao longo dos rios barrentos e mais férteis, denominadas de várzeas, diferem daquelas ao longo dos rios de águas pretas e claras, mais pobres e ácidas, denominadas de igapós. Isso permite que as florestas de várzeas e igapós, apresenta composição, riqueza e abundância de espécies diferentes. (LOPES; PIEDADE, 2015).

Segundo Almeida (1996) nas áreas de várzea, as plantas que se desenvolvem sobre os sedimentos que provêm da época do Holoceno possuem elementos florísticos que detém mecanismos de regulação osmótica da água, permitindo suas raízes e seus caules conviverem com pelo menos 12 horas de inundação a cada dia, inclusive com certo grau de salinidade. Algumas

delas apresentam elevada área basal e biomassa, resultado do alto teor de nutrientes dos solos destes ambientes (ALMEIDA, 1996).

Os rios de águas pretas, de acordo com Ayres (1986 e 1995) originaram-se em formações antigas do Período Terciário ou Pré-Cambriano da Amazônia com baixos níveis de nutrientes nas terras baixas do terciário, que se caracterizam por solos arenosos e pobres em nutrientes. De acordo com Junk *et al.* (1989), as inundações que ocorrem nestas áreas permitem que haja variação e riqueza de espécies bem como suas interações bióticas com os ecossistemas.

As áreas alagáveis têm um papel fundamental na região amazônica, proporcionando ao homem muitos benefícios, contudo nas últimas décadas, o homem tem alterado muito as áreas alagáveis (LOPES; PIEDADE, 2015). Com o avanço das cidades e com o intuito da melhoria de vida, grandes empresas hidrelétricas, extrativistas de minério entre outros, tem se instalado nas proximidades de áreas alagáveis, trazendo consigo o desmatamento e um desordenado avanço populacional, devido aos empregos gerados por tais empresas. A entropia populacional produz lixo e esgotos domésticos, causando um excessivo acúmulo de poluentes dos rios, modificando os habitats de todos os ecossistemas (THOMAZ, 2002).

## **4.2 Macrófitas aquáticas**

As macrófitas aquáticas representam um grande grupo de organismos, tendo como referência algas taloides, musgos e hepáticas, filicíneas, coníferas e plantas com flores que crescem em águas interiores e salobras, estuários e águas costeiras (TUNDISI; TUNDISI, 2008) e ocupam desde áreas encharcadas, como os brejos de buritizais, até aquelas completamente alagadas, como os rios, lagos, lagoas e reservatórios, entre outros (DEMARCHI *et al.*, 2018).

Scremin-Dias, Pott e Hora (1999), definem como macrófitas aquáticas as macroalgas, musgos, pteridófitas e angiospermas, originárias do ambiente terrestre com adaptações para a vida na água, ou seja, aquelas que ocorrem tanto em ambientes mais secos da borda como dentro da água dos ambientes aquáticos.

Irgang e Gastal (1996), consideram macrófitas aquáticas os vegetais visíveis a olho nu, cujas partes fotossintetizantes estão sempre ativas, ou por meses, durante anos, parcial ou totalmente submersos em água doce ou salobra, ou flutuante.

De acordo com Demarchi *et al.* (2018) podemos encontrar plantas muito pequenas ou surpreendentemente grandes, com porte parecido ao de árvores, inclusive dentro da mesma família botânica. Demarchi *et al.* (2018) dá exemplo dessa diversidade de tamanhos encontrados na

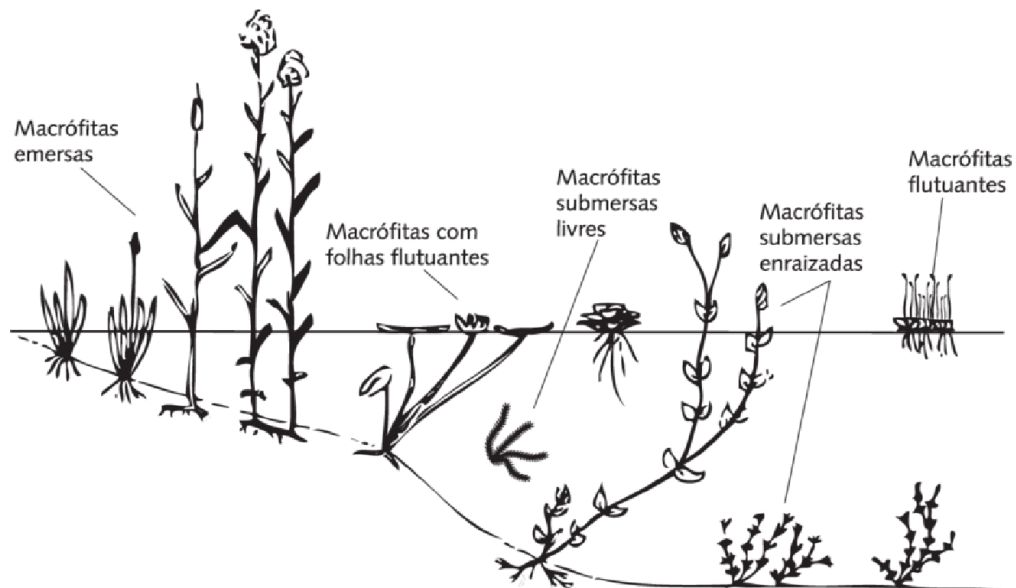
família Araceae, onde espécies do gênero *Lemna* (lentilha-d'água) chegam a medir menos que 5 mm de comprimento, enquanto a espécie *Montrichardia linifera* (aninga) pode alcançar até 8m de altura nas áreas férteis de várzea do Rio Amazonas e seus tributários (LOPES *et al.*, 2016).

Existem aquelas que são capazes de viver tanto em áreas alagadas, como passar períodos fora da água, podendo apresentar uma morfologia diferenciada dependendo do ambiente (DA CRUZ; PIEDADE, 2015). Para identificá-las, estas plantas são classificadas em anfíbias, fixas com caules flutuantes, fixas com folhas flutuantes, emergentes, flutuantes livres emersas e flutuantes livres submersas.

De acordo com Demarchi *et al.* (2018), classificam-se da seguinte maneira (Figura 1):

- Fixas com caules flutuantes: são aquelas enraizadas no solo com caules flutuando na superfície da água e folhas e inflorescências emersas. Não acompanham com seu crescimento a subida das águas e podem se desprender do substrato tornando-se flutuantes livres emersas;
- Fixas com folhas flutuantes: são enraizadas no solo com folhas flutuando na superfície da água, apresentando também as inflorescências emersas;
- Emergentes: Enraizadas no solo, acompanham com seu crescimento a subida das águas. Muitas vezes desprendem-se do substrato tornando-se flutuantes livres emersas;
- Flutuantes livres emersas: emersas, flutuando livremente na superfície da água, apenas com as raízes e estolões submersos;
- Flutuantes livres submersas: Submersas, flutuando livremente próximo à superfície da água, em certos casos com a inflorescência emersa;

Figura 1 - Modo de vida das macrófitas aquáticas.



Fonte: Esteves, 1998. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Grupos-ecologicos-das-macrofitas-aquaticas\\_fig4\\_289523599/download](https://www.researchgate.net/figure/Grupos-ecologicos-das-macrofitas-aquaticas_fig4_289523599/download)

A existência de distintos grupos confere às macrófitas grande amplitude ecológica garantindo a sua participação em diferentes nichos ambientais, que podem ser influenciadas por interações biológicas, como competição e predação, mas principalmente por fatores relacionados às características da água e do substrato, incluindo as propriedades físicas e químicas (LACOUL; FREEDMAN, 2006).

### 4.3 Macrófitas da Amazônia

A Amazônia abriga o sistema fluvial mais extenso e de maior massa líquida da terra, sendo coberta pela maior floresta pluvial tropical, tendo o seu rio principal uma área de drenagem de mais 7 milhões de quilômetros quadrados de terras (SIOLI, 1991). Tais resultados decorrem de efeitos geológicos e climáticos que ocorreram ao longo do tempo, dando origem a uma paisagem que apresenta uma grande diversidade de ambientes, formada por áreas de terra firme, serras e planícies de inundação (SIOLI, 1991).

Coelho Neto Gomes (2019) aborda ainda a extensão das áreas alagadas na Amazônia que, segundo estudos ocupam cerca de 8% do bioma Amazônico, incluindo diversos países da América do Sul, como Brasil, Peru, Bolívia, Colômbia, entre outros.

Na Amazônia, uma grande quantidade de macrófitas pode ser encontrada nas várzeas. Estas áreas são inundadas pelos rios de água barrenta tais como os rios Solimões e Madeira, entre outros, sempre ricos em nutrientes e com pH neutro (DA CRUZ; PIEDADE, 2016).

Da Cruz e Piedade (2016) afirmam que “Estas características favorecem o crescimento de muitas espécies deste grande grupo de vegetal, dentre as quais podemos destacar:”

- A canarana (*Echinochloa polystachya*)
- O mureru (*Eichhornia crassipes*)
- A salvinia (*Salvinia auriculata*)
- A alface d’água (*Pistia stratiotes*)
- O arroz de pato (*Oryza glumaepatula*)
- O lodo (*Utricularia foliosa*)
- A aninga (*Montrichardia linifera*)
- A vitória-régia (*Victoria amazonica*)

Nas áreas inundáveis dos grandes rios da Amazônia a elevação da coluna de água ocorre de forma gradual e, dependendo da posição das plantas no relevo inundável, elas são submetidas a distintos períodos de alagamento e condições de luminosidade, pois a penetração de luz na água nesses ambientes pode ser inferior a 0,5 metros (PIEADADE, 2015). Essas características podem gerar diferentes intensidades dos fatores estressantes e, conseqüentemente, levar a respostas diferentes nas plantas, conforme sua tolerância específica a longos períodos de inundação (PIEADADE, 2015).

#### **4.4 Poluição de ambientes aquáticos**

A poluição dos ambientes aquáticos, como consequência das atividades antrópicas, tem provocado perturbações nas comunidades de seres vivos em termos de abundância, de riqueza, de comportamento e de reações fisiológicas (HEGEL; MELO, 2016). Segundo Lévêque (1996) a qualidade da água interfere diretamente nas populações que vivem nestes ambientes. Além disso, podem [...] “impedir os múltiplos usos dos recursos hídricos como, por exemplo, geração de energia elétrica, irrigação, navegação por hidrovias, pesca e recreação” (MOURA; MATALLO, 2009, p. 78).

A poluição dos recursos hídricos causa, de acordo com Moura e Silva *et al.* (2008) mudanças na biota aquática, decorrentes de despejos de produtos físicos, químicos e orgânicos. Porém, são vários os fatores (físicos e químicos) que influenciam a colonização e distribuição das comunidades aquáticas, como os fatores bióticos e abióticos, que podem interferir na distribuição e estruturação das comunidades de macrófitas.

Os principais fatores que influenciam a riqueza e composição de macrófitas aquáticas segundo alguns autores são a área, a altitude, a concentração de nutrientes na água e no sedimento, a luminosidade e as flutuações hidrológicas (ROZENENTE *et al.*, 2021).

As concentrações de nutrientes na água e no sedimento, principalmente do nitrogênio e do fósforo, são fatores determinantes na distribuição das macrófitas aquáticas (BINI *et al.*, 1999), tem como consequência o aumento de sua produtividade primária (ESTEVES, 1988), pois o enriquecimento de nutrientes no corpo d'água, o aumento da penetração da luz, a redução da velocidade da água, e o aumento da estabilidade observada nesses sistemas aquáticos (XAVIER *et al.*, 2021). Poucas espécies sobrevivem a condições adversas (MOCELIN, 2021), em função da desestruturação do ambiente físico, químico e alteração da dinâmica natural das comunidades biológicas. (GOULART; CALLISTO, 2003). Esse aumento excessivo de indivíduos de uma população de macrófitas aquáticas se deve a dois fatores principais: à falta de predadores e ao aumento do nível de eutrofização do ambiente (ESTEVES, 1998).

A eutrofização artificial derivada da intensa ação antrópica é um dos fatores que mais interfere na composição e distribuição das macrófitas (ROZENENTE *et al.*, 2021). O conhecimento desses fatores que interferem na composição e distribuição dos diferentes organismos aquáticos que apresentam maior ou menor sensibilidade a determinados poluentes constitui a base para a utilização da biota como indicadora biológica da qualidade da água.

Os indicadores biológicos ou bioindicadores são organismos, populações ou comunidades cuja presença, quantidade e distribuição podem indicar a magnitude de alguns impactos ambientais em um ecossistema aquático (CALLISTO; GONÇALVES; MORENO, 2005).

Os impactos causados pelos compostos tóxicos e poluentes podem determinar níveis de tolerância diferentes para algumas espécies, ou para todo o ecossistema, quando estão presentes em certas concentrações, sendo este fator, uma ferramenta utilizada para o monitoramento biológico (GOULART; CALLISTO, 2003).

“O monitoramento biológico é realizado principalmente através da aplicação de diferentes protocolos de avaliação, índices biológicos e multimétricos, tendo como base a utilização de bioindicadores de qualidade de água e habitat. Os principais métodos envolvidos abrangem o levantamento e avaliação de modificações na riqueza de espécies e índices de diversidade; abundância de organismos resistentes; perda de espécies sensíveis; medidas de produtividade primária e secundária; sensibilidade a concentrações

de substâncias tóxicas (ensaios ecotoxicológicos), entre outros.” (BARBOUR *et al.*, 1999, p. 48).

#### **4.5 Parâmetros de qualidade de água**

“A qualidade da água é determinada por características intrínsecas, geralmente mensuráveis, de natureza física, química e biológica” (DERISIO, 2016, p.39).

Para a avaliação dos valores dos dados coletados, informando a concentração dos poluentes nos corpos d’água, adota-se o IQA (Índice de Qualidade das Águas) que retrata, através de um índice composto por nove parâmetros único global, a qualidade das águas em um determinado ponto de monitoramento (COSTA; FERREIRA, 2015).

A associação dos índices de IQA para as macrófitas aquáticas como indicadores da qualidade da água, determinam importantes funções nos ecossistemas aquáticos como à ciclagem e estocagem de nutrientes, da formação de detritos orgânicos, do controle da poluição e da eutrofização artificial das águas (ESTEVES; CAMARGO, 1986).

No Brasil, o Conselho Nacional de Meio Ambiente, por meio da Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), define as condições de qualidade dos corpos hídricos em território nacional, de acordo os seus principais usos, bem como o lançamento de seus efluentes no corpo hídrico (CUNHA *et al.* 2013). A resolução fixa os limites superiores ou inferiores para as variáveis dos sistemas de água doce, salobra e salina que servem de referência inclusive para pesquisas acadêmicas. "Tais pesquisas comumente promovem uma comparação entre os resultados obtidos em determinado ambiente aquático e os respectivos limites associados ao seu enquadramento" (CUNHA *et al.*, 2013, p. 160).

A bacia hidrográfica do Rio Jari, objeto deste estudo, está classificada como rio de águas doce classe 2, que segue o mesmo enquadramento para rios de águas doce classe 1, como mostra à Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Parâmetros físicos, orgânicos e inorgânicos (p. 07)

<b>TABELA I - CLASSE 1 - AGUAS DOCES</b>	
<b>PADROES</b>	
<b>PARÂMETROS</b>	<b>VALOR MAXIMO</b>
Clorofila <i>a</i>	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm <sup>3</sup> /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
<b>PARAMETROS INORGANICOS</b>	<b>VALOR MAXIMO</b>
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lântico)	0,020 mg/L P

Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0,025 mg/L P
Fósforo total (ambiente lântico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO <sub>4</sub>
Sulfeto (H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Acetilamida	0,5 µg/L
Alaclaro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L

Lindano ( $\gamma$ -HCH)	0.02 $\mu\text{g/L}$
Malation	0.1 $\mu\text{g/L}$
Metolacloro	10 $\mu\text{g/L}$
Metoxicloro	0.03 $\mu\text{g/L}$
Paration	0.04 $\mu\text{g/L}$
PCBs - Bifenilas policloradas	0.001 $\mu\text{g/L}$
Pentaclorofenol	0.009 mg/L
Simazina	2.0 $\mu\text{g/L}$
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2.0 $\mu\text{g/L}$
Tetracloroeto de carbono	0.002 mg/L
Tetracloroeteno	0.01 mg/L
Tolueno	2.0 $\mu\text{g/L}$
Toxafeno	0.01 $\mu\text{g/L}$
2,4,5-TP	10.0 $\mu\text{g/L}$
Tributilestanho	0.063 $\mu\text{g/L}$ TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0.02 mg/L
Tricloroeteno	0.03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0.01 mg/L
Trifluralina	0.2 $\mu\text{g/L}$
Xileno	300 $\mu\text{g/L}$

Fonte: Disponível em: [http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO\\_CONAMA\\_n\\_357.pdf](http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf)

A Resolução CONAMA 357, na seção II destaca ainda em seu Art.14, inciso 1, as condições e padrões de qualidade da água para a turbidez que deve estar até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT) e para o pH entre 6,0 a 9,0. Com relação à condutividade a resolução CONAMA 357 não define limites de qualidade, entretanto a presença de condutividade indica o teor de sólidos iônicos dissolvidos na água e esse pode ser um indicador de poluição atmosférica (SEINFELD; PANDIS, 1998).

De acordo com o Relatório de Qualidade das Águas Superficiais, Apêndice D, da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB):

“A condutividade é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d’água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100  $\mu\text{S/cm}$  indicam ambientes impactados” (CETESB, 2013, p. 1)

O parâmetro de condutividade elétrica da água ainda é capaz de fornecer boas indicações das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água. (CESTEB, 2013).

#### 4.6 Áreas alagadas no município de Laranjal do Jari

O estado do Amapá localiza-se na região norte do território brasileiro e abriga em seus domínios a porção oriental da floresta equatorial úmida brasileira também conhecida como Amazônia (SOBRINHO, 2012), sendo estas “[...] extensas áreas úmidas chamadas localmente de "RESSACAS", que constituem sistemas físicos fluviais colmatados, drenados por água doce e ligadas a um curso principal d'água, influenciados fortemente pela pluviosidade e possuindo vegetação herbácea” (TAKIYAMA *et. al*, 2012)

O estado abriga ainda diferentes tipos de ecossistemas, sendo eles, no sentido oeste-leste: a Floresta Ombrófila Densa, a Savana, os Campos Inundados (área costeira a leste) e vegetação de várzea (no Sudeste) (SOBRINHO, 2012).

“O litoral estuarino do Estado do Amapá apresenta um conjunto vegetacional ímpar, moldado pela dinâmica do rio Amazonas, onde predominam os campos naturais e as florestas de várzea.” (IEPA, 2017, p. 71), sendo estas áreas similares ocorrendo desde o Oiapoque, ao norte até o extremo sul, no limite delineado pelo rio Jari (TAKIYAMA *et. al*, 2012)

As matas de várzea que se encontram sob a influência das marés semidiurnas estão associadas ao Rio Amazonas e seus tributários, como os rios Jari, Cajari, Ariramba, Maracá, Preto, Mazagão, Matapi, Vila Nova, Ipixuna, Pedreira, Macacoari, Piririm, Gurijuba, Araguari e outros (IEPA, 2017)

“A Zona Costeira do Amapá abriga uma variedade de ecossistemas aquáticos controlados por um complexo e singular regime hidrológico, integrado por descargas fluviais sazonais, maré de grande amplitude (12m) e forte precipitação (> 2.800 mm), formando extensas planícies flúvio-marinhas e flúvio-lacustres, cujo mosaico de vegetação é representado por manguezais, florestas de várzeas, igapós, campos, lagos, dentre outros, com alta relevância ambiental, ecológica e genética.” (NETO *et al.*, 2007).

As florestas de várzea ocupam 4,85% da cobertura vegetal do estado, e aproximadamente 15,46 % do Setor Costeiro Estuarino (IEPA, 1998). São ecossistemas energeticamente abertos, associados às planícies de inundações dos rios e igarapés de água branca do estuário amazônico. Apresentam uma estrutura exuberante, rica diversidade e um grande patrimônio genético (IEPA, 2017 A porção sul da bacia hidrográfica do Rio Jari, abrange amplas áreas de várzea (ARÊDE,

2020), possuindo solos permanentemente ou periodicamente inundados por águas brancas e doces, com espécies predominantes típicas da Amazônia (EPE, 2011).

As espécies mais comumente encontradas, de acordo com IEPA (2017), em toda a extensão do campo herbáceo periodicamente inundado do Rio Jari até o rio Araguari, é a formação de diversas espécies de macrófitas aquáticas, como Poaceae, Cyperaceae, Nymphaeaceae, Alismataceae, Araceae, Maranthaceae, sem a presença de arbustos ou árvores.

Essas espécies são encontradas em áreas urbanas da cidade de Laranjal do Jari, em áreas alagadas na parte baixa da cidade, considerada zona de alto risco (ARÊDE, 2020), devido ao regime de cheias do rio Jari, que ocorrem “quase que exclusivamente pelo regime de cheias do rio Amazonas e da variação das marés do oceano Atlântico do que das vazões do próprio rio Jari” (EPE, 2011, p. 298), afetando as populações com enchentes e problemas socioambientais.

No que se refere aos aspectos de qualidade de água constata-se o nível de qualidade da água é bastante elevado, decorrentes da alta conservação da vegetação nativa e da baixíssima ocupação antrópica em grande parte da bacia (EPE, 2011).

Em contrapartida, a porção sul da bacia, a área baixa da cidade onde localiza-se Laranjal do Jari, sofre com as ações antrópicas decorrentes da implantação de um grande projeto “O Projeto Jari”, levando à ocupação não planejada as margens do rio, ocasionando uma poluição desenfreada advindos de efluentes industriais e domésticos. “As condições de vida das pessoas que residem em áreas de ressacas, morando em palafitas, são visivelmente de baixa qualidade e o avanço da ocupação aumenta a cada dia que passa.” (TAKIYAMA *et. al*, 2012)

## **4 METODOLOGIA**

### **5.1. Local de estudo**

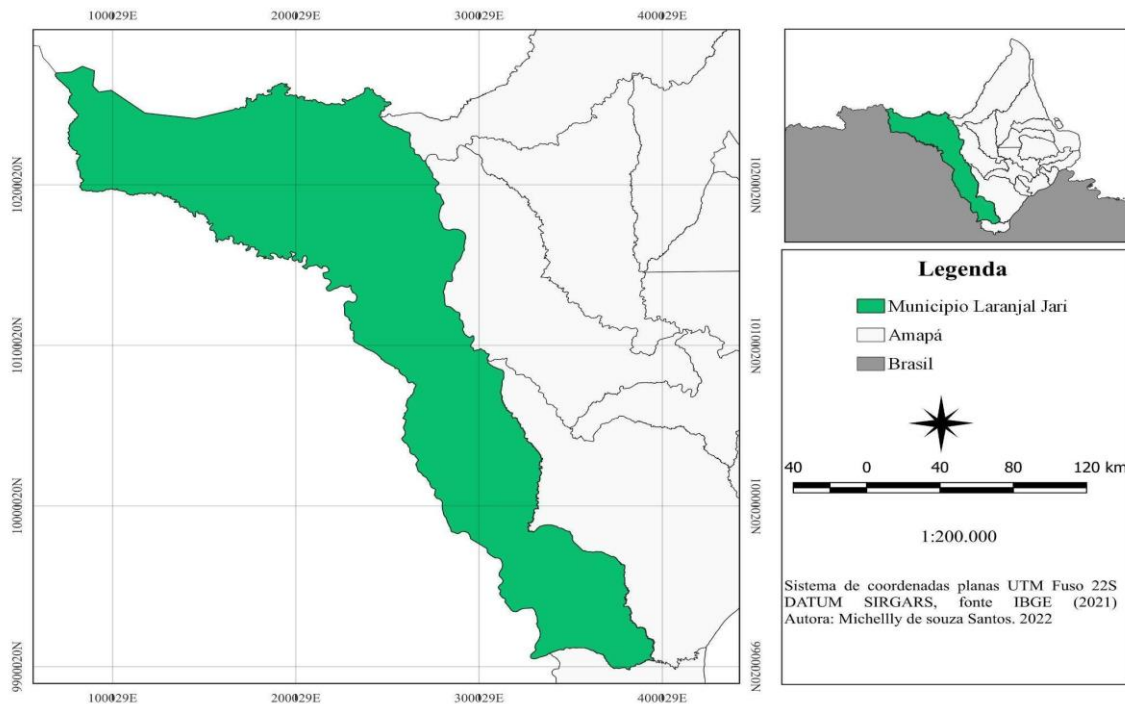
Laranjal do Jari, município localizado na região sul do Amapá, foi criado pela Lei Federal Nº 7.639, de 6 de dezembro de 1987 (PORTAL GOVERNO DO AMAPÁ, 2015). Faz fronteira com o estado do Pará, mais especificamente com Monte Dourado, distrito do município de Almerim (PA), ambos situados às margens do Rio Jari (PORTAL GOVERNO DO AMAPÁ, 2015). Sua formação aconteceu de forma desorganizada em 1967, decorrente da chegada à região do Vale do Jari da Companhia Jari Florestal e Agropecuária Ltda. do milionário norte americano

Daniel Ludwig, atraindo imigrantes de diversas partes do país na busca por melhores condições de vida (SIQUEIRA *et al.*, 2011).

A cidade está situada a 320 quilômetros da capital e o acesso é pelo chamado eixo sul da BR-156, também sendo possível o acesso fluvial pelo Rio Jari. Com uma área de 31.170,3 km<sup>2</sup>, tem uma população estimada em 45.712 habitantes (PORTAL GOVERNO DO AMAPÁ, 2015). Está compreendida nos intervalos das seguintes coordenadas geográficas, latitude (2°30'00" N a -00°54'30" S) e longitude (-51°55'00" W a -54°53'00" W) (SOBRINHO, 2012), com temperatura típica da região amazônica variando entre 24,4°C a 28,2°C, caracterizando assim a região como tropical, segundo a metodologia de Köppen, (SOBRINHO, 2012).

A bacia hidrográfica do Rio Jari situa-se na região amazônica sendo este um importante contribuinte da margem esquerda do Rio Amazonas (EPE, 2011). Apresenta cerca de 57.000 km<sup>2</sup> de área e ocupa as áreas dos municípios de Almeirim, no estado do Pará, e Laranjal do Jari, Vitória do Jari e Mazagão, no estado do Amapá, fazendo ainda divisa natural com o estado do Pará (EPE, 2011) (Figura 2).

Figura 2 - Mapa de localização de Laranjal do Jari, Amapá, Brasil.



Fonte: Sistema de coordenadas planos UTM Fuso 22S DATUM SIRGARS, fonte IBGE (2021). Autora: Michelly de Souza Santos.

A porção inferior do Rio Jari, como parte da bacia, ocupa a planície amazônica, e sofre com alterações geradas pelos diversos usos, incluindo a navegação, poluição de efluente urbano e industrial, conjugando ainda atividades de pesca e abastecimento urbano (EDP JARI, 2009).

Figura 3 - Macrófita aquática em áreas alagadas de Laranjal do Jari/AP. Em destaque planta aquática da espécie *Nymphaea alba*.

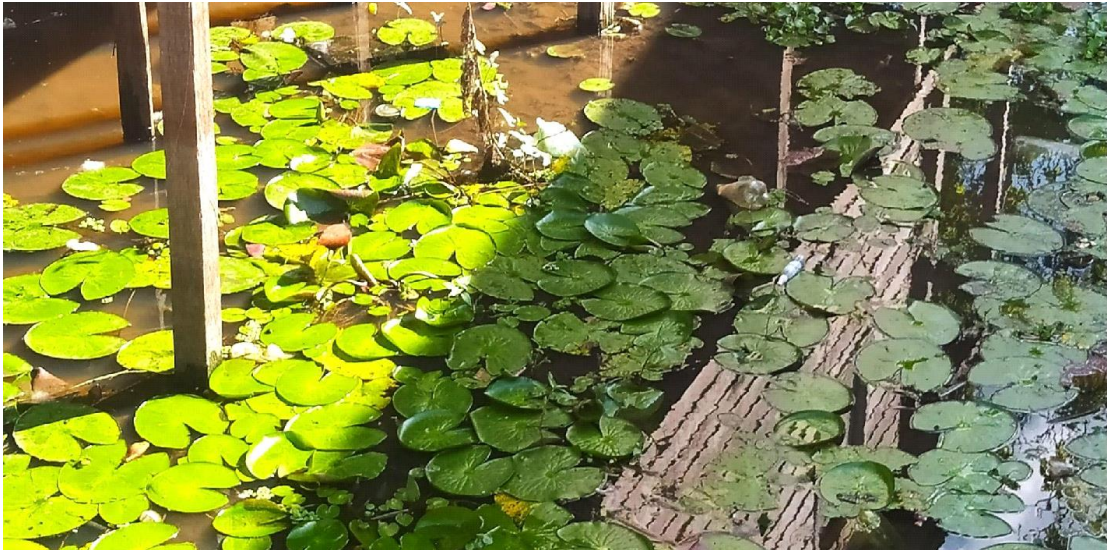


Foto: Roberto de Souza.

A área de estudo possui em seu contorno várias ressacas, com habitações construídas em cima da água, tanto no leito, quanto em suas laterais, sofrendo com o transbordamento lateral do rio Jari (Figura 4), tendo trimestre chuvoso nos meses de (março, abril e maio) onde o total precipitado alcança 41,6% do acumulado no ano. Os meses de (setembro, outubro e novembro) apresentam os menores índices de chuva, correspondendo a 7,4% do total precipitado (SOBRINHO, 2012). Como o aumento do nível do Rio Jari, muitas pessoas são atingidas e muitas famílias ficam desabrigadas, com o alagamento de residências.

Figura 4 - Áreas alagadas sob palafitas em Laranjal do Jari/AP.



Foto: Roberto de Souza

A ausência de políticas públicas concretas no município de Laranjal de Jari é visivelmente reconhecida em sua paisagem urbanística, seja pelas palafitas construídas aleatoriamente sem nenhum tipo de segurança na “parte baixa”, ou pela má organização da “parte alta” desprovida totalmente de infraestrutura (FERNANDES SIQUEIRA, *et. al*, 2012), o que ocasiona um acúmulo significativo de lixo. Quando o nível da água desce, observa-se as consequências deixadas pelas enchentes, sejam as palafitas ou casas danificadas, o excesso de lixo ou as mudanças nos ecossistemas aquáticos.

## 5.2. Coleta de Dados

A amostragem foi realizada no mês de outubro de 2022, período de baixa precipitação pluviométrica na região. Foram marcados 10 pontos no sentido beira do rio ao continente (Figura 5), em áreas com habitações de palafitas e que sofrem com alagamentos anuais. O quadro 1 indica a localização e seus respectivos pontos de coleta para melhor representar a figura 5.

Quadro 1 - Coordenadas geográficas e localização dos pontos amostrados neste estudo.

Ponto	Coordenadas Geográficas	Localização
1	0°51'05.32"S 52°32'17.76"O	Passarela D. Pedro I
2	0°51'05.00"S 52°32'16.70"O	Passarela D. Pedro II
3	0°51'05.77"S 52°32'13.85"O	Passarela Boa Esperança

4	0°51'04.67"S 52°32'12.76"O	Passarela Hildemar Maia
5	0°51'03.37"S 52°32'11.22"O	Passarela Aguiar
6	0°51'02.54"S 52°32'08.36"O	Passarela Toscana
7	0°51'00.41"S 52°32'05.78"O	Passarela Nossa Sra. Da Paz
8	0°50'59.19"S 52°32'04.37"O	Passarela Nossa Sra. De Fátima
9	0°50'56.53"S 52°32'01.35"O	Passarela 1º de Maio
10	0°50'53.12"S 52°31'58.22"O	Passarela Nossa Sra. Perpétuo Socorro

Fonte: dados da pesquisa

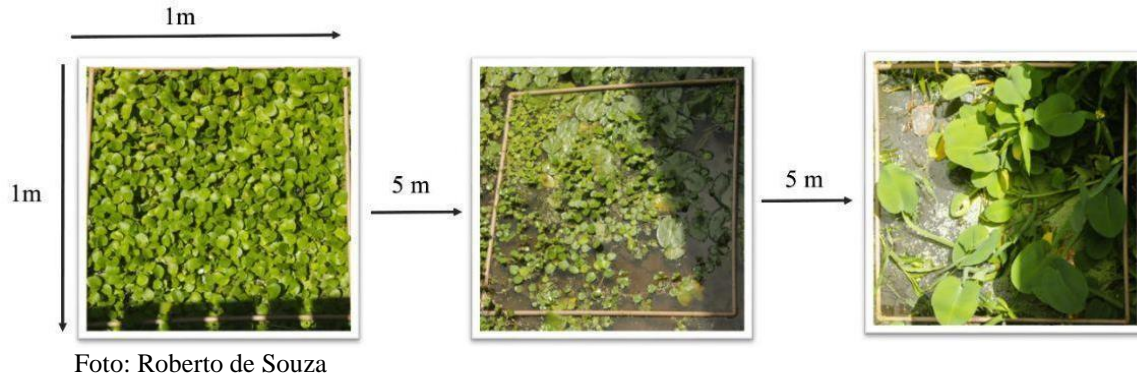
Figura 5 – Distribuição dos pontos de amostragem deste estudo. Delineamento amostral marcando o primeiro até o último ponto de coleta (pontos 1 a 10 com o nome das “passarelas”). Fonte: Google Earth



Fonte: Google Earth

Em cada ponto, foram estabelecidas três parcelas de 1m<sup>2</sup>, equidistantes 5 metros. A parcela foi marcada com o auxílio de uma moldura feita com canos de PVC, medindo exatamente 1m<sup>2</sup> de largura e altura (Figura 5).

Figura 5 – Amostragem de macrófitas aquáticas em cada ponto amostrado neste estudo. As parcelas foram delimitadas em quadrados de 1m<sup>2</sup> feitos com canos de PVC.



As espécies encontradas dentro da parcela foram fotografadas e identificadas primeiramente como o nome vulgar. Aquelas que não puderam ser identificadas na hora, foi coletada uma amostra do espécime e enviada uma foto para ser identificada pelo pesquisador botânico Dr. Salustiano Vilar, pesquisador do IEPA.

Para as fotografias, foi utilizada uma câmera fotográfica modelo EOS Rebel T7 EF-S18–55mm f/3.5–5.6 IS II (Canon), com uma resolução estática efetiva 24MP, 24.1 MP, que foram utilizadas para as identificações das espécies.

Para análises físico-químicas, foram coletadas duas amostras de água de cada ponto. A coleta foi feita com um auxílio de um aparato (balde comum), esterilizado, amarrado com uma corda e decaído até à água, sendo primeiramente mergulhado três vezes na água, segundo proposto por Kasper *et al.* (2015), só então à amostra foi retirada e armazenada em recipiente de polietileno, sendo rotulados e preenchidos no momento da coleta.

Para a preservação, alguns autores sugerem que as amostras sejam guardadas no escuro e a baixas temperaturas (aproximadamente 4°C). Esse método é amplamente empregado, sendo muito útil como precaução mínima na dúvida sobre a estabilidade da amostra (DERISIO, 2016). As amostras de água foram transportadas em caixas térmicas de isopor o que auxiliou na proteção do calor e da luz solar (KASPER *et. al*, 2015).

As amostras de água foram encaminhadas para o Laboratório de Análises de água, alimentos e meio ambiente, situado em Macapá para a obtenção dos resultados químicos de nitrogênio (N) e fósforo (P). A análise dos parâmetros físico-químicos (pH, turbidez e condutividade elétrica) foi realizado no laboratório de química do Instituto Federal do Amapá - Campus Laranjal do Jari, utilizando os equipamentos Phgâmetro, Conduômetro mCA150 e Turbidímetro AP2000.

### 5.3. Análise de dados

Foi feita a listagem das espécies para a verificar a composição, colocando informações como: ponto, parcela, nome popular, espécie, família botânica, modo de vida, cobertura (%); foto e GPS.

Para verificar a relação entre as variáveis físico-químicas da água com a riqueza de espécies, foram feitas regressões não lineares devido aos dados não atenderem à distribuição normal. Ao contrário da abordagem paramétrica, a estimação não paramétrica é bastante flexível, adaptando-se à amostra de maneira mais efetiva (CORTES, 2010).

Devido à dificuldade para contabilizar o número de indivíduos de macrófitas nas parcelas, pois muitas espécies são clonais, a variável abundância foi contabilizada por meio de estimativa da porcentagem de cobertura (%) das espécies.

Para avaliar composição e % de cobertura com as variáveis da físico-química da água, foi feita uma Análise Multivariada de Correspondência Canônica (CCA - *Canonical Correspondence*), que é comumente aplicada quando se quer comprovar e quantificar duas variáveis, neste caso, relacionar as variáveis de efeito (variáveis físico-químicas da água) e variáveis resposta (espécies e % cobertura). A técnica é apropriada para variáveis quantitativas e tem sido utilizada principalmente na área ambiental.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram identificadas 15 espécies de macrófitas em 12 famílias botânica, juntando todas as parcelas. As famílias mais representativas foram: Araceae (27,78%), Hydrocharitaceae e Salviniaceae (14,44%), Pontederiaceae (13,33%), Nymphaeaceae (12,22%), Poaceae (7,78%), Onagraceae, Marantaceae e Alismataceae (2,22%), Cyperaceae, Lentibulariaceae e Polygonaceae (1,11%). As espécies com maior porcentagem de cobertura foram: *Eichornia crassipes* (26,38%), *Pistia stratiotes* (16,87%), *Limnobium laevigatum* (15,57%), *Nymphaea alba* (16,86%), *Salvinia auriculares* (11,35%) e *Lemna minor* (11,04%). Para o modo de vida, com maior ocorrência estão as espécies de modo de vida flutuantes (Tabela 4).

Tabela 4 - Modo de vida, família botânica, nome científico e popular e porcentagem de cobertura das espécies de macrófitas amostradas nesse estudo.

Modo de vida	Família botânica	Espécie	Nome popular	Cobertura (%)
emergente fixa	Alismataceae	<i>Limnocharis flava</i>	Barata	0,8
emersa	Polygonaceae	<i>Persicaria lapathifolia</i>	Erva-de-bicho	0,11
enraizada	Cyperaceae	<i>Cyperus blepharoleptos</i>	Capim-de-capivara	0,1
enraizada	Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i>	Caete	0,49
enraizada com folhas flutuantes	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea alba</i>	Vitória régia	3,03
enraizada emersa e submersa	Onagraceae	<i>Ludwigia sp.</i>	Cruz-de-malta	0,01
enraizada fixa	Poaceae	<i>Brachiaria sp.</i>	Capim-da-angola	0,22
flutuante	Pontederiaceae	<i>Eichornia crassipes</i>	Jacinto d'água (aguapé)	6,71
flutuante fixa	Lentibulariaceae	<i>Utricularia sp.</i>	Flor amarela	0,03
flutuante fixa	Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	Ludwigia flutuante	0,04
flutuante livre	Araceae	<i>Lemna minor</i>	Lentilha d'água	2,88
flutuante livre	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Alface d'água	4,4
flutuante livre	Hydrocharitaceae	<i>Limnobium laevigatum</i>	Esponja da Amazônia	4,06
flutuante livre	Salviniaceae	<i>Salvinia auriculares</i>	Orelha de onça	2,96
flutuantes ou enraizadas	Poaceae	<i>Acroceras zizanoides</i>	Folhinha	0,07
<b>Total Geral</b>				<b>26,08</b>

A maioria das espécies encontradas são flutuantes (53%), em segundo lugar enraizadas (33%) e em terceiro emergente (13%). Regiões que sofrem com enchentes e longos períodos de alagamento proporcionam uma grande proliferação das espécies flutuantes e emergentes (DEMARCHI, 2018).

A maior porcentagem de cobertura de algumas espécies como a espécie *Eichornia crassipes* (26,38%) e *Pistia stratiotes* (16,87%) se deve ao fato de serem capazes de se multiplicar em diversos tipos de habitats, inclusive os poluídos. Águas poluídas apresentam maior teor de nutrientes como nitrogênio e fósforo, e estas espécies apresentam vantagem competitiva na exploração dos recursos em relação a outras espécies. (ESTEVEES, 1988).

Não houve relação significativa entre as variáveis físico-química analisadas e a riqueza de macrófitas nas parcelas ( $P > 0,05$ ). Este resultado se deve à baixa riqueza de espécies nas parcelas (de 3 a 6 espécies).

Quanto aos parâmetros físico-químicos da água (Tabela 5), os valores de pH estavam próximos de 7,0 em todos os pontos de coleta. Para a turbidez, foram observados valores inferiores a 40 UNT na maioria dos pontos, sendo o ponto 2 o único em desconformidade com a resolução, com concentrações de 54 UNT segundo a resolução 357/05. Para os teores de fósforo (P), os valores se mostraram acima dos limites de 0,1 mg/LP da resolução 357/05 da CONAMA.

Para as águas continentais o fósforo (P) é o principal fator limitante da produção primária, sendo ainda o principal responsável pela eutrofização por induzir nas espécies vegetais armazenamento de energia e a formação da membrana celular. Nestas águas continentais a faixa de pH mais frequente situa-se entre 5 e 8 tornando a concentração de fósforo (P) muito baixa; geralmente abaixo do limite inferior de detecção da maioria dos métodos analíticos atualmente disponíveis (ESTEVEES, 1998), o que para os dados obtidos acima não mostram esse padrão.

Os valores de condutividade elétrica mostraram-se acima dos limites mínimos e máximos estabelecidos pela CETESB, sua presença indica poluição associados às descargas de esgotos e à presença de íons dissolvidos na água, alterações estas que ocorreram em todas as amostras analisadas. Para o nitrogênio (N), os valores mostram-se próximos de 3,7mg/LN em todos os pontos de coleta, o que significa que está dentro dos padrões de qualidade para rios de águas doces de classe 2, da resolução 357/05 da CONAMA.

Tabela 5 – Valores das parâmetros físico-químicos por pontos amostragem; os valores para pH, turbidez, nitrogênio (N) e fósforo (P) de acordo com os parâmetros indicados pela resolução 375/05, CONAMA; condutividade e seu respectivo limite dados pela CETESB. \*Acima dos padrões estabelecidos.

Ponto	Parcelas	pH (6,0 a 9,0)	Turbidez (40 NTU)	Condutividade (100 Us/Cma)	N (3,7 Mg/L)	P (0,01 mg/l)
1	1;2;3	7,3	21.5	208,2	2,712	<b>0,05*</b>
2	4;5;6	7,8	<b>54*</b>	468,9	2,826	<b>0,016*</b>
3	7;8;9	7,4	17.4	175,7	0,345	<b>0,045*</b>
4	10;11;12	7,2	11.3	189,7	3,7	<b>0,023*</b>

<b>5</b>	13;14;15	7,32	18,13	159,3	3,7	<b>0,058*</b>
<b>6</b>	16;17;18	7,40	23	285,3	2,826	<b>0,010*</b>
<b>7</b>	19;20;21	6,93	13,03	195,3	2,898	<b>0,068*</b>
<b>8</b>	22;23;24	7,9	4,11	321,9	0,277	<b>0,010*</b>
<b>9</b>	25;26;27	7,28	12,29	176,2	0,01	<b>0,017*</b>
<b>10</b>	28;29;30	7,28	14,36	172,2	0,246	<b>0,010*</b>

### 6.1. Relação entre variáveis ambientais, composição e porcentagem de cobertura

A Análise de Correspondência Canônica CCA (Figura 6) a qual mostrou a relação das variáveis físico-química da água, composição e % de cobertura de macrófitas, o eixo 1 e eixo 2 totalizou 41,14 % e 36,36% da variação de dados, respectivamente. O lado positivo do eixo 1 mostrou parcelas com maior % de cobertura das macrófitas (*T. geniculata*, *L. flava*, *P. lapathifolia*, *E. crassipes*, *L. minor*) em água com maior concentração de nitrogênio (N). O lado negativo do eixo 1 apresentou parcelas com maior % de cobertura das espécies *Ludwigia sp.*, *L. laevigatum*, *A. zizanooides*, *P. stratiotes* e *L. helminthorrhiza* em água com maior concentração de fósforo (P), e espécies com maior % cobertura em água com maior turbidez, pH e condutividade (*C. blepharoleptos*, *N. alba*, *Brachiaria sp.*, *Utricularia*, *S. auriculares*).

O eixo 2 da CCA mostrou uma separação clara entre as espécies que apresentam maior porcentagem de cobertura em água com maior concentração de nitrogênio e fósforo (*T. geniculata*, *L. flava*, *P. lapathifolia*, *E. crassipes*, *L. minor*, *Ludwigia sp.*, *L. laevigatum*, *A. zizanooides*, *P. stratiotes* e *L. helminthorrhiza*) (lado positivo do eixo 2), e espécies que apresentam maior porcentagem de cobertura em água com maior turbidez, pH e condutividade (*C. blepharoleptos*, *N. alba*, *Brachiaria sp.*, *Utricularia*, *S. auriculares*, *E. crassipes*).

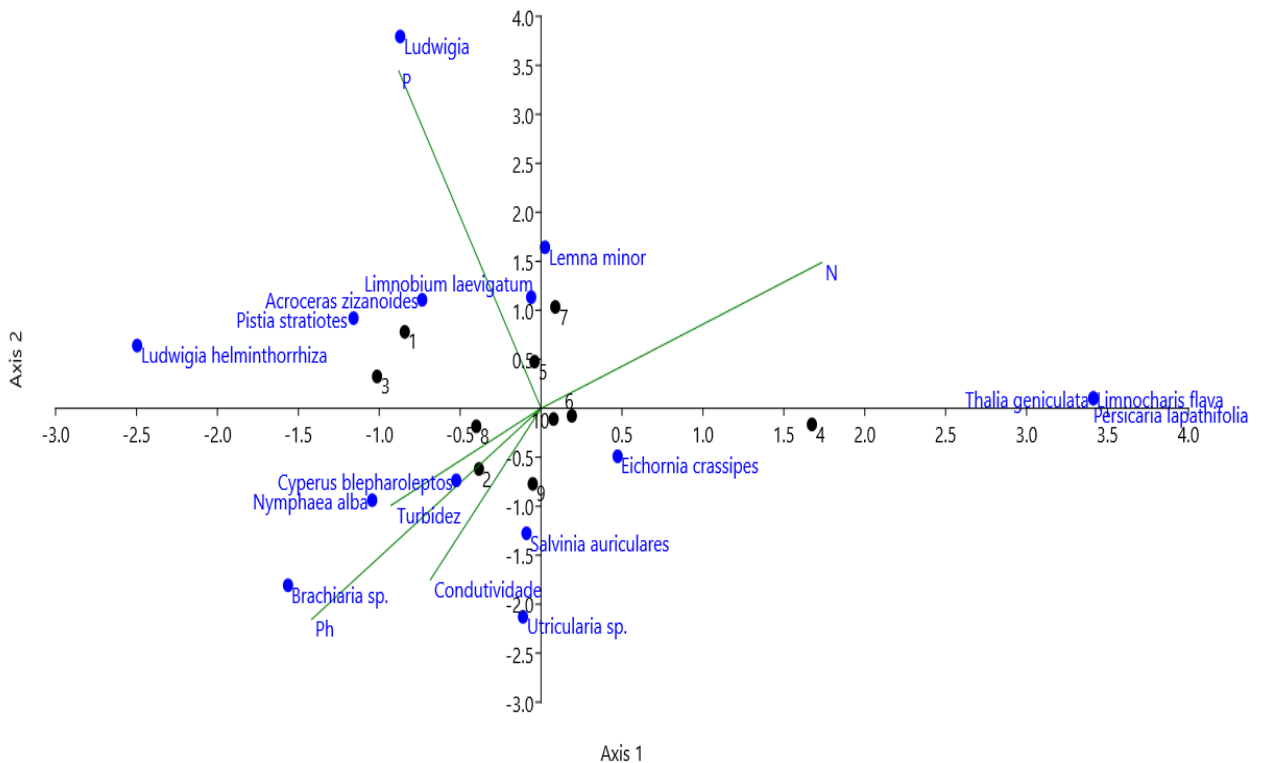


Figura 6 - Análise de correspondência canônica (CCA), o eixo 1 e 2 abrangeu 41,14 % e 36,36% da variação de dados, respectivamente. Em azul, o nome das plantas aquáticas; em preto, pontos de coleta; as linhas verdes, os parâmetros físico-químicos da água.

A composição de espécies e suas abundâncias (% cobertura) foi determinada no gradiente de disponibilidade de nitrogênio e fósforo, e turbidez e condutividade e pH na área estudada.

A riqueza de macrófitas aquáticas registradas nas variáveis físico-química revelam que cada variável influencia indiretamente sobre as espécies aquáticas, que são capazes de aumentar o crescimento populacional de acordo com a capacidade adaptativa e de absorção desses nutrientes.

As cinco espécies com maior % porcentagem de cobertura em maior concentração de nitrogênio (N) são caracteristicamente similares. Parte dos nutrientes absorvidos pelas espécies *Eichornia crassires*, *Thalia geniculata* e *Limnocharis flava* é acumulado nas raízes (CEMIG, 2021), principalmente em ambientes que sofrem com fluxo hidráulico ocasionado pelas cheias (ESTEVEES, 1998). Em águas eutrofizadas, a decomposição da biomassa vegetal na parte inferior da coluna d'água fixada ao substrato é responsável pelo acúmulo de nitrato, nitrito e sobretudo nitrogênio amoniacal (ESTEVEES, 1998), as raízes absorvem o nitrogênio e outros nutrientes de partes mais profundas do substrato e torna-o disponível para outras espécies (CEMIG, 2021).

O nitrogênio é elemento básico, sendo a sua participação importante na formação de proteínas (componente básico da biomassa). Quando presente em baixas concentrações, pode atuar como fator limitante na produção primária de ecossistemas aquáticos (ESTEVEES, 1998). Porém, a concentração deste elemento em níveis tolerantes nos pontos de coleta, podem estar associados à formação marcante de extensos “tapetes” de macrófitas aquáticas, em especial as espécies *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Limnolobium laevigatum*. A redução de nitrogênio nos pontos amostrados se deve principalmente pela assimilação deste elemento pelas macrófitas (ESTEVEES, 1998).

As espécies *Nymphaea alba*, *C. blepharoleptos*, *N. alba*, *Brachiaria* sp., *Utricularia* são influenciadas pelas variáveis pH, turbidez e condutividade. O crescimento das espécies do gênero *Nymphaea*, segundo Bornette e Puijalon (2011), está associado à disponibilidade de nutrientes no sedimento. Por serem enraizadas com folhas flutuantes, podem absorver nutrientes tanto da coluna d’água por meio das suas partes aéreas quanto do sedimento através do seu sistema de raiz (WIERSEMA, 1987; MACEDO, 2015). Os fatores abióticos associados a esta espécie como condutividade elétrica, temperatura, clorofila, turbidez, pH e nitrogênio influenciam nos modos de regulação da diversidade e no desenvolvimento das estruturas morfológicas da planta (JUGE; LACHAVANNE, 1992; MACEDO, 2015).

A espécie *Brachiaria* sp. revelou relação bem próxima a variável pH apresentando ainda baixa porcentagem de cobertura o que pode ser explicado por estudos que mostram que estas plantas podem se desenvolver bem em condições de meio onde o pH varie na faixa de 3,5 a 6,5 (SOUZA FILHO; VELOSO; GAMA, 2000), preferindo ambientes mais ácidos a aos apresentados em campo, diminuindo o seu desenvolvimento.

Outras espécies revelaram tolerância maior com as variáveis de condutividade elétrica, a exemplo a espécie *Utricularia* sp. Os indivíduos destas espécies são confinados a pequenas áreas mais úmidas de uma determinada vegetação e são sensíveis à poluição e mudanças das condições ambientais, agindo como potenciais bioindicadores de saúde ecossistêmica (JENNINGS; ROHR, 2011). Além disso, fósforo que está em alta concentração em todos os pontos amostrados neste estudo, pode ter prejudicado o desenvolvimento de *Utricularia* reduzindo a abundância da espécie que precisa ainda competir com outras melhores adaptadas.

Entre as espécies melhores competidoras pode-se destacar as espécies *Eichhornia crassipes*, *Salvinia, auriculata*, *Lemna minor*, *Ludwigia helminthorrhiz* e *P. stratiotes*. Estas plantas relacionam-se com variáveis distintas na CCA, contudo apresentam similaridades

nutritivas. Sob condições ideais de temperatura e intensidade luminosa, adaptam-se com facilidade em ambientes estressantes (ALMEIDA, 2018), incluindo à poluição aquática (SUKUMARAN, 2013, DAS; GOSWAMI; TALUKDAR, 2014), removendo diversos materiais, dentre eles metais pesados, compostos orgânicos, produtos agrícolas, farmacêuticos e de higiene pessoal, nanomateriais, hidrocarbonetos advindos do petróleo e rejeitos radioativos (EKPERUSI; SIKOKI; NWACHUKWU, 2019), eficientes na remoção do fósforo (RODRIGUES *et al.* 2022) e tolerantes à pH com concentrações iônicas mais elevadas (ESTEVEZ, 1998).

A presença marcante da *P. stratiotes* nos pontos de amostragem e a tolerância a fósforo é destacado por Henry-Silva e Camargo (2002) pela espécie ser capaz de absorver altos teores de fósforo. A planta ainda favorece o cultivo no tratamento de efluentes em reservatórios por apresentar potencial para descontaminação de águas contaminadas por componentes orgânicos e inorgânicos.

As áreas alagadas em Laranjal do Jari abrigam ainda um número de espécies menos representativas e com baixa porcentagem de cobertura como a *Cyperus blepharoleptos* sendo consideradas de acordo com Camargo e Ferragut (2014) plantas daninhas. A gramínea foi relacionada a variável turbidez, e alguns estudos mostram que a certas espécies com caráter dominante foram relacionadas com a características de turbidez (CARVALHO, 2005).

Avaliando os parâmetros físico-químicos, observou-se que estes influenciam significativamente em macrófitas aquáticas com alta capacidade de dispersão e especialização na remoção de nutrientes. A poluição advinda de despejos domésticos influenciou na variação da composição e porcentagem de cobertura nas áreas alagadas sob palafitas.

As variáveis químicas são de nitrogênio e fosforo são essenciais para a sobrevivência das espécies que regulam as condições do ambiente mantendo-o saudável em muitos aspectos, sendo ainda auxiliados pela dinâmica hidrológica do rio, que também é um fator que indica a retirada de compostos tóxicos das áreas úmidas da cidade e possibilita a sobrevivência de comunidade aquática.

Algumas espécies como *Eichhornia crassipes*, *Salvinia auriculata* e *Lemna minor* são importantes bioindicadores ambientais. Outras espécies como *Thalia geniculata* são bioacumuladoras, e mantêm em suas estruturas micronutrientes, o que pode proporcionar a sobrevivência de outras espécies menos tolerantes a alguns metais pesados no ambiente.

## 7 CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que a nitrogênio, fósforo, turbidez, pH, condutividade elétrica, influenciam diretamente na porcentagem de cobertura de grupos distintos das macrófitas aquáticas encontradas, formando um gradiente de condições que influenciou na variação de composição e abundância das espécies durante o período amostrado.

Maior concentração de nitrogênio e fósforo no período de coleta da água contribuiu para o aumento de espécies bioindicadoras que acabam aumentando sua porcentagem de cobertura na área de estudo por serem melhores competidoras e tolerantes à diversas variáveis ambientais. Contudo, a concentração de nitrogênio encontrada abaixo do esperado pode indicar que macrófitas aquáticas como *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Limnolobium laevigatum* estão absorvendo com maior eficácia cargas consideradas poluídas.

As variáveis condutividade elétrica, turbidez e pH, aliado as alterações no fósforo em todos os pontos influenciaram negativamente a % de cobertura das espécies *C. blepharoleptos*, *N. alba*, *Brachiaria* sp., *Utricularia*, já que estas apresentam desvantagem competitiva na obtenção de nutrientes em relação a espécies bioindicadoras.

As espécies com baixa porcentagem de cobertura como a *Ludwigia* sp., *Brachiaria* sp. e *Utricularia* sp. aparecem atraídas pelas variáveis físico-químicas de fósforo, condutividade elétrica e pH, indicando que estas são influenciadas pelas cargas e não pela abundância das espécies presentes no ambiente.

Devido aos poucos estudos sobre macrófitas em áreas/cidades amazônicas com águas poluídas, dificultou conclusões sobre os efeitos das variáveis da físico-químicas da água em macrófitas sob estas condições. À inclusão de outros macronutrientes e micronutrientes na análise poderia detectar a influência sobre as comunidades de macrófitas aquáticas.

A região, apesar de sofrer com condições sanitárias alarmantes, a qualidade da água apresenta-se tolerante aos estresses ocasionados pela poluição humana. A grande extensão de área “limpa” do Rio Jari e à subida das águas anuais, mantém o corpo hídrico dentro dos limites de qualidade, sendo as macrófitas aquáticas importantes aliadas na retirada da toxicidade por serem excelentes filtradoras e despoluidoras da água garantindo o funcionamento dos ecossistemas aquáticos onde ocorrem.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA *et al.* **Análise florística e estrutura de florestas de várzea no estuário amazônico.** Acta amazônica, v. 34, p. 513-524, 2004.
- ALMEIDA, A. C. R. de. **Avaliação do potencial de Lemna Minor L. como bioindicador de toxicidade em águas residuais.** 2018. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- ALMEIDA, S.S. 1996. **Estrutura e florística em áreas de manguezais paraenses: evidências da influência do estuário amazônico.** Bol. Mus. Par. Em. Goeldi, ser. Ciênc. Terra 8: 93-100.
- ARÊDE, Raphael Souza Costa. Salta, Alternativa De Tratamento De Água; Rural, Z. Em Área. Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. 2020
- BARBOUR, M.T *et al.* **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish,** 2a ed. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C. 1999
- BORNETTE G, PUIJALON S. **Response of aquatic plants to abiotic factors: a review.** Aquatic Sciences. 2011. 73:1-14.
- BRANDANI, Julielen Zanetti *et al.* Avaliação da dinâmica de cobertura em área de cerrado stricto sensu com uso do software ImageJ®. **Terr@ Plural**, v. 16, p. 1-16, 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Série B. Textos Básicos de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p. ISBN 85-334-1240-1–
- BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/](http://www.mma.gov.br/port/)>
- CALLISTO, M.; GONÇALVES Jr., J. F.; MORENO, P. **Invertebrados aquáticos como bioindicadores.** In: GOULART, E. M. A. (Org.) Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais: Proj. Manuelzão. Belo Horizonte: Coopmed, 2005. p. 555-567
- CAMARGO, Vanessa Moraes; FERRAGUT, Carla. **Estrutura da comunidade de algas perifíticas em Eleocharis acutangula (Roxb.) Schult (Cyperaceae) em reservatório tropical raso,** São Paulo, SP, Brasil. Hoehnea, v. 41, p. 31-40, 2014.
- CARVALHO, Fernando Tadeu *et al.* Influência da turbidez da água do rio Tietê na ocorrência de plantas aquáticas. **Planta Daninha**, v. 23, p. 359-362, 2005.

CEMIG. **Macrófitas aquáticas**: Caracterização e importância em reservatórios hidrelétricos. 1º ed. Belo Horizonte. 2021 ISBN 978-85-87929-85-3

CHEIN, Flávia. **Introdução aos modelos de regressão linear**: um passo inicial para compreensão da econometria como uma ferramenta de avaliação de políticas públicas. 2019.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Apêndice D - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas. <Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Ap%C3%AAndice-D-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-29-04-2014.pdf> > Acesso em: 16/01/2023

COELHO NETO GOMES, Miguel. **Estudo da composição das comunidades de macrófitas aquáticas em dois lagos Amazônicos**. 2019.

CORTES, Renan Xavier. **Um estudo comparativo de estimadores de regressões não-paramétricas aditivas**: Performance em amostras finitas. 2010.

COSTA, Fernando Barbosa; FERREIRA, Vanderlei de Oliveira. Análise de parâmetros que compõem o índice de qualidade das águas (IQA) na porção mineira da bacia do rio Paranaíba. **Revista Eletrônica de Geografia**, v. 7, n. 18, p. 22-47, 2015.

CUNHA, Davi Gasparini Fernandes *et al.* Resolução CONAMA 357/2005: análise espacial e temporal de não conformidades em rios e reservatórios do estado de São Paulo de acordo com seus enquadramentos (2005-2009). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 18, p. 159-168, 2013.

DA CRUZ, Jefferson; PIEDADE, Maria Teresa Fernandez. **Conhecendo as macrófitas aquáticas da Amazônia**. 2016.

DEMARCHI, Layon Oreste *et al.* **Ecologia e Guia de Identificação**: Macrófitas Aquáticas do Lago Amazônico. Ed: INPA. Manaus, 2018. 44 p.

DEMARCHI, Layon Oreste *et al.* **Ecologia e Guia de Identificação**: Macrófitas Aquáticas do Lago Amazônico. Ed: INPA. Manaus, 2018. 44 p.

DERISIO, José Carlos. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. Oficina de textos, 2016.

DINIZ, Célia R. *et al.* Uso de macrófitas aquáticas como solução ecológica para melhoria da qualidade de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 226-230, 2021.

EDP JARI. ECE Participações Jari. Estudo de Impactos Ambientais - EIA. Santo Antônio do Jari - UHE. **Ecology Brasil**. 2324-00- EIA-RL-0001-01. 2009

EKPERUSI, A. O., SIKOKI, F. D., NWACHUKWU, E. O. **Application of common duckweed (*Lemna minor*) in phytoremediation of chemicals in the environment**: State and future perspective. *Chemosphere*, v. 223, 285-309, mai. 2019.

ESTEVEVES, F.A. & CAMARGO, A.F.M. **Sobre o papel das macrófitas aquáticas na estocagem e ciclagem de nutrientes**. *Acta Limnol. Bras.* 1(1):273-298. 1986

ESTEVEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1988. 574p.

EPE. Estudos de Inventário Hidrelétrico: Relatório Final. Bacia Hidrográfica do Rio Jari – PA/AP. **AAI – Avaliação Ambiental Integrada**. Vol 1 / 2. 2011

FERNANDES SIQUEIRA, Karoline et al. A insistência da população em morar nas palafitas do município de Laranjal do Jari, Amapá. In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. 2012.

FURCH K, JUNK WJ. **Physico-chemical conditions in floodplains lakes**. In: Junk WJ, ed. *The Central Amazon floodplain: ecology of a pulsing system*. Ecological Studies 126. Berlin: Springer, 69–108. 1997

GOULART, M. D.; CALLISTO, Marcos. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003.

HEGEL, Carla Grasielle Zanin; MELO, Evanisa Fátima Reginato Quevedo. **Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade da água dos arroios da RPPN Maragato**. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 9, n. 3, p. 673-693, 2016.

HENRY-SILVA, Gustavo Gonzaga; CAMARGO, Antonio Fernando Monteiro. Valor nutritivo de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) utilizadas no tratamento de efluentes de aqüicultura. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 24, p. 519-526, 2002.

IEPA. Inventário. Vegetação. 2017. <Disponível em : <http://www.iepa.ap.gov.br/biblioteca/artigos.php> > Acesso em 10/10/2022

in IBGE, Geografia do Brasil - Região Norte. **Os Rios Amazônicos**: Rios de Água Branca, Rios de Água Clara e Rios de Água Preta. Rio de Janeiro, Vol I, 1977, p. 123-125. <Disponível em: <https://tupi.fflch.usp.br/sites/tupi.fflch.usp.br/files/OS%20RIOS%20AMAZ%C3%94NICOS%20Q->

[%20RIOS%20DE%20%C3%81GUA%20BRANCA,%20RIOS%20DE%20%C3%81GUA%20CLARA%20E%20RIOS%20DE%20%C3%81GUA%20PRETA.pdf](#) >

IRGANG, B. E.; GASTAL JR., C. V. S. **Plantas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Ed. dos autores, 1996.

JENNINGS, David E.; ROHR, Jason R. A review of the conservation threats to carnivorous plants. **Biological Conservation**, v. 144, n. 5, p. 1356-1363, 2011.

JOHNS C, RAMSEY M, BELL D, VAUGHTON G. **Does increased salinity reduce functional depth tolerance of four non-halophytic wetland macrophyte species?** Aquatic Botany. 2014. 116: 13-18

JUGE, R.; LACHAVANNE, J.B. **Patterns and regulation of plant diversity in lacustrine ecotones. Biodiversity in land-inland water ecotones**. Congress of the International Association of Theoretical and Applied Limnology, Barcelona, Spain. 1992. 18, 308p.

JUNK W.J. *et al.*, F. A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. *Wetlands*, 31(4):623–640, 2011.

JUNK, W.J., Bayley, P.B & Sparks, R.E. (1989): The flood pulse concept in river-floodplain systems.- Special Publication of the Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 106: 110-127.

KASPER, Danielle *et al.* Metodologia de coleta, preservação e armazenamento de amostras de água para análise de referência - uma revisão. **Química Nova**, v. 38, p. 410-418, 2015.

KÖSE, T. Ennil; KIVANÇ, Betül. **Adsorção de fosfato de soluções aquosas usando casca de ovo calcinada**. *Chemical Engineering Journal* , v. 178, p. 34-39, 2011.

LACOUL P, FREEDMAN B (2006) Environmental influences on aquatic plants in freshwater ecosystems. *Environmental Reviews* 14: 89–136

LÉVÊQUE, C. **Ecosystèmes Aquatiques. Les Fondamentaux**. Paris: Hachette Livre, 1996.

LOPES, Aline *et al.* Herbáceas aquáticas em seis igapós na Amazônia Central: composição e diversidade de gêneros. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 8, n. 1, p. 5-17, 2014.

LOPES, Aline; PIEDADE, Maria Teresa Fernandez. **Conhecendo as áreas úmidas amazônicas: uma viagem pelas várzeas e igapós**. Editora INPA, 2015.

MACÊDO, Joemília Conceição Araújo. **Distribuição dos grupos funcionais de plantas aquáticas em áreas alagadas costeiras do nordeste brasileiro.** Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

MARINHO, Tatiana Andreza da Silva *et al.* Tipos de áreas úmidas amazônicas. **Conhecendo as Áreas Úmidas Amazônicas: uma viagem pelas várzeas e igapós, pgs. 1,** 2014.

MEDEIROS, Samylle Ruana Marinho de *et al.* Índice de qualidade das águas e balneabilidade no Riacho da Bica, Portalegre, RN, Brasil. **Revista Ambiente & Água,** v. 11, p. 711-730, 2016.

MENEZES, Felipe Souza *et al.* **Avaliação da capacidade fitorremediadora da macrófitia lemna minor (Lentilha d'água) na redução de fosfato em meio aquático.** Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em Química) - Escola Técnica Estadual ETEC Irmã Agostina (Jardim Satélite - São Paulo), São Paulo, 2022.

MESSIAS, R.; OLIVEIRA, G.; FURTADO, H. **Determinação de metais pesados em amostras de água, solo e *thalia geniculata* da área alagada do bairro pantanal, no município de Macapá-Ap.** 56º Congresso Brasileiro de Química (CBQ). Belém-Pa. 2016. ISBN 978-85-85905-19-4

MOCELIN, Chaiane Mara. **Potencial emprego de macrófitas na remoção de nitrogênio e fósforo em águas residuárias no Rio Grande do Sul.** 2021.

MOURA, M. A. M.; FRANCO, D. A. S.; MATALLO, M. B. **Manejo integrado de macrófitas aquáticas.** Divulgação Técnica Biológico, p. 77-82, 2009.

NETO, Salustiano Vilar Costa *et al.* Macrófitas aquáticas das regiões dos lagos do Amapá, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências,** v. 5, n. S2, p. 618-620, 2007.

ODUM, E.P. **Ecologia 1º ED.** Editora Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 1988

PEDRALLI, G. **Macrófitas aquáticas: técnicas e métodos de estudos.** Estudos de Biologia, v. 26, p. 5-24, 1990.

PEREIRA, Maria Carolina Tonizza **Plantas aquáticas em lagoas temporárias do semiárido, nordeste do Brasil.** Universidade Federal Rural De Pernambuco Pró-Reitoria Pesquisa E Pós-Graduação Programa De Pós-Graduação em Botânica. Recife. 2017.

PIO, Mauro Célio da Silveira; SOUZA, Katiúscia dos Santos de; SANTANA, Genilson Pereira. Capacidade da Lemna aequinoctialis para acumular metais pesados de água contaminada. **Acta Amazônica,** v. 43, p. 203-210, 2013.

PONT, Giorgi Dal. **Características Físicas e Químicas dos Rios Amazônicos**. <Disponível em: [https://gia.org.br/portal/caracteristicas-fisicas-e-quimicas-dos-rios-amazonicos/#:~:text=Os%20tipos%20de%20%C3%A1gua%20mais,clara%20e%20iii\)%20%C3%A1gua%20branca](https://gia.org.br/portal/caracteristicas-fisicas-e-quimicas-dos-rios-amazonicos/#:~:text=Os%20tipos%20de%20%C3%A1gua%20mais,clara%20e%20iii)%20%C3%A1gua%20branca)>

PORTAL AMAZÔNIA. <Disponível em: <https://portalamazonia.com/amazonia-az/palafitas>>  
Acesso em: 10/10/2022.

PORTAL GOVERNO DO AMAPÁ. <Disponível em: <https://www.portal.ap.gov.br/conheca/laranjal-do-jari>> Acesso em 15 de setembro de 2021

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, 17 de março de 2015. <Disponível em: [http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO\\_CONAMA\\_n\\_357.pdf](http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf)> Acesso em: 25/10/2022

ROCHA, Cacilda Michele Cardoso et al. **Macrófitas aquáticas como parâmetro no monitoramento ambiental da qualidade da água**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 4, p. 970-983, 2012.

ROZENENTE, Caroline *et al.* MACRÓFITAS AQUÁTICAS DO PARQUE MUNICIPAL DO IGUAÇU, PARANÁ, BRASIL. **Revista UNIANDRADE**, v. 22, n. 1, p. 38-47, 2021.

SCREMIN-DIAS, E.; POTT, V. J.; HORA, R. C.; SOUZA, P. R. **Nos jardins submersos da Bodoquena: guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região**. Campo Grande: Ed. da UFMS. 1999. 160 p.

SCUDELLER, *et al.* **Florística da mata de igapó na Amazônia Central**. Biotupé: meio físico, diversidade biológica e sociocultural do baixo Rio Negro, Amazônia Central. Universidade Estadual do Amazonas-UEA Ltda., Manaus, v. 2, p. 97-108, 2009.

SEINFELD, John H.; PANDIS, Spyros N. Da poluição do ar às mudanças climáticas. **Química e física atmosférica**, v. 1326, 1998.

SIOLI, H. **Amazônia Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. 3.ed., Petrópolis, Edit. Vozes, 72 p. 1991

SOBRINHO, Themístocles Raphael Gomes. Classificação climática conforme a metodologia Köppen do município de Laranjal do Jari/Amapá/Brasil. In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. 2012.

SOUZA FILHO, A. P. S.; VELOSO, C. A. C.; GAMA, J. R. N. Capacidade de absorção de nutrientes do capim-mMarandu (*Brachiaria brizantha*) e da planta daninha malva (*Urena lobata*) em função do pH. **Planta daninha**, v. 18, p. 443-450, 2000.

SUKUMARAN D. **Phytoremediation of Heavy Metals from Industrial Effluent Using Constructed Wetland Technology**. Applied Ecology and Environmental Sciences, v. 1, n. 5, 92-97, oct. 2013.

THOMAZ, S. M. **Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo**. Planta daninha, v. 20, p. 21-33, 2002.

TUNDISI, J.G.; Matsumura, T. (2008). **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos. 631p.

TAKIYAMA, Luís Roberto, *et. al.* **Projeto zoneamento ecológico econômico urbano das áreas de ressacas de Macapá e Santana, estado do Amapá**: relatório técnico final. Macapá: IEPA, 2012. ISBN: 978-85-87794-18-5

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Coord.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Passo Fundo**: Embrapa Trigo, 2008. 779p.

WIERSEMA JH. A monograph of Nymphaea Subgenus Hydrocallis (Nymphaeaceae). The American Society of Plant Taxonomists 1987.

XAVIER, Juliana de Oliveira *et. al.* **Macrófitas Aquáticas**: Caracterização e importância em reservatórios hidrelétricos. Belo Horizonte. Companhia Energética de Minas Gerais – Cemig. 2021 96p.: il. fot. ISBN 978-85-87929-85-3