



Avaliação sobre o Estado Trófico e Ausência de Macrófitas Aquáticas no Igarapé do Mindu, Manaus – (AM)



Manaus – Amazonas

2023

**MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL EM GESTÃO E
REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS – PROFÁGUA**

Universidade do Estado do Amazonas – UEA

Matheus da Rocha Uchôa de Paula

Aluno de Mestrado

Profa. Dra. Maria da Glória Gonçalves de Melo

Coorientadora

Profa. Dra. Maria Astrid Rocha Liberato

Orientadora

Equipe de Campo

Profa. Dra. Ieda Hortêncio Batista

Aluno de Mestrado João Carlos de Queiroz Neto

Aluna de Mestrado Beatriz Enóla Ribeiro da Silva

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	4
2 – OBJETIVOS	6
3 - MATERIAL E MÉTODOS.....	6
4 – PRESENÇA DE MACROFITAS, PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA E ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA	10
5 – CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA	16
6 – CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES	22
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
8 - ANEXO 1: CARTA DE SOLICITAÇÃO.....	27
9 - ANEXO 2: AUTORIZAÇÃO Nº 03/2022 – DMCAP/SEMMAS.....	28
10 - ANEXO 3: PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS (PAR), ADAPTADO DO PROTOCOLO DA AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE OHIO (EUA).....	30
11 - ANEXO 4: PROTOCOLO DE HANNAFORD ET AL. (1997)	31

1 - INTRODUÇÃO

A capital do Estado do Amazonas, Manaus, está entre as principais poluidoras da região, sua população e indústria despeja seus efluentes diretamente nos igarapés que cortam a cidade, sendo o principal e mais conhecido o igarapé do Mindu que deságua diretamente sob o rio Negro, o que resulta em um impacto ambiental em cadeia vez que os poluentes seguem através do rio contaminado os seguintes como o Solimões, o Amazonas e, por fim, o Oceano Atlântico (SOUZA, 2020).

Segundo Flexa e colaboradores (2021) a qualidade atual da água utilizada pela população é preocupante, principalmente quando se trata da origem da água e sua destinação para determinadas atividades. A Resolução CONAMA nº 357, de 17/03/2005 determina a classificação dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e as diretrizes para enquadramento de cada tipo de água (doce, salobra e salina) em diferentes classes conforme as exigências para cada tipo de destinação, quanto maior o número da classe correspondente, menos exigente se torna o nível de qualidade da água e quanto menor for o número (a classe especial sendo a que exige o melhor nível de qualidade de água), maior o seu rigor e restrição de uso para o seu enquadramento.

O enquadramento é um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, ele tem como objetivo classificar as águas, de acordo com o seu tipo (superficial, subterrânea e sua salinidade), em classes segundo os usos preponderantes, devendo ser orientado por três olhares: 1º) a constatação da realidade atual dos corpos hídricos – “o rio que temos”; 2º) o conhecimento da visão da sociedade sobre o futuro que deseja para esses corpos hídricos – “o rio que queremos”; e 3º) a pactuação da situação possível de ser mantida ou alcançada, levando em conta os limites técnicos, sociais e econômicos para o alcance de metas de qualidade para determinado corpo hídrico, em um horizonte de tempo estabelecido – “o rio que podemos ter” (Agência Nacional de Águas – ANA, 2019).

Segundo Souza Filho e colaboradores (2019), o Igarapé do Mindu não possui enquadramento aprovado, segundo a Resolução CONAMA 357/2005 todo corpo hídrico não enquadrado, de águas doces, é considerado de classe 2, os de águas

salinas e salobras, classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, determinando a aplicação da classe mais rigorosa correspondente. Ainda de acordo com estudos de Souza Filho e colaboradores (2020) o igarapé do Mindu se encontra, atualmente, descaracterizado, com parâmetros de água que sugerem um avançado estado de eutrofização de seu leito, em total desacordo com sua classificação de enquadramento na classe 2.

Tendo em vista a importância da classificação das águas para destinação de seu uso e sua manutenção, o processo de enquadramento do corpo hídrico é fundamental para a preservação das características físico-químicas de seu leito bem como assegurar o recurso hídrico necessário para suprir a demanda de atividades humanas como irrigação de campos, dessedentação de animais, o uso em indústrias e para o consumo diário e recreativo pela população (FLEXA et al, 2021).

Com o intuito de monitorar os efeitos da eutrofização do igarapé do Mindu e alcançar a meta do “rio que queremos”, pode-se empregar o uso de diversos tipos de ferramentas, tais como a observação da presença ou da ausência de macrófitas aquáticas, plantas que se desenvolvem na superfície da lâmina d’água, se proliferam em ambientes eutrofizados, vez que suas raízes absorvem o excesso de nutrientes, como nitrogênio e fósforo oriundos de efluentes urbanos não tratados, direto da coluna d’água. Por esse motivo essas plantas são excelentes bioindicadores da qualidade da água, muito utilizadas no monitoramento de corpos hídricos afetados pelo processo de eutrofização cuja observação da presença ou da ausência dessas plantas se apresenta como uma alternativa de baixo custo quando comparada a outros métodos de recuperação desses ambientes (VASCONCELOS, 2018).

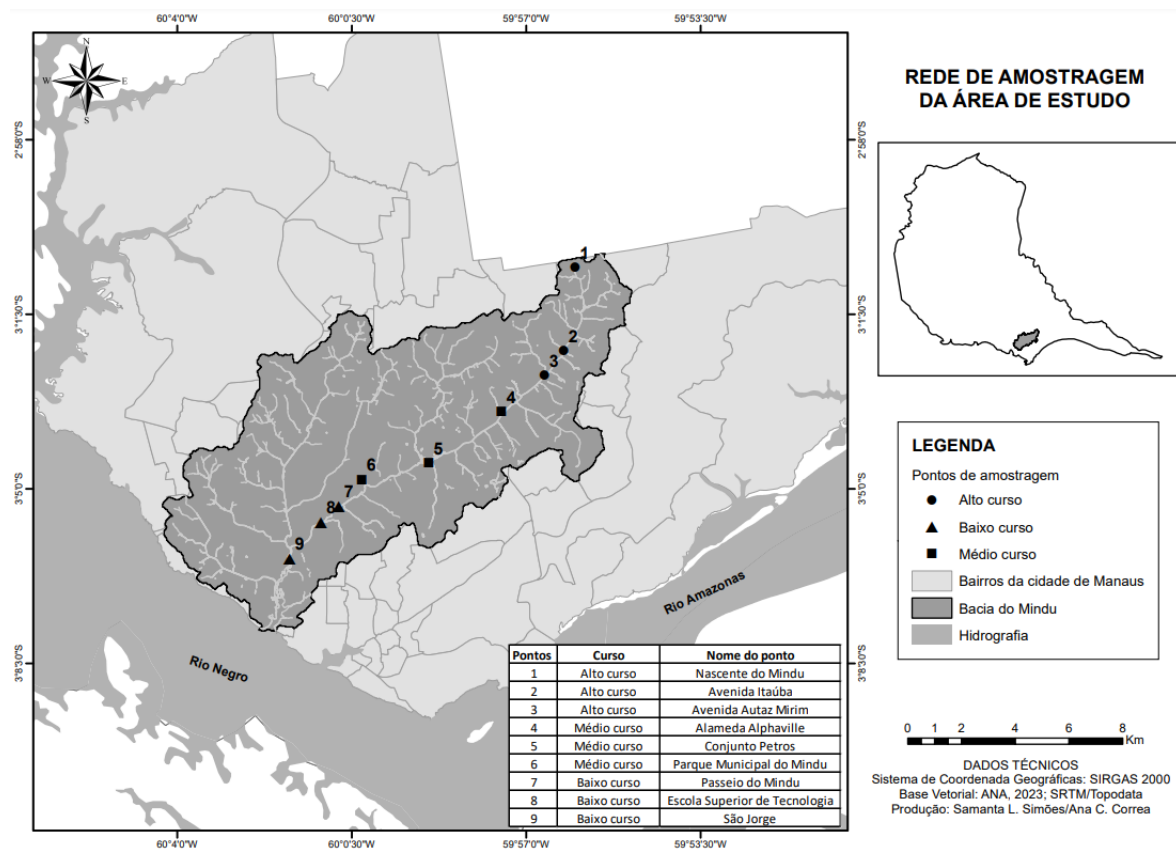
A possibilidade do uso destas plantas aquáticas como uma alternativa viável e de baixo custo para a fitorremediação, recuperação e monitoramento de ambientes aquáticos eutrofizados, é promissora e pode ser aproveitada no processo de enquadramento de corpos hídricos, mais especificamente durante as etapas de diagnóstico e a de implementação do programa de efetivação onde são discutidas ações de despoluição, termos de ajustamento, monitoramento e divulgação.

2 – OBJETIVOS

Realizar uma análise do igarapé do Mindu, cidade Manaus-AM, com a finalidade de identificar a presença ou ausência de macrófitas aquáticas em nove pontos ao longo do curso do igarapé, bem como determinar a caracterização e o estado de conservação de cada ponto.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

Figura 1 - Pontos de coleta no igarapé do Mindu



Fonte: Samanta L. Simões e Ana C. Correa, 2023.

O presente estudo foi realizado no igarapé do Mindu (Figura 1), um dos corpos hídricos mais conhecidos da cidade de Manaus, capital do Estado do Amazonas, (localizada entre os meridianos de 59°50' e 60°10' oeste e os paralelos de 02°57' e 03°10' sul, assentada sobre um planalto de baixa altitude na margem esquerda do Rio Negro), cujo curso d'água é o mais extenso do sítio urbano, cerca de 22 quilômetros, possui três nascentes situadas no interior do Parque Nascentes do Mindu. Foram, ao

todo, definidos 9 pontos de coletas de dados, cujas coordenadas geográficas de cada ponto estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1– Coordenadas dos pontos de amostragem.

Ponto	Curso	Nome do Ponto	Latitude	Longitude
1	Alto	Nascente do Mindu	-3,00924	-59,93359
2	Alto	Avenida Itaúba	-3,03722	-59,93741
3	Alto	Avenida Autaz Mirim	-3,04517	-59,94391
4	Médio	Alameda Alphaville	-3,05756	-59,95822
5	Médio	Conjunto Petros	-3,07468	-59,98263
6	Médio	Parque Municipal do Mindu	-3,08007	-60,00495
7	Baixo	Passeio do Mindu	-3,08930	-60,01279
8	Baixo	Escola Superior de Tecnologia	-3,09461	-60,01865
9	Baixo	São Jorge	-3,10681	-60,02917

Fonte: Autoria própria (2022).

Na Figura 1 estão determinados no mapa da bacia do Igarapé do Mindu os pontos de coleta, três pontos em cada seguimento do igarapé (alto, médio e baixo curso do igarapé), onde as atividades foram realizadas em dois períodos distintos, uma coleta ocorreu durante o pico da cheia do rio no mês de junho de 2022 e a segunda durante a vazante do rio no mês de janeiro de 2023, ambas realizadas de acordo com a metodologia proposta pelo Guia Nacional de Coletas e Preservação de Amostras (CETESB, 2011) para análises físico-químicas de oxigênio dissolvido, temperatura, pH, condutividade, sólidos dissolvidos e ensaios laboratoriais para as análises químicas de fósforo e nitrogênio totais, realizados no Laboratório ILUM, do HUB de Tecnologia e Inovação da Escola Superior de Tecnologia - EST/UEA..

A caracterização do estado de conservação dos pontos de coleta no igarapé do Mindu se deu pela observação visual e aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR), adaptado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (anexo 3), onde são avaliadas as características de trechos da drenagem e

nível de impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas, dando maior ênfase à qualidade da água e do substrato, e atribuindo menor peso a erosão e à cobertura vegetal das margens, e do protocolo de Hannaford et al. (1997), que se concentra na complexidade do habitat e o seu nível de conservação, atribuindo maior importância às características do fluxo d'água e ao tipo de substrato para o estabelecimento de comunidades aquáticas, e menor pontuação à estabilidade das margens e à presença da mata ciliar e plantas aquáticas (anexo 4). A pontuação de 0 a 40 representa áreas consideradas “impactadas”, de 41 a 60 áreas “alteradas” e de 61 a 100 áreas “naturais” (DE OLIVEIRA BIZZO, MENEZES e DE ANDRADE, 2014).

A partir dos resultados obtidos das análises químicas de fósforo total, foi possível calcular Índice do Estado Trófico (IET) cuja fórmula, segundo LAMPARELLI (2004) para rios e igarapés:

$$IET = 10.(6 - ((0,42 - 0,36.(ln.PT)/ln2))),$$
 onde o fósforo total (PT) é expresso em µg/L.

O cálculo de IET foi utilizado para complementar a classificação e caracterização dos pontos de coleta, realizadas pela aplicação do PAR que se concentra no estado de conservação do corpo d'água, enquanto o IET define seu grau de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e sua relação com o crescimento excessivo das algas e o aumento ou completa ausência de macrófitas aquáticas no igarapé.

Os resultados gerados a partir desse índice devem ser entendidos como uma medida do potencial do processo de eutrofização, onde as concentrações de fósforo total na amostra são de suma importância vez que esse nutriente está diretamente ligado ao ciclo que desencadeia esse processo, que segue a classificação apresentada na Tabela 2:

Tabela 2 - Classes de estado trófico e suas principais características.

Valor do IET	Classes de Estado Trófico	Características
= 47	Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam prejuízos aos usos da água.
47<IET= 52	Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
52 <IET= 59	Mesotrófico	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
59<IET=63	Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
63<IET=67	Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
> 67	Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: CETESB (2007); LAMPARELLI (2004)

4 – PRESENÇA DE MACROFITAS, PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA E ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

Não foi observada a presença de macrófitas aquáticas em nenhum dos nove pontos de coleta visitados durante a primeira coleta, em junho de 2022, durante o período da cheia do igarapé do Mindu onde o maior aporte de água, em teoria, deveria favorecer o crescimento e proliferação de macrófitas aquáticas flutuantes. Esse resultado se repetiu durante a segunda coleta em janeiro de 2023, período de vazante igarapé.

Como é possível observar na Tabela 3, a turbidez é mais elevada nos pontos mais distantes da nascente durante o período da cheia do igarapé onde há um acumulo gradativo de solutos na água a medida que ela se movimenta em direção a foz, o resultado se inverte (Tabela 4) durante o período da vazante onde há um menor aporte de água e os solutos se concentram nos pontos do alto curso do igarapé.

Tabela 3 - Resultado das análises físico-químicas utilizando a Sonda Hanna multiparâmetros e o turbidímetro nos nove pontos do igarapé do Mindu, durante a primeira coleta.

Pontos	Turbidez	OD (ppm)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm-1)	Sólidos dissolvidos (mg/L)
1	8,53	3,85	26,00	5,72	98	49
2	12,80	0,86	30,00	6,84	430	216
3	13,47	1,30	29,97	6,90	453	227
4	18,60	0,00	28,40	6,39	359	179
5	12,80	0,40	28,15	7,45	342	171
6	13,20	0,00	28,08	6,35	354	172
7	26,97	0,56	30,45	7,02	394	197
8	35,87	0,90	30,20	7,00	394	198
9	36,83	0,00	31,95	6,92	386	193

Fonte: Autoria própria (2022).

Quanto ao oxigênio dissolvido, apenas o Ponto 1, na segunda coleta, apresentou valor superior a 5 mg/L, valor mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos hídricos de água doce de classe 2 (Tabela 4), indicando um estado de anoxia do rio com possível proliferação de microrganismos anaeróbicos.

Tabela 4 - Resultado das análises físico-químicas utilizando a Sonda Hanna multiparâmetros e o turbidímetro nos nove pontos do igarapé do Mindu, durante a segunda coleta.

Pontos	Turbidez	OD (ppm)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS/cm)	Sólidos dissolvidos (mg/L)
1	8,51	5,14	25,64	6,56	57	28
2	30,30	0,68	28,61	7,30	373	187
3	37,3	0,46	28,61	7,41	380	190
4	24,10	0,28	29,15	7,34	362	131
5	17,20	0,20	28,93	7,24	317	159
6	13,70	0,80	27,79	7,23	284	142
7	14,70	1,58	27,90	7,10	287	143
8	12,70	2,63	28,15	7,43	302	151
9	12,50	1,10	28,46	7,26	292	146

Fonte: Autoria própria (2023).

Quanto as análises de fósforo total apenas o Ponto 1, na segunda coleta (Tabela 6), apresentou um valor inferior ao máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (0,1 mg/L) para corpos hídricos de água doce de classe 2, os demais pontos, incluindo o próprio Ponto 1 durante a primeira coleta (Tabela 5), apresentaram valores superiores a 0,2 mg/L. O valor máximo para nitrogênio total estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos hídricos lóticos de água doce na classe 2 é de 2,18 mg/L, todos os pontos de coleta analisados no igarapé do Mindu apresentaram valores superiores ao padrão estabelecido pela legislação brasileira (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5 - Resultado das análises químicas de fósforo total e nitrogênio total nas amostras da primeira coleta.

Pontos	Fósforo total (mg/L)	Nitrogênio total (mg/L)
1	0,26	2,60
2	2,64	7,60
3	2,55	8,80
4	1,93	8,20
5	1,94	7,10
6	2,09	6,70
7	1,94	5,70
8	1,94	4,90
9	1,93	4,40

Fonte: Autoria própria (2022).

Tabela 6 - Resultado das análises químicas de fósforo total e nitrogênio total nas amostras da segunda coleta.

Pontos	Fósforo total (mg/L)	Nitrogênio total (mg/L)
1	0,06	2,50
2	1,15	11,14
3	1,15	12,00
4	1,05	12,10
5	1,01	11,20
6	0,87	9,40
7	0,84	8,90
8	0,81	8,60
9	0,74	9,10

Fonte: Autoria própria (2023).

O resultado das somatórias de pontos do PAR aplicado durante a primeira coleta evidenciou que apenas o Ponto 1 se encontra em estado “Natural”, enquanto os pontos 5, 6 e 9 em estado “Alterado”, e os demais pontos mostraram estar “Impactados” (Tabela 7).

Tabela 7 - Resultado do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) aplicado na primeira coleta. A pontuação de 0 a 40 representa áreas consideradas “impactadas”, de 41 a 60 áreas “alteradas” e de 61 a 100 áreas.

Pontos	Somatória	Resultado
1	89	Natural
2	38	Impactada
3	26	Impactada
4	40	Impactada
5	42	Alterada
6	54	Alterada
7	40	Impactada
8	33	Impactada
9	42	Alterada

Fonte: Autoria própria (2022).

Quanto aos resultados da somatória de pontos do PAR aplicado durante a segunda coleta (Tabela 8) houve diferença apenas no resultado do ponto 5 em comparação com o PAR da coleta anterior. Essa diferença nas condições ambientais, observadas no Ponto 5, se deveu pela observação da presença de vida animal (*Caiman* sp) na margem direita do rio durante a realização da segunda coleta, que não fora observada na primeira.

Figura 2 – Infante de *Caiman* sp encontrado na margem direita do igarapé do Mindu no Ponto de coleta número 5, durante a segunda coleta.



Fonte: Autoria própria (2023).

Tabela 8 - Resultado do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) aplicado na segunda coleta. A pontuação de 0 a 40 representa áreas consideradas “impactadas”, de 41 a 60 áreas “alteradas” e de 61 a 100 áreas.

Pontos	Somatória	Resultado
1	89	Natural
2	38	Impactada
3	26	Impactada
4	40	Impactada
5	65	Natural
6	54	Alterada
7	40	Impactada
8	33	Impactada
9	42	Alterada

Fonte: Autoria própria (2023).

Quanto a classificação do estado trófico dos pontos de coleta, é possível observar na Tabela 9, houve uma mudança entre a primeira coleta e a segunda. O Ponto 1 apresentou um valor de IET referente a um corpo hídrico oligotrófico (limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes) na primeira coleta, enquanto na segunda apresentou um valor referente a um corpo ultraoligotrófico (limpo, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam prejuízos aos usos da água).

Tabela 9 - Resultado do cálculo Índice do Estado Trófico (IET) nas duas coletas. A pontuação =47 corresponde a um estado ultraoligotrófico, $47 < \text{IET} = 52$ oligotrófico, $52 < \text{IET} = 59$ mesotrófico, $59 < \text{IET} = 63$ eutrófico, $63 < \text{IET} = 67$ supereutrófico e > 67 Hipereutrófico.

Pontos	Valor do IET 1	Classes de Estado Trófico	Valor do IET 2	Classes de Estado Trófico
1	48,80	Oligotrófico	41,19	Ultraoligotrófico
2	60,84	Eutrófico	56,53	Mesotrófico
3	60,66	Eutrófico	56,53	Mesotrófico
4	59,21	Eutrófico	56,05	Mesotrófico
5	59,24	Eutrófico	55,85	Mesotrófico
6	59,63	Eutrófico	55,08	Mesotrófico
7	59,24	Eutrófico	54,89	Mesotrófico
8	59,24	Eutrófico	54,71	Mesotrófico
9	59,21	Eutrófico	54,24	Mesotrófico

Fonte: Autoria própria (2023).

Os demais pontos, durante a primeira coleta, apresentaram valores referentes a corpos hídricos eutróficos (alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos), entretanto na segunda coleta apresentaram valores referentes a um corpo hídrico em estado mesotrófico (produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos).

Essa aparente “melhoria” na qualidade das águas durante a segunda coleta só é notável no Ponto 1, nos demais pontos o resultado do cálculo de IET pode não representar um quadro geral ou representativo, vez que não leva em conta o aumento da concentração de nitrogênio total observado também durante a segunda coleta (Tabela 6).

Segundo Campos e Teixeira (2019) o elemento fósforo pode estar presente nas águas de um corpo hídrico sob diferentes formas, entre elas o fosfato orgânico, fosfolipídios, ácidos nucleicos, nucleoproteínas, açúcares fosforilados, coenzimas e

na forma de fosfato inorgânico, ortofosfatos, polifosfatos, os de origem orgânica sendo oriundos da decomposição de matéria orgânica na água. Já os compostos nitrogenados como amônia, nitrito e nitrato estão associados ao metabolismo de organismos anaeróbicos na água.

Os resultados obtidos indicam que durante a primeira coleta havia maior quantidade de compostos orgânicos suspensos na água, enquanto na segunda coleta houve uma possível maior atividade microbiana, sendo necessários mais estudos para comprovar essa mudança na dinâmica dos parâmetros da água bem sobre como essa interação entre o aporte de matéria orgânica e a atividade microbiana estão relacionados ao estado trófico dos pontos de coleta.

5 – CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

O igarapé do Mindu possui três nascentes, todas inseridas dentro do Parque das Nascentes do Mindu, localizado na rua Andorinha no Bairro Cidade de Deus da cidade de Manaus, criado em 2006 por meio do Decreto 8.351 de 17 de março de 2006 – SEMMAS. Das três nascentes, a primeira (Lat. -3,00924; Lgn. -59,93359), foi selecionada como primeiro ponto de coleta. Como pode-se observar na Figura 9 - A), na primeira coleta a nascente se encontrava totalmente desprovida de espécies de macrófitas aquáticas, o mesmo resultado se repetiu durante a segunda coleta (Figura 9 – B)). Seguindo a metodologia proposta pelo PAR, o Ponto 1 apresentou as melhores condições ambientais de todos os nove pontos visitados nas duas coletas, apresentando um estado natural, com sua vegetação original preservada, sem alterações antrópicas na estrutura de suas margens e presença de vida animal em suas águas (pequenos anfíbios), entretanto sem a presença de macrófitas (Figura 9).

Figura 9 – A) Ponto 1 durante a primeira coleta; B) Ponto 1 durante a segunda coleta.



Fonte: A) Autoria própria (2022); B) Autoria própria (2023).

O Ponto 2 fica localizado na avenida Itaúba, a principal do bairro Jorge Teixeira na Zona Leste de Manaus, apresentou parâmetros físico-químicos de qualidade água e condições ambientais completamente diferentes do ponto anterior, como pode ser observado na Figura 10, um dado preocupante tendo em vista a proximidade com a nascente do igarapé.

Figura 10 – A) Ponto 2 durante a primeira coleta; B) Ponto 2 durante a segunda coleta.



Fonte: A) Autoria própria (2022); B) Autoria própria (2023).

O Ponto 2 apresentou alterações antrópicas bem evidentes, há nesse ponto assoreamento das margens, construções urbanas de habitação humana, despejo de efluentes (de origem doméstica) não tratados diretamente nas águas do igarapé, alteração na cor e cheiro das águas que apresentavam coloração esverdeada e cheiro de ovo podre e ausência de vida animal (Figura 10), sendo classificado como impactado (vide as tabelas 7 e 8).

O Ponto 3 fica localizado na avenida Autaz Mirim, outra via do bairro Jorge Teixeira, apresentou parâmetros físico-químicos de qualidade água e condições ambientais similares ao ponto anterior, classificado como impactado pelo resultado obtido pelo PAR aplicado em ambas as coletas (tabelas 7 e 8). A margens apresentaram assoreamento avançado, vegetação ciliar invasora e ineficiente para a estruturação dos taludes, atividade e construções humanas diretamente nas margens, não havendo espaço para o crescimento da vegetação ripária e alterações na coloração e odor das águas, similar ao ponto anterior (Figura 11).

Figura 11 – A) Ponto 3 durante a primeira coleta; B) Ponto 3 durante a segunda coleta.



Fonte: A) Autoria própria (2022); B) Autoria própria (2023).

O Ponto 4 fica localizado na alameda Alphaville, uma via com várias pontes e inserida no bairro São José Operário na Zona Leste de Manaus, apresentou parâmetros físico-químicos de qualidade água e condições ambientais semelhantes aos dois pontos anteriores, sendo considerado impactado pelo resultado do PAR aplicado (tabelas 7 e 8), entretanto não havia presença de assoreamento nas margens devido à presença de mata ciliar composta por gramíneas e espécies vegetais ruderais que possibilitam a estabilidade dos taludes. A alteração na cor da água foi mais expressiva durante a segunda visita ao local, que apresentava uma coloração esverdeada intensa e com aspecto lamacento (Figura 12 – B).

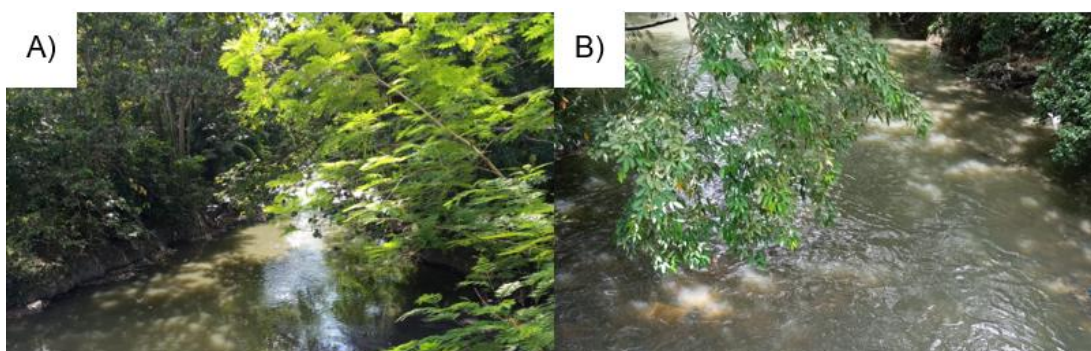
Figura 12 – A) Ponto 4 durante a primeira coleta; B) Ponto 4 durante a segunda coleta.



Fonte: A) Autoria própria (2022); B) Autoria própria (2023).

O Ponto 5, localizado no Conjunto Habitacional Petros no bairro Aleixo, Zona Centro-Sul de Manaus, foi o único dos 9 pontos de coleta cujos resultados do PAR divergiram entre a primeira, considerado alterado (Tabela 8), e a segunda coleta, considerado como natural (Tabela 8). O ponto se encontra inserido em meio urbano, porém suas margens possuem mata ciliar original preservada, mantendo várias características naturais como estabilidade dos taludes, diversidade de ambientes, ausência de construções próximas as margens, e a característica que resultou na mudança de classificação entre as visitas ao local: a presença de vida animal (*Caiman* sp) na margem direita do igarapé (Figura 8). Quanto as características visuais da água em si, são muito similares aos pontos anteriores, com exceção do ponto 1, apresentando coloração esverdeada e odor de ovo podre (Figura 13).

Figura 13 – A) Ponto 5 durante a primeira coleta; B) Ponto 5 durante a segunda coleta.



Fonte: A) Autoria própria (2022); B) Autoria própria (2023).

O Ponto 6 está localizado dentro do Parque Municipal do Mindu, administrado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMMAS e está inserido no bairro Parque Dez de Novembro na Zona Centro-Sul de Manaus. Por meio da Lei 219, de 11 de novembro de 1993, o parque se tornou uma zona proteção ambiental, contando com uma estrutura de lazer e trilhas para os moradores e visitantes. Entretanto o parque vem sofrendo com pressão ecológica resultante das atividades humanas, como pode ser visualizado na Figura 14. O resultado da soma do PAR aplicado, em ambas as visitas (Tabelas 7 e 8), apontou que a área do parque se encontra alterada sendo observada a presença de lixo e rejeitos de origem humana nas margens, coloração da água esverdeada com aspecto lamacento, odor pútrido de material orgânico em decomposição, ausência de vida animal e assoreamento dos taludes (Figura 14), dados preocupantes tendo em vista que, em teoria, o ponto se localiza dentro de uma área de preservação ambiental.

Figura 14 – A) Ponto 6 durante a primeira coleta; B) Ponto 6 durante a segunda coleta.



Fonte: A) Autoria própria (2022); B) Autoria própria (2023).

O Ponto 7 está localizado no Passeio do Mindu, uma via pública de lazer para a prática de caminhadas, corridas e ciclismo, utilizada por cidadãos de camadas médias e ricas da população (CASSIANO e COSTA, 2012) no bairro Parque Dez de Novembro na Zona Centro-Sul de Manaus, uma área residencial com condomínios de alto padrão e infraestrutura, todavia os resultados da somatória de pontos do PAR aplicado (Tabelas 7 e 8) sugerem que o ponto está impactado. Foi observada a presença de lixo, rejeitos de origem urbana, e descarga direta de efluentes não tratados diretamente no corpo hídrico (Figura 15 C)), a água apresentava coloração esverdeada com o odor mais pungente dos nove pontos analisados, aspecto

lamacento, formação de espuma (Figura 15 – D)), e ausência de vida animal e macrófitas aquáticas.

Figura 15 – A) Ponto 7 durante a primeira coleta; B) Ponto 7 durante a segunda coleta; C) Descarga direta de efluentes não tratados; D) Formação de espuma na água.



Fonte: A) e C) Autoria própria (2022); B) e D) Autoria própria (2023).

O Ponto 8 está localizado dentro do campus da Escola Superior de Tecnologia (EST) da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) na avenida Darcy Vargas no Bairro Parque Dez de Novembro, Manaus. É interessante notar que o terreno da universidade não possui muros ou grades em sua porção inferior, o igarapé do Mindu simplesmente corta o local, em sua margem direita fica a EST enquanto na margem esquerda há construções urbanas e residências. Os resultados da somatória de pontos do PAR aplicado (Tabelas 7 e 8) sugerem que o local está impactado, muito similar ao Ponto 7, com as mesmas características ambientais observadas (Figura 16) com exceção do odor, menos intenso no Ponto 8.

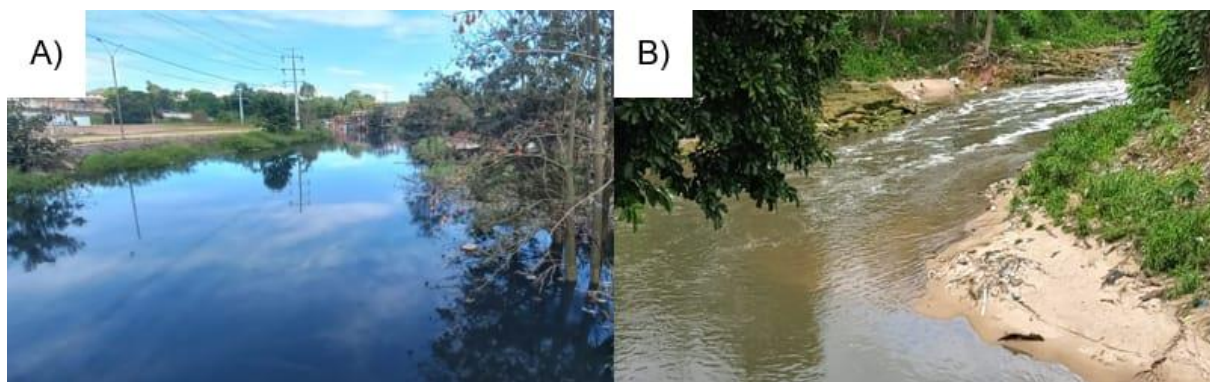
Figura 16 – A) Ponto 8 durante a primeira coleta; B) Ponto 8 durante a segunda coleta.



Fonte: A) Autoria própria (2022); B) Autoria própria (2023).

O último ponto de coleta, o de número nove se localiza próximo da foz do igarapé do Mindu, sob a ponte Engenheiro Lopes Braga (conhecida como Ponte do São Jorge), que liga a Avenida Constantino Nery ao bairro São Jorge, na Zona Oeste de Manaus. O resultado da soma do PAR aplicado, em ambas as visitas (Tabelas 7 e 8), apontou que a área próxima a ponte se encontra alterada, apresentando parâmetros semelhantes aos observados durante as visitas ao Ponto 6, com presença de lixo e rejeitos de origem humana nas margens, coloração da água esverdeada com aspecto lamacento, ausência de vida animal e assoreamento dos taludes, entretanto as características visuais da água foram distintas, na primeira coleta (durante a cheia do igarapé), as águas não apresentavam coloração esverdeada e nem os odores fortes que foram observados na segunda coleta no local (Figuras 17 - A) e 17- B) respectivamente.), resultado que indica forte influência da diluição das águas do igarapé em sua foz onde ocorre a misturas das águas com o rio Negro, durante o período da cheia.

Figura 17 – A) Ponto 9 durante a primeira coleta; B) Ponto 9 durante a segunda coleta.



Fonte: A) Autoria própria (2022); B) Autoria própria (2023).

6 – CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Os dados levantados sugerem a ausência de macrófitas aquáticas no igarapé do Mindu nos pontos analisados em dois períodos distintos (a cheia e a vazante do igarapé), uma perda de biodiversidade de espécies vegetais aquáticas amazônicas em um dos mais importantes igarapés da cidade de Manaus, a maior capital da Região Norte do Brasil (não contando com a zona metropolitana).

Dos 9 pontos visitados, apenas o ponto da nascente (ponto 1) foi classificado como natural pelo PAR nas duas coletas realizadas, todos os demais pontos apresentaram valores de OD inferiores ao mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces, lóxicas, de classe II, e valores de pH, nitrogênio e fósforo totais acima do máximo permitido para essa classe de água e para rios de águas pretas, evidenciando um avançado processo de eutrofização e de descaracterização das águas do igarapé do Mindu.

Recomenda-se a reintrodução de espécies que de acordo com Santos (2020) possuem estudos conclusivos sobre o seu uso como bioindicadoras da qualidade da água são: Aguapé (*Eichhornia crassipes*), Orelha de onça (*Salvinia minimos*) e Musgo d'água (*Azolla caroliniana*), utilizadas em ações de descontaminação de corpos hídricos comprometidos por diversos poluentes, como metais pesados, no igarapé do Mindu. O Alface-d'água (*Pistia stratiotes*) precisa ser mais bem estudada, mas possui potencial na descontaminação de reservatórios de água contaminados por metais pesados, a partir do processo de biorremediação e biotransformação.

Espera-se que esse relatório possa ser utilizado na tomada de decisões quanto à gestão de recursos hídricos na cidade de Manaus para a restauração das condições ambientais do igarapé do Mindu de volta ao estado natural, bem como a realização de um futuro enquadramento do corpo hídrico, utilizando as macrófitas aquáticas como uma alternativa viável e de baixo custo para a fitorremediação e recuperação de corpos hídricos nas etapas de diagnóstico e na implementação do programa de efetivação onde são discutidas ações de despoluição, termos de ajustamento, monitoramento e divulgação.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Enquadramento dos Corpos D'água em Classes. **Conjuntura Recursos Hídricos Brasil 2019**. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/encarte_enquadramento_conjuntura2019.pdf. Acesso em: 27 de fevereiro. 2023.

CAMPOS, Julyenne Meneghetti; TEIXEIRA, José. Balanço de fósforo e nitrogênio em leitos cultivados com *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 24, p. 1-11, 2019.

CASSIANO, Karla Regina Mendes; COSTA, Reinaldo Corrêa. Análise geográfica de áreas de risco em bacias hidrográficas urbanizadas: a bacia do Mindu em Manaus (AM). **Territorium**, n. 19, p. 155-160, 2012.

CETESB (2007). Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006. São Paulo: CETESB, 2007.

CONAMA- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357 de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, mar. 2005.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO/CETESB. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas. São Paulo: **CETESB**; Brasília: ANA, 2011. p.325.

DE OLIVEIRA BIZZO, Myrella Rodrigues; MENEZES, Juliana; DE ANDRADE, Sandra Fernandes. Protocolos de avaliação rápida de rios (PAR). **Caderno de Estudos Geoambientais-CADEGEO**, 2014.

FLEXA, Gustavo da Silva et al. Qualidade da água de rio na Amazônia: um estudo de caso sobre o rio Pará do Uruará. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 7, p. 342-351, 2021.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. São Paulo: USP/ Departamento de Ecologia., 2004. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2004.

MANAUS. **Decreto N° 8.352 de 17 março de 2006**. Regulamenta dispositivos do plano diretor urbano e ambiental de Manaus referente à Criação de Corredores Ecológicos. Disponível em: <https://semmas.manaus.am.gov.br/wpcontent/uploads/2010/10/Decreto-8.351-de-17-de-mar%C3%A7o-de-2006.pdf>. Acesso em: janeiro de 2023.

MANAUS. **LEI N° 219, DE 11 DE NOVEMBRO DE 1993**. Institui o Conselho Municipal do Meio Ambiente, o Fundo Municipal para o Desenvolvimento e meio Ambiente, o Jardim Botânico de Manaus, as Reservas Ecológicas do Mindu e Tarumã. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/am/m/manaus/leiordinaria/1993/21/219/leiordinaria-n-219-1993-institui-o-conselho-municipal-do-meioambiente-o-fundomunicipalpara-o-desenvolvimento-e-meio-ambiente-o-jardimbotanico-de-manaus-as-reservas-ecologicas-do-mindu-e-taruma-e-da-outras-providencias>. Acesso em: janeiro de 2023

SOUZA FILHO, Elton Alves de Souza; BATISTA, Ieda Hortêncio; DE ALBUQUERQUE, Carlossandro Carvalho. Levantamento de aspectos físico-químicos das águas da microbacia do mindu em Manaus-Amazonas. **Revista Geográfica da América Central**, vol. 2, n° 63, pág. 341-367, 2019.

SOUZA FILHO, Elton Alves de Souza et al. Caracterização Físico-Química das Águas do Igarapé do Mindu nos Bairros Jorge Teixeira, Conjunto Petros e Parque Dez em Manaus-Amazonas. **GEOFRONTER**, v. 6, 2020.

SOUZA, Gleice Rodrigues. **Avaliação da poluição por microplásticos nas águas do Igarapé do Mindu, no ambiente urbano de Manaus**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Manaus, p.112, 2020.

8 - ANEXO 1: CARTA DE SOLICITAÇÃO

Ao protocolo SEMMAS, Manaus - Solicitação de autorização para desenvolvimento de projeto de pesquisa no Parque das Nascentes do Mindu e no Parque Municipal do Mindu

Prezado secretário Antônio Stroski,

Eu, Matheus da Rocha Uchôa de Paula, aluno regularmente matriculado no Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – Polo UEA, matrícula 2191930010, CPF: 030.866182-64, RG: 279439-3, venho por meio desta carta solicitar a este protocolo, em conformidade com que fora solicitado pela diretora Socorro Monteiro, autorização e permissão para a realização de coletas de amostras de água e registros fotográficos no Parque das Nascentes do Mindu e no Parque Municipal do Mindu com finalidade de levantamento de dados para a minha dissertação de mestrado sobre análise de água e contagem de espécies de macrófitas aquáticas no igarapé do Mindu.

Peço autorização.


MATHEUS DA ROCHA UCHÔA DE PAULA

9 - ANEXO 2: AUTORIZAÇÃO Nº 03/2022 – DMCAP/SEMMAS

Meio ambiente
e Sustentabilidade



Manaus
Prefeitura

Endereço: Rua Augusto B. nº 203 (Árvore Real Santa Isabel) - Vila do Prado, CEP: 69050-530.
Telefone: (92) 3236-7200

TERMO DE COMPROMISSO E AUTORIZAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DE PESQUISA Nº 03/2022 – DMCAP/SEMMAS

1. DADOS DO REQUERENTE

Discente responsável: Matheus da Rocha Uchôa de Paula		Cidade: Manaus
CPF: 030.866.182-64	RG: 2794393-3	
DDD/Telefone:		E-mail: mdrudp.mgr21@uea.br
Orientador responsável: Dra. Maria Astrid Rocha Liberato		Instituição: Universidade do Estado do Amazonas (UEA)
Curso: Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.	Contato:	E-mail: mestradoprofagua@uea.edu.br
Endereço:		

2. DADOS DA SECRETARIA

Nome: Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMMAS	Fone: (92) 3236-6070
Setor Responsável: Departamento de Mudanças Climáticas e Áreas Protegidas – DMCAP	Fone: (92) 3236-7420

3. DESCRIÇÃO DA PESQUISA

TÍTULO: Ausência de macrófitas aquáticas no igarapé do mindu: causas e suas implicações para o enquadramento.
IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS: O estudo tem como objetivo investigar a presença de macrófitas aquáticas no igarapé do Mindu e os principais fatores que dificultam e/ou impossibilitam seu crescimento. São objetivos específicos desta pesquisa: realizar coletas de amostras de água e registros fotográficos em nove pontos do igarapé; indicar o estado trófico de cada ponto de coleta; elaborar um relatório técnico norteador, direcionado a gestores de bacias, focado na importância das macrófitas aquáticas para o enquadramento de rios.

4. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES PARA O PERÍODO DE VIGÊNCIA DO TERMO

O cronograma de atividades encontra-se em anexo a esta autorização.

5. CONDICIONANTES



- O docente responsável deverá ter ciência e dar cumprimento no Protocolo e na Resolução nº 002/2002 – COMDEMA (Regimento de Uso das Unidades de Conservação Municipais);
- Os responsáveis pela pesquisa deverão arcar com os materiais e demais recursos que se fizerem necessários à execução da pesquisa;
- **Em caso de coleta, informar a quantidade e natureza do material, a metodologia de coleta e/ou captura, bem como à instituição onde o material coletado será depositado (para pesquisadores devidamente licenciados pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO);**
- Esta autorização tem prazo de validade equivalente a 01 (um) mês.
- **Ao final da pesquisa o responsável deve apresentar a SEMMAS relatório descritivo e em PDF contendo registros fotográficos e textuais das atividades realizadas, bem como resultados alcançados;**
- Os resultados da pesquisa deverão estar à disposição desta SEMMAS;
- Esta autorização não dispensa a apresentação de outros documentos solicitados *a posteriori*.

6. CONSIDERAÇÕES

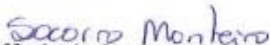
A presente pesquisa possui relevância para ser realizada nos Parques do Mindu e das Nascentes do Mindu uma vez que propõe identificar espécies vegetais que possam auxiliar no processo de recuperação do igarapé do Mindu. Ressalta-se que os dois parques, Mindu e Nascentes, pertencem à microbacia do igarapé do Mindu, estando um localizado nas nascentes e outro próximo, o Mindu, na foz do igarapé. Ambos possuem a mesma classificação dentro do Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC), Proteção Integral. Possuem o objetivo básico de preservar os atributos ambientais presentes nas suas áreas, sendo que o Parque das Nascentes protege as principais nascentes do igarapé do Mindu.

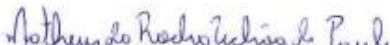
7. AUTORIZAÇÃO

Fica autorizado realização da pesquisa "Ausência de macrófitas aquáticas no igarapé do Mindu: causas e suas implicações para o enquadramento", nos Parques do Mindu e das Nascentes do Mindu, conforme solicitação do pesquisador responsável.

Este documento tem validade para o período de **01 (um) mês** a contar da data da assinatura deste **Termo**, prorrogável por igual período.

Manaus, 29 de dezembro de 2022.


Maria do Socorro M. da Silva
Chefe de Divisão de Análise
Técnica de Áreas Protegidas


Matheus da Rocha Uchôa de Paula
Responsável pela pesquisa

10 - ANEXO 3: PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS (PAR), ADAPTADO DO PROTOCOLO DA AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE OHIO (EUA)

Segundo Vargas e Ferreira (2012) a tabela 1, adaptada do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA), "avalia as características de trechos da drenagem e nível de impactos Caderno de Estudos Geoambientais – CADEGEO v.04, n.01, p.05-13, 2014 8 ambientais decorrentes de atividades antrópicas, dando maior ênfase à qualidade da água e do substrato, e atribuindo menor peso a erosão e à cobertura vegetal das margens":

DESCRIÇÃO DO AMBIENTE			
Localização:			
Data da Coleta: ____/____/____		Hora da Coleta:	
Tempo (situação do dia):			
Modo de coleta (coletor):			
Tipo de ambiente: Córrego () Rio ()			
Largura média:			
Profundidade média:			
Temperatura da água:			
PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/Agricultura/Monocultura/Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/ urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retificação do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá-forte	Opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
9. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderado	Abundante
10. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado

11 - ANEXO 4: PROTOCOLO DE HANNAFORD ET AL. (1997)

E a tabela 2, adaptada do protocolo de Hannaford et al. (1997), "avalia a complexidade do habitat e o seu nível de conservação, atribuindo maior importância às características do fluxo d'água e ao tipo de substrato para o estabelecimento de comunidades aquáticas, e menor pontuação à estabilidade das margens e à presença da mata ciliar e plantas aquáticas." (VARGAS; FERREIRA, 2012, p.163). A pontuação de 0 a 40 representa áreas consideradas "impactadas", de 41 a 60 áreas "alteradas" e de 61 a 100 áreas "naturais".

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos frequentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvios; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
12. Extensão de Rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13. Frequência de Rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14. Tipos de Substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamosa.
15. Deposição de Lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16. Depósitos Sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.

Continuação...				
PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próxima à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.
18 Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposto.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nas remansos.
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de desflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; desflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; desflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; desflorestamento muito acentuado.
20 Estabilidade das Margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22. Presença de plantas Aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídas pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídas no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p.ex. aguapé).