

## IV-034 - PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO MURUCUPI – BARCARENA – PARÁ

**Lilian Paixão Aleixo de Souza**<sup>(1)</sup>

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

**Natacha Silva Caxias**<sup>(2)</sup>

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

**Dayana Cravo Rodrigues**<sup>(3)</sup>

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

**Ana Carolina Santana Conceição**<sup>(4)</sup>

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Estagiária do Programa Trópico em Movimento - UFPA

**Samara Avelino de Souza França**<sup>(5)</sup>

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Grupo de Estudos e Pesquisas Estatísticas e Computacionais – GEPEC/UFPA

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Augusto Corrêa, 01 – Guamá- Belém – CEP: 66075-110 - Brasil – Tel: +55 (91) 98394-8115 – e-mail: natcaxias@gmail.com

### RESUMO

A crescente preocupação com a qualidade da água dos rios e o precário sistema de saneamento da região amazônica faz com que métodos de monitoramento sejam utilizados como ferramenta para garantir o equilíbrio da vida aquática existente no manancial e os usos de água.

Assim, o presente trabalho dá instruções e diretrizes para a realização de procedimentos metodológicos que possibilitem o monitoramento do rio Murucupi, município de Barcarena, estado do Pará, este que é utilizado para o abastecimento de água por famílias ribeirinhas do seu entorno, além de receber grande pressão de atividades potencialmente poluidoras, o que pode influir na sua qualidade.

O estudo acerca do rio Murucupi será dividido em duas etapas, a primeira sendo composta de um levantamento das características da área, seguido de uma visita *in loco* para definição dos pontos de coleta e das variáveis a serem estudadas.

Na segunda etapa, os números de amostras serão definidos, bem como a confecção do cronograma que a pesquisa deve seguir. O monitoramento deve se estender ao longo de um ano, sendo analisadas, ao todo, 208 amostras, sendo 4 por semana e uma 1 para cada ponto, algumas destas amostras serão analisadas de imediato (se possível) e/ou encaminhadas para um laboratório especializado em análises físicas, químicas e microbiológicas.

Os resultados provenientes dos laboratórios devem ser precisos, dando assim suporte para os métodos estatísticos a serem utilizados para diagnosticar o rio Murucupi.

Deste modo, os resultados obtidos após a etapa de análise e exames proporcionarão uma avaliação sobre a qualidade da água do manancial, sua utilização para o abastecimento de água para a população, enquadramento nas classes previstas na resolução N° 357 do CONAMA, além de servir como modelo de monitoramento para outros rios da região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Monitoramento, Rio Murucupi, Qualidade da Água.

### INTRODUÇÃO

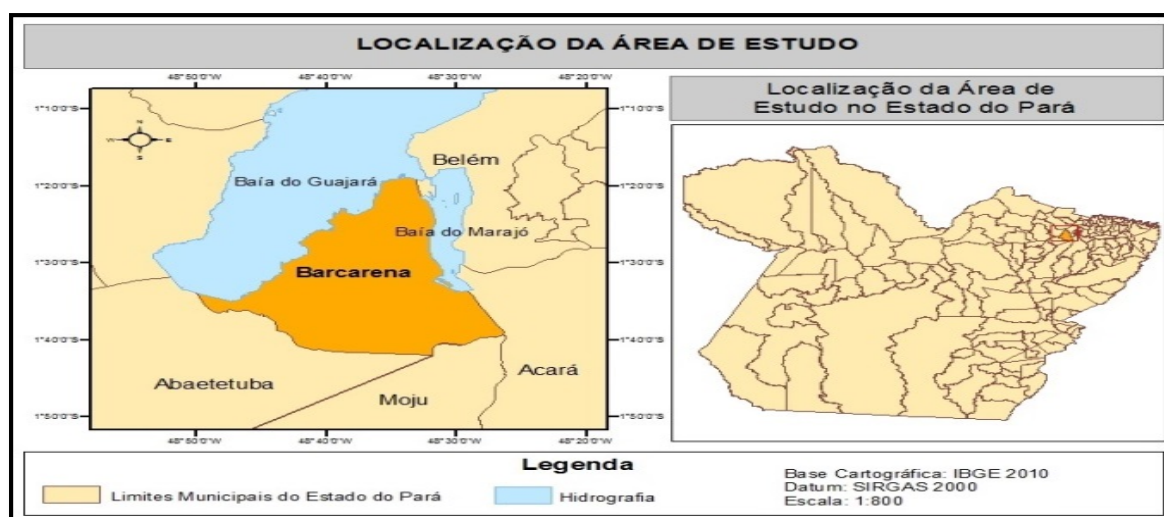
A região Amazônica tem um dos mais precários sistemas de saneamento do país, o que traz à tona a preocupação com a quantidade e a qualidade da água dos mananciais que são tomados como fontes de abastecimento público. Estes que são afetados por problemas ambientais como a urbanização desordenada; o assoreamento do leito do rio e os crescentes lançamentos de efluentes que vêm aumentando a quantidade de matéria orgânica nesses reservatórios, alterando a biota e facilitando a proliferação de algas. Portanto, é necessário o acompanhamento da condição e controle da qualidade dos corpos d'água, haja vista que a poluição/contaminação dos mananciais podem prejudicar a eficácia dos processos de tratamento e por consequência a qualidade da água.

O presente trabalho dá diretrizes para os procedimentos metodológicos de monitoramento do Rio Murucupi, município de Bragança, estado do Pará, justificado por ser utilizado como fonte de abastecimento de comunidade ribeirinha, tal como por sua proximidade com empreendimentos produtores de alumínio. A partir de seu monitoramento, o rio será enquadrado em alguma das classes previstas na Resolução N° 357/05 do CONAMA, o que possibilitará sua utilização e tratamento conforme previsto nesse instrumento de gestão.

O monitoramento deverá ser executado em duas etapas. Na primeira, serão levantadas as características da área de estudo, bem como a realização de visita *in loco* para definição dos pontos de coleta e as variáveis a serem estudadas. Na etapa seguinte, serão determinados os números de amostras e o cronograma de pesquisa, sendo algumas amostras analisadas de imediato (se possível) e/ou encaminhadas para um laboratório especializado em análises físicas, químicas e microbiológicas com intuito de se obter um resultado preciso, a fim de serem demonstrados e estudados por meio de métodos estatísticos.

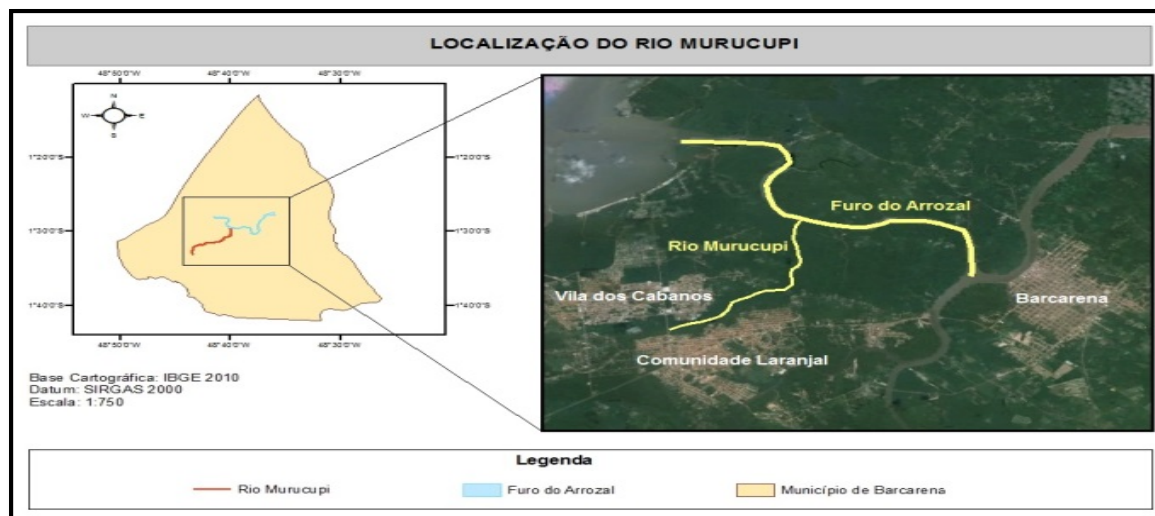
## MATERIAIS E MÉTODOS

O Município de Barcarena, mostrado na Figura 1, está inserido na mesorregião Metropolitana de Belém, possui área de 1.310,588 km<sup>2</sup> e população estimada para 2014 de 112.921 habitantes. Suas coordenadas geográficas são: 01° 30' 20 de Latitude Sul e 48° 37' 32 de Longitude Oeste. Os limites de Barcarena são: a Baía do Guajará e Belém ao Norte; Moju e Abaetetuba ao Sul; Acará e Baía do Marajó a Leste e Baía do Guajará a Oeste.



**Figura 1: Localização da Área de Estudo**

O rio Murucupi localiza-se no município de Barcarena, nordeste do estado do Pará e está inserido na região hidrográfica dos rios Araguaia e Tocantins, tem a nascente próxima à bacia de rejeito da Alunorte e a foz no furo do Arrozal, estendendo-se desde o Distrito Industrial, da Vila dos Cabanos até a Comunidade Laranjal. Figura 2:



**Figura 2: Localização do Rio Murucupi**

A visita ao Rio Murucupi, bem como estudos acerca de suas características possibilitaram a escolha dos 4 pontos de coleta, estes que seguem da foz para a nascente do manancial e garantem a melhor estratégia de coleta e a viabilidade de acesso. Além disso, tem-se o Furo do Arrozal como “branco”, comparativo para as análises.

Por meio do Amostrador Automático SD900 (ISCO) e por técnicos capacitados as coletas serão realizadas uma vez por semana (24h), nos 4 pontos definidos, variando os dias. Ademais, a vazão do Rio Murucupi será medida a cada coleta com o auxílio do Medidor de Vazão – Acoustic Doppler Current Profile (ADCP), uma vez que a capacidade de diluição de efluentes está associada com a vazão do corpo receptor.

Esse aparelho irá coletar 1L de água a cada 2 horas no período de 24 horas em cada um dos 4 pontos de coleta. Sendo utilizada uma amostra homogeneia de 8.100mL necessária para determinar todos os parâmetros, sendo esta, portanto, uma amostragem composta.

Dessa forma, o monitoramento terá duração de um ano (início: agosto de 2015; término: julho de 2016) e serão analisadas, ao todo, 208 amostras, sendo 4 por semana e uma 1 para cada ponto.

Essas amostras serão distribuídas ao longo de 52 semanas, com exceção da condutividade elétrica, dos sólidos dissolvidos totais, dos sólidos suspensos totais, da salinidade, da alcalinidade total e dos metais, que serão realizados quinzenalmente.

Os parâmetros a serem estudados são: Temperatura, Cor (aparente e verdadeira), Turbidez, Condutividade Elétrica, Sólidos Dissolvidos Totais, Sólidos Suspensos Totais, Salinidade, pH, Alcalinidade Total, Nitrogênio Amoniacal Total, Nitrito, Nitrato, Fósforo Total, Sulfato Total, Cloreto Total, Oxigênio Dissolvido (OD), Clorofila A, Metais (Al, As, Ba, Cd, Pb, Cr, Fe, Mn, Ni, Zn), DBO5, Coliformes Termotolerantes.

Os resultados do monitoramento serão analisados através da estatística descritiva, objetivando resumir as informações por meio de tabelas e gráficos, garantindo a precisão no cálculo e a simplicidade para a compreensão e, eventualmente, reprodução dos resultados.

Também serão gerados gráficos para cada variável de cada ponto de coleta de acordo com os relatórios e pareceres técnicos entregues. É importante ressaltar que, para enquadramento do corpo d'água, será utilizada a Média Aritmética dos valores de cada variável ao longo dos 4 pontos e do ano inteiro.

## PRIMEIRA ETAPA: LEVANTAMENTO PRÉVIO DA ÁREA DE ESTUDO

Realizou se um levantamento prévio das características da área de estudo, bem como visita *in loco* para definição dos pontos de coleta

## RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

### CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS

- **Clima:** Barcarena possui clima equatorial quente e úmido, sendo, de acordo com a classificação de Köppen e Geiger, do tipo Af. A temperatura média é de 27 °C e a pluviosidade média anual de 2500mm, sendo o período de dezembro a maio o mais chuvoso.
- **Topografia e Relevo:** A topografia da região é pouco acentuada, principalmente nas ilhas que sofrem inundação. Na porção continental, a topografia pode atingir 15 metros, sendo mais elevada. O relevo é suavemente ondulado e plano, com áreas de várzea, terraço e tabuleiro, constituindo o Planalto Rebaixado da Amazônia (Baixo Amazonas).
- **Hidrografia:** O principal acidente hidrográfico de Barcarena é a Baía de Marajó, que constitui com outras contribuições hídricas o “Golfão Marajoara”. A hidrografia é composta pelos rios Arienga, Arapiranga, Barcarna, Itaporanga, Murucupi e Dendê; pelos igarapés Cujari, Tauá, Japinzinho, Água Boa, Arumandeuá, Água Verde, Guajará, Icarau, Turui, Mucuripe, Pau Amarelo Bacuri, São Felipe, Tucumandeuá e Maçarapó; e os “furos” do Arrozal, Cafézal, Araquiça e Arapari.
- **Solo:** Na porção continental encontram-se o Latossolo Amarelo Distrófico, Podzol Hidromórfico e Concrecionário Laterítico. Nas ilhas encontram-se os solos hidromórficos indiscriminados, eutróficos e distróficos, textura indiscriminada e Hidromórficos Gleisados

### PROCEDIMENTO DE AMOSTRAGEM

#### • Estações de Amostragem Georeferenciadas

Após os estudos acerca das características e da visita ao Rio Murucupi, foram determinados os pontos de coleta, os quais seguem da foz para a nascente do manancial. Além disso, tem-se o Furo do Arrozal como “branco”, comparativo para as análises.

Os pontos estão dispostos da seguinte maneira: um ponto de referência (P00 - R), um ponto na Foz do Rio Murucupi (P01 - FRM), um ponto na Ponte do Rio Murucupi (P02 - PRM) e um ponto próximo à nascente do rio Murucupi (P03 - NRM). Na Tabela 1 estão contidas as descrições e as coordenadas dos pontos de coleta e no Figura 3 encontra-se a localização dos pontos.

**Tabela 1: Descrição e coordenadas geográficas dos pontos de amostragem**

Ponto	Descrição	Coordenadas	
		Latitude	Longitude
P00 - R	Furo do Arrozal anterior à foz do rio Murucupi.	1°29'29.71"S	48°38'49.29"O
P01 - FRM	Foz do rio Murucupi.	1°29'34.00"S	48°40'3.10"O
P02 - PRM	Ponto que recebe influência da Vila dos Cabanos e da Comunidade Laranjal	1°31'26.60"S	48°41'19.26"O
P03 - NRM	Ponto mais próximo da nascente.	1°31'41.79"S	48°41'52.80"O





Figura 3: Localização dos pontos de coleta

• **Justificativa da Escolha dos Pontos**

A escolha dos pontos de coleta deu-se por meio de observações da equipe técnica, após visita *in loco*, a fim de garantir a melhor estratégia de coleta e a viabilidade do acesso, conforme justificado na Tabela 2.

Tabela 2: Justificativa da escolha dos pontos de amostragem

Ponto de Coleta	Justificativa
P00 - R	Utilizado como referência para o projeto de monitoramento, é o local que apresenta menos interferência de poluição e contaminação.
P01 - FRM	Situa-se na foz do rio Murucupi, no trecho de ligação com o Furo do Arrozal.
P02 - PRM	Localizado entre a comunidade Laranjal e a Vila dos Cabanos, recebe influência do entorno, o que pode resultar em mudanças na qualidade do mesmo.
P03 - NRM	Ponto acessível mais próximo à nascente do Rio.

**PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS**

Os parâmetros a serem analisados (Figura 4), foram escolhidas de acordo com as observações feitas *in loco*. Verificou-se que o corpo hídrico em questão recebe grande pressão de atividades potencialmente poluidoras, pois, em seu entorno há ribeirinhos, comunidades (Laranjal e Vila dos Cabanos) e indústrias (Alunorte), que podem influir na qualidade da água.

PARÂMETROS	MÉTODO DE ANÁLISE	INTERFERÊNCIA DO PARÂMETRO
Temperatura	Hanna Multi teste HI 9829	Aumento da temperatura diminui o OD na água e aumenta a velocidade das reações químicas no habitat aquático.
Cor aparente	Espectrofotometria	Reflete a presença de sólidos em suspensão, além de indicar mudança de pH na água.
Cor verdadeira	Espectrofotometria	Reflete a presença de sólidos dissolvidos, além de indicar mudança de pH na água.
Turbidez	Hanna Multi teste HI 9829	Pode dificultar a penetração de luz no corpo d'água, influenciando nos processos fotossintéticos e no OD.
Condutividade Elétrica	Hanna Multi teste HI 9829	Pode indicar uma descarga ou alguma outra fonte de contaminação no corpo hídrico.
Sólidos Dissolvidos Totais	Gravimetria	Aumentam a turbidez, prejudicando aspectos estéticos e produtividade dos corpos d'água.
Sólidos Suspensos Totais	Gravimetria	Podem representar elevada descarga de efluentes; causam assoreamento do leito e eutrofização das águas.
Salinidade	Hanna Multi teste HI 9829	Influencia na estratificação térmica do corpo d'água e na elevação da concentração de sais.
pH	Hanna Multi teste HI 9829	Pode indicar a contaminação por efluentes industriais; influencia o processo de eutrofização e a solubilidade de substâncias (sais metálicos).
Alcalinidade Total	Titulometria	Valores elevados indicam alta taxa de decomposição de matéria orgânica e liberação de CO <sub>2</sub> na água.
Nitrogênio Amoniacal Total	Espectrofotometria	Em elevadas concentrações é tóxico
Nitrito	Espectrofotometria	Em excesso, reduz a concentração de OD na água; influencia o grau de eutrofização;
Nitrato	Hanna Multi teste HI 9829	Determina a idade da poluição (poluição antiga); influencia o grau de eutrofização; causa Metahemoglobinemia infantil.
Fósforo Total	Espectrofotometria	Influencia as taxas de crescimento de algas e, em excesso, contribui para a eutrofização.
Sulfato Total	Espectrofotometria	Indicador de descargas de esgotos domésticos e efluentes industriais.
Cloreto Total	Hanna Multi teste HI 9829	Indicador da contaminação por esgotos sanitários.
Oxigênio Dissolvido (OD)	Hanna Multi teste HI 9829	Pode indicar atividade biológica intensa, principalmente em decorrência de lançamento de esgotos domésticos sem tratamento.
Clorofila a	Espectrofotometria	Relaciona-se diretamente com biomassa de fitoplâncton; avaliação do grau de eutrofização do ambiente aquático.
Metais (Al, As, Ba, Cd, Pb, Cr, Fe, Mn, Ni, Zn)	SO200 – ICP-MS Analysis of Natural Waters	Influenciam diversos processos físicos e químicos (pH, oxigênio dissolvido, quantidade de matéria orgânica dissolvida)
DBO <sub>5</sub>	Incubação por 5 dias	Importante padrão de classificação das águas naturais; pode indicar um incremento de macrófitas.
Coliformes Termotolerantes	NMP	Padrão para qualidade microbiológica de águas superficiais; podem ocorrer em águas com altos teores de matéria orgânica (efluentes sanitários).
Vazão	Medidor de Vazão – Acoustic Doppler Current Profile (ADCP)	Indica a capacidade de autodepuração do corpo d'água.

**Figura 4: Parâmetros de monitoramento do Rio Murucupi**

## SEGUNDA ETAPA: COLETA E ANÁLISE DA ÁGUA EM ESTUDO

### RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA

#### PROCEDIMENTO DE COLETA

- **Definição do Número de Amostras**

Segundo Triola (2011), a determinação do número de amostras, quando não se tem muitas informações, é dada partir da equação (1)

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 \cdot 0,25}{E^2} \quad \text{Equação 1}$$

Para isso, adotou-se um nível de confiança de 95% e erro de 7%. O primeiro valor foi escolhido por resultar em um bom equilíbrio entre precisão e confiabilidade dos dados, e o segundo por relacionar-se inversamente com o número amostral, sendo o valor máximo de erro admitido igual a 7% para mais e para menos.

- **Descrição do Procedimento de Coleta**

A coleta das amostras será realizada pelo Amostrador Automático SD900 (ISCO) e por técnicos capacitados. Ademais, a vazão do Rio Murucupi será medida a cada coleta com o auxílio do Medidor de Vazão – Acoustic Doppler Current Profile (ADCP), uma vez que a capacidade de diluição de efluentes está associada com a vazão do corpo receptor.

O ISCO irá coletar 1L de água a cada 2 horas no período de 24 horas em cada um dos 4 pontos de coleta. A partir de cada litro coletado, serão retiradas 675 mL, que serão homogeneizadas e irão compor os 8.100 mL necessários para determinar todos os parâmetros, sendo esta, portanto, uma amostragem composta.

Com isso, as coletas serão realizadas uma vez por semana (24h), nos 4 pontos definidos, variando os dias, ou seja, a primeira coleta deverá ocorrer na segunda-feira, na semana seguinte na terça-feira, e assim por diante, desconsiderando o sábado e domingo.

Dessa forma, o monitoramento terá duração de um ano (início: agosto de 2015; término: julho de 2016) e serão analisadas, ao todo, 208 amostras, sendo 4 por semana e uma 1 para cada ponto. Essas amostras serão distribuídas ao longo de 52 semanas, com exceção da condutividade elétrica, dos sólidos dissolvidos totais, dos sólidos suspensos totais, da salinidade, da alcalinidade total e dos metais, que serão realizados quinzenalmente.

As coletas das amostras serão realizadas seguindo o cronograma na Figura 5:

Calendário																							
Agosto/ 2015							Setembro/ 2015							Outubro/ 2015									
D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S			
						1			1	2	3	4	5					1	2	3			
2	3	4	5	6	7	8	6	7	8	9	10	11	13	4	5	6	7	8	9	10			
9	10	11	12	13	14	15	14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17			
16	17	18	19	20	21	22	21	22	23	24	25	26	27	18	19	20	21	22	23	24			
23	24	25	26	27	28	29	28	29	30					25	26	27	28	29	30	31			
30	31																						
Novembro/ 2015							Dezembro/ 2015							Janeiro/ 2016									
D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S			
1	2	3	4	5	6	7			1	2	3	4	5						1	2			
8	9	10	11	12	13	14	6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8	9			
15	16	17	18	19	20	21	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16			
22	23	24	25	26	27	28	20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23			
29	30						27	28	29	30	31			24	25	26	27	28	29	30			
														31									
Fevereiro/ 2016							Março/ 2016							Abril/ 2016									
D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S			
	1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5						1	2			
7	8	9	10	11	12	13	6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8	9			
14	15	16	17	18	19	20	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16			
21	22	23	24	25	26	27	20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23			
28	29						27	28	29	30	31			24	25	26	27	28	29	30			
Maio/ 2016							Junho/ 2016							Julho/ 2016									
D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S			
1	2	3	4	5	6	7				1	2	3	4						1	2			
8	9	10	11	12	13	14	5	6	7	8	9	10	11	3	4	5	6	7	8	9			
15	16	17	18	19	20	21	12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16			
22	23	24	25	26	27	28	19	20	21	22	23	24	25	17	18	19	20	21	22	23			
29	30	31					26	27	28	29	30			24	25	26	27	28	29	30			
														31									
	Dias de Coleta																						

Figura 5: Cronograma de coleta

## ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Os resultados do monitoramento serão analisados através da estatística descritiva, objetivando resumir as informações por meio de tabelas e gráficos, garantindo a precisão no cálculo e a simplicidade para a compreensão e, eventualmente, reprodução dos resultados. Também serão gerados gráficos para cada variável de cada ponto de coleta de acordo com os relatórios e pareceres técnicos entregues. Na Tabela 3 são descritas as medidas estatísticas que serão utilizadas e um exemplo para análise de DBO. É importante ressaltar que, para enquadramento do corpo d'água, será utilizada a Média Aritmética dos valores de cada variável ao longo dos 4 pontos e do ano inteiro.

Tabela 3- Medidas estatísticas básicas para avaliação

Tipo	Medidas	Descrição
Medida de tendência central	Média Aritmética	Soma de todos os valores amostrais dividido pelo número de valores amostrais.
	Mediana	Medida do centro quando os valores são arranjados em ordem crescente ou decrescente.
	Moda	Valor que ocorre mais frequentemente.
Medidas de Variação	Variância	Medida da variação igual ao quadrado do desvio padrão.
	Desvio Padrão	Medida da variação dos valores entorno da média.
	Valor máximo	Valor máximo obtido da variável considerada.
	Valor mínimo	Valor mínimo obtido da variável considerada.



## CONCLUSÕES

Conforme apresentado acima, este trabalho elucidou como deve ser realizado o monitoramento da qualidade da água do rio Murucupi, o qual a partir do seu monitoramento poderá ser enquadrado em alguma das classes prevista na resolução N° 357 do CONAMA e posteriormente essa análise possibilitará dizer como essa água poderá ser utilizada assim como o tratamento que a mesma deverá receber.

As etapas descritas recomendadas são de suma importância para o monitoramento de qualidade da água de rios, podendo ser aplicadas no monitoramento de outros rios com a finalidade de se conhecer seu grau de poluição e verificar com isso a possibilidade de ser utilizado como um corpo hídrico para abastecimento de água. Além disso, é um importante instrumento que auxilia na recuperação das condições necessárias para o equilíbrio da vida aquática. Tornando seus resultados fundamentais para os múltiplos usos da água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9898. Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores. Rio de Janeiro, 1987. 22p.
2. ACME. Bureau Veritas Minerals - 2015 Schedule of Services and Fees (CDN). V3. 2015. Disponível em <<http://acmelab.com/pdfs/FeeSchedule-2015.pdf>> Acesso em 22 maio 2015.
3. BICUDO, Carlos E. de M.; BICUDO, Denise de C. (Org.) Amostragem em limnologia. São Paulo: RiMa, 2004.
4. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – Conselho Nacional do Meio Ambiente/CONAMA. RESOLUÇÃO N 357: Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Ministério do Meio Ambiente – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 2005. 20p.
5. CLIMATE-DATA.ORG. Clima: Barcarena. Disponível em: <<http://pt.climate data.org/location/43975/>>. Acesso em: 2 maio de 2015.
6. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. Disponível em:<[www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/.../guia-nacional-coleta-2012.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/.../guia-nacional-coleta-2012.pdf)> Acesso em 2 maio de 2015.
7. GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. Disponível em: <[www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf)>. Acesso em: 10 maio de 2015.
8. HORLOGE PARLANTE. Coordenadas geográficas e cartografia Barcarena – Brasil. Disponível em: <<http://www.horlogeparlante.com/coordenadas-geogr%C3%A1ficas-3406429.html>>. Acesso em: 2 maio de 2015.
9. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). SIDRA. [Planilhas eletrônicas]. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150130&search=||infográficos:-informações-completas>>. Acesso em: 3 maio de 2015.
10. MEDEIROS, Adaelson Campelo. Obtenção do IQA para avaliação da qualidade da água em rios dos municípios de Abaetetuba e Barcarena (PA). 2012. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Belém, 2012. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Disponível em:<<http://www.repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/3545>>. Acesso em 30 abr. de 2015.
11. TRIOLA, Mario F.. Introdução à estatística. 10. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2011.
12. VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ª ed., vol 1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2005.
13. ZOLI, Augusto C. Plano de Saneamento Básico Municipal. Disponível em:<[http://www.barcarena.pa.gov.br/Transparencia/arquivos/doc\\_avulsos/planomsaneamento/Plano%20Municipal%20de%20Saneamento%20-%20Barcarena%20PA%20correto.htm](http://www.barcarena.pa.gov.br/Transparencia/arquivos/doc_avulsos/planomsaneamento/Plano%20Municipal%20de%20Saneamento%20-%20Barcarena%20PA%20correto.htm)> Acesso em: 3 maio de 2015.