

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

DETERMINAÇÃO DE FERRO E MERCÚRIO EM ÁGUA COLETADA  
PARA O CONSUMO EM COMUNIDADE RIBEIRINHA DO RIO  
SOLIMÕES, AMAZONAS – BRASIL

Bolsista: Jéssica da Silva Pinto Ribeiro

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Tereza Cristina Souza de Oliveira

Manaus – AM

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

**RELATÓRIO FINAL**

PIB-E/0133/2014

DETERMINAÇÃO DE FERRO E MERCÚRIO EM ÁGUA COLETADA  
PARA O CONSUMO EM COMUNIDADE RIBEIRINHA DO RIO  
SOLIMÕES, AMAZONAS – BRASIL

Bolsista: Jéssica da Silva Pinto Ribeiro

Orientadora: Prof. Dra. Tereza Cristina Souza de Oliveira

Colaboradora: Luana Monteiro da Silva

Manaus – AM

2015

## RESUMO

Este trabalho é um estudo da qualidade de água do Rio Solimões junto à comunidade ribeirinha de várzea, Nossa Senhora das Graças – Costa do Pesqueiro no município de Manacapuru, no estado do Amazonas, compreendendo o período de continuação de agosto de 2014 a julho de 2015. Teve por objetivo discutir as características físicas e químicas das águas do rio Solimões, utilizando técnicas analíticas de determinações dos indicadores de qualidade da água, além de analisar as determinações dos parâmetros: ferro e mercúrio totais, assim como os parâmetros auxiliares: temperatura, pH, turbidez, sólidos suspensos e oxigênio dissolvido. Foram feitas quatro coletas: obedecendo os períodos de cheia (junho/2014), vazante (setembro/2014), início de enchente (janeiro/2015) e enchente (março/2015). Foram estabelecidos 11 pontos de coleta sendo: 3 pontos no meio do Rio Solimões, 3 pontos na margem do Rio Solimões e 5 pontos em residências pertencentes a comunidade em estudo. Tendo em vista que, o uso da água coletada diretamente do rio é indispensável para as populações ribeirinhas em suas atividades cotidianas, faz-se necessário atentar para a sua qualidade. Estudos já realizados mostram que nas águas superficiais de várzea amazônica, naturalmente, observam-se concentrações de metais. Esta água sendo usada para o consumo, sem tratamento adequado, pode ser prejudicial à saúde humana devido à presença de íons dissolvidos, sólidos suspensos e microrganismos. No caso de metais presentes na água do rio Solimões, o ferro (Fe) e o mercúrio (Hg) podem ser citados. Pois são encontrados em águas dos rios da bacia Amazônica, por fatores como a formação do solo, as atividades humanas e o despejo de efluentes industriais. Através das amostras coletadas das áreas de várzea foi possível avaliar a qualidade da água consumida pela população dessa localidade. A água coletada é de classificação II, ou seja, a mesma não encontra-se contaminada, mas necessita de tratamento prévio adequado. A maioria dos parâmetros observados apresentam-se dentro dos valores permitidos, com exceção da quantidade de oxigênio dissolvido e da turbidez. As concentrações de ferro não ultrapassaram o valor padrão estabelecido pelo CONAMA 357/05 e as análises de mercúrio total não foram determinadas no período estudado devido a problemas técnicos de equipamento.

**Palavras-Chave:** Ferro total; mercúrio total; qualidade da água, comunidades ribeirinhas.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	6
2.OBJETIVOS.....	7
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	8
4. MATERIAIS E METODOS UTILIZADOS.....	11
4.1. Área de estudo e amostragem .....	11
4.2. Metodologias Analíticas.....	12
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	14
6. CONCLUSÃO .....	17
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18
CRONOGRAMA DE ATIVIDADES.....	20

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 (página 11) – Localização dos pontos de coleta.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 (página 12) – Descrição dos pontos de amostragem e suas localizações geográficas.

Tabela 2 (página 15) – Dados obtidos dos parâmetros avaliados e seus valores máximos permitidos pelas resoluções ambientais vigentes das amostras de água coletadas entre as fases hidrológicas na região.

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas);

APHA (American Public Health Association);

CE (Condutividade Elétrica);

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente);

DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio);

DQO (Demanda Química de Oxigênio);

Fe (Ferro);

Hg (Mercúrio);

MO (Matéria Orgânica);

OD (Oxigênio Dissolvido);

pH (Potencial Hidrogeniônico);

UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez);

VMP (Valores Máximos Permitidos).

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um elemento fundamental para a vida humana. As águas doces representam apenas 3% da água do mundo e destes, um quinto deve-se à descarga do rio Amazonas no oceano (VAL et al., 2008). Apesar do Estado do Amazonas ser banhado pela maior bacia hidrográfica mundial, o Estado ainda apresenta grandes desafios quanto ao acesso à água potável para a sua população, especialmente para as populações ribeirinhas localizadas nas áreas de várzea.

As várzeas são locais de grande fertilidade que de acordo com VAL et al., (2008) 90% da população rural amazonense habita, onde fixam-se às margens dos cursos de águas. Na várzea a vida se move com o ciclo da água, que sobem e descem, inundam e secam, abundam e escasseiam, onde na vazante dos rios, muitos mananciais superficiais secam completamente ou ficam com pouca lamina de água, impedindo sua utilização, seja pela insuficiência em quantidade ou pelas condições impróprias para o consumo humano (AZEVEDO, 2006).

Em geral, os principais corpos hídricos na região da Amazônia Central, como o rio Solimões, estão preservados quanto aos critérios de contaminação, segundo RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 (OLIVEIRA et al., 2011; CUNHA e PASCOLATO, 2006). No entanto, existe a problemática em relação à qualidade de vida em pequenas comunidades ribeirinhas, ocorrida pela deficiência quanto ao abastecimento de água e o modo de vida em relação aos hábitos na utilização do recurso hídrico, além da destinação inadequada de resíduos por boa parte dos comunitários (OLIVEIRA et al 2008).

Tendo em vista que, o uso da água coletada diretamente do rio é indispensável para as populações ribeirinhas, em suas atividades cotidianas, faz-se necessário atentar para a sua qualidade. Estudos já realizados mostram que nas águas superficiais de várzea amazônica, naturalmente, observam-se concentrações de metais (AZEVEDO, 2006). Esta água sendo usada para o consumo, sem tratamento adequado, pode ser prejudicial à saúde humana devido à presença de íons dissolvidos, sólidos suspensos e microrganismos. No caso de metais presentes na água do rio Solimões, o ferro (Fe) e o mercúrio (Hg) podem ser citados. Pois são encontrados em águas dos rios da bacia amazônica, por diversos fatores, incluindo a formação do solo, as atividades humanas e o despejo de efluentes industriais (SILVA, 2012).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Geral

Analisar a qualidade da água observando as concentrações de ferro e mercúrio total em água coletada do rio Solimões para o consumo em comunidade ribeirinha.

### 2.2. Específicos

1. Determinar ferro e mercúrio em água armazenada para o consumo e coletada do rio Solimões em comunidade ribeirinha;
2. Determinar ferro e mercúrio em água superficial do rio Solimões para comparação de concentrações na água previamente tratada para o consumo em comunidade ribeirinha;
3. Determinar parâmetros auxiliares como temperatura, cor, turbidez, sólidos suspensos, oxigênio, para o estudo de qualidade da água e avaliação da presença de ferro e mercúrio nas amostras de água em diferentes fases hidrológicas da região;
4. Comparar valores dos parâmetros registrados com padrões de qualidade referidos pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde e Resolução CONAMA 357/05.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Caracterização Hidrológica da Amazônia

A malha hidrográfica da bacia Amazônica cobre aproximadamente 6.300 km<sup>2</sup>, sendo formada por pequenos riachos e igarapés os quais por sua vez dão origem aos riachos maiores. Porém, verifica-se que esses corpos de água não são uniformes, devido às diferenças marcantes tanto em relação à morfologia de seus leitos quanto às suas características químicas e biológicas (JUNK, 1983; FUSH, 1998; CAMPOS, 1994).

Sioli e Klinge (1962), pioneiros no estudo dos rios da Amazônia, os classificaram em três categorias: águas brancas, pretas e claras. As brancas são típicas dos rios Solimões, Amazonas, Madeira, Purus entre outros, possuem elevada quantidade de material em suspensão e sais dissolvidos provenientes dos Andes e da erosão dos sedimentos encontrados ao longo das bacias de drenagens. O pH é próximo a 7, são relativamente ricas em Ca<sup>2+</sup> e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, o que as classificam como carbonatadas (SIOLI, 1968; KONHAUSER et al., 1994; GAILLARDET et al., 1997).

De modo geral, a água é tratada como um recurso inesgotável, sendo que, em diversas circunstâncias, esta tem se mostrado escassa ou com sua qualidade comprometida de forma irreversível. MARGALEF (1994) ressalta que os vários processos que controlam a qualidade de água de um rio, fazem parte de um complexo equilíbrio, motivo pelo qual qualquer alteração na bacia hidrográfica pode acarretar alterações significativas, sendo as características físicas e químicas da água de um rio indicadores da “saúde” do ecossistema terrestre, que podem ser utilizadas para o controle e o monitoramento das atividades desenvolvidas em uma bacia hidrográfica.

#### 3.2. Variáveis de qualidade de água

Dentre as variáveis de qualidade da água, podem-se destacar a temperatura, pH, oxigênio dissolvido (O.D.) e conteúdo matéria orgânica (M.O.).

A temperatura da água influencia na concentração de outras variáveis, como O.D. e M.O. (PORTO et al., 1991), sendo a radiação solar, segundo ARCOVA et al. (1993), a principal variável que controla a temperatura da água de pequenos rios. O pH fornece indícios sobre a qualidade hídrica (água superficial valor entre 4 e 9), o tipo de solo por onde a água percorreu e indica a acidez ou a alcalinidade da solução (MATHEUS et al., 1995). A decomposição da M.O. nos cursos d'água pode diminuir o teor de O.D., bem como o pH da água, pela liberação de gás carbônico e formação de ácido carbônico a partir deste (PALHARES et al., 2000). A



qualidade da água é reflexo do efeito combinado de muitos processos que ocorrem ao longo do curso d'água (PETERS e MEYBECK, 2000). De acordo com LIMA (2001), a qualidade da água não se traduz apenas pelas suas características físicas e químicas, mas pela qualidade de todo o funcionamento do ecossistema.

### 3.3. Descrição das áreas de várzea

As várzeas são locais de grande fertilidade, onde 90% da população rural amazonense habitam (VAL, ALMEIDA-VAL e FEARNSSIDE, 2008). Elas são constituídas de áreas planas nas margens dos rios e córregos, as populações que habitam as várzeas, invariavelmente, fixam-se às margens dos cursos de águas. Na várzea, a vida se move com o ciclo da água, que sobe e desce, inunda e seca, abunda e escasseia, onde na vazante dos rios, muitos mananciais superficiais secam completamente ou ficam com pouca lamina de água, impedindo sua utilização, seja pela insuficiência ou pelas condições impróprias para o consumo humano (AZEVEDO, 2006). Analisando a importância da participação da várzea para as comunidades ribeirinhas, a constante mudança do nível da água torna-se uma preocupação. Em primeiro lugar, porque a maioria das famílias sobrevive do recurso pesqueiro ou agricultura familiar, e em segundo, porque o período hidrológico da seca é a fase de maior dificuldade de recolhimento da água para as atividades cotidianas. Neste período, em algumas localidades, o ribeirinho necessita andar quilômetros e navegar em suas pequenas embarcações, chamadas de canoas, para ter acesso ao meio do rio ou lago (OLIVEIRA, RODRIGUES e CARNEIRO, 2008).

### 3.4. Fatores de risco no consumo de água com alto teor de Ferro

O Fe surge especialmente em águas subterrâneas, graças à dissolução do minério, hidróxido de ferro, pelo ácido carbônico presente na água. Mas em épocas chuvosas seus níveis aumentam nas águas superficiais (QUEIROZ et al., 2009; ROCHA et al., 2009). Segundo a portaria nº 518/2004, o valor máximo permitido (VMP) para a concentração de Fe na água pra consumo humano é de 0,3 mg/L.

O Fe está na lista dos metais considerados micronutrientes, que em pequenas concentrações são necessários, porém em concentrações maiores se torna tóxico. (DA ROCHA, P. R. R. *et al.*).

A presença de ferro, em geral, não é primeiramente associada à contaminação em corpos hídricos pelo ministério da saúde, mas com relevância às propriedades organolépticas, influencia na cor e odor da água para o consumo. Em meio aquoso, o ferro, pode sofre

transformação por reações de oxidação. O ferro é necessário para o bom funcionamento do corpo humano, e ele é o único nutriente que, quando em excesso, o organismo não é eficiente em sua eliminação. O seu acúmulo pode ser prejudicial à saúde, uma vez que, o ferro oxida-se rapidamente gerando radicais livres. O seu acúmulo pode causar: Ferrugem nos órgãos; envelhecimento acelerado e prematuro; aumento na ameaça de doenças cardíacas; câncer; diabetes; artrite; cirrose; insuficiência cardíaca; mau funcionamento das glândulas; após os 40 anos podem causar também lesões hepáticas e deficiência de testosterona.

### 3.5. Mercúrio

A região amazônica é considerada seriamente impactada por mercúrio devido à extração do ouro, atividade comum na Amazônia, no entanto, vários estudos têm mostrado a contaminação por mercúrio (Hg) de ecossistemas amazônicos onde não existe garimpo. Estudos indicam que o Hg encontrado nos ecossistemas aquáticos é proveniente da queima de biomassa florestal e dos processos de erosão e lixiviação do solo que contém Hg associado aos óxidos e hidróxidos de ferro; fontes naturais de Hg que no meio aquático sofrem processos de metilação e acumulação na biota (VERA, 2007).

Trata-se de um metal inodoro e volátil encontrado em três formas diferentes: mercúrio metálico, sais inorgânicos de mercúrio e mercúrio orgânico. Por ser bioacumulável, os ribeirinhos podem intoxicar-se também pelo consumo do peixe, que não consegue liberar o metal do corpo, acarretando maiores problemas como: ação nociva ao Sistema Nervoso Central; indícios em relação a influências na etiologia da Esclerose múltipla; interferências nas funções no selênio; atuação como imunossupressor; formas inorgânicas podem provocar reações autoimunes no rim; por possuir forte afinidade com os radicais sulfidrilas, amina, fosforil, carboxil provoca a inibição da síntese de proteínas, especialmente nos rins, a inativação de uma série de enzimas e lesão da membrana celular; provoca diminuição da síntese de proteínas no cérebro e aumento na liberação de diversos neurotransmissores, especialmente Dopamina, Ácido glutâmico e Gaba, uma vez que o peixe é seu alimento principal (BASTOS e LACERDA, 2004; LACERDA e MALM, 2008).

O Hg já foi encontrado em elevadas concentrações em áreas de exploração de ouro na região do rio Madeira. Malm et al., 1993 registraram  $64.000 \text{ mg L}^{-1}$  de Hg em solos de região de garimpo. Lacerda e Malm, 2008 citam os registros de Hg em 2002, associado aos sólidos suspensos a uma concentração de  $0,000100 \text{ mg L}^{-1}$ . A bioacumulação dos metais na flora e na fauna aquática traz uma grande preocupação, uma vez que, esses podem atingir o homem,

resultando em efeitos letais. Segundo o CONAMA 357/05 o valor máximo permitido para a concentração de Hg em água superficial, para rios de classe II é de  $0,0002 \text{ mg L}^{-1}$ .

#### 4. MATERIAIS E METODOS UTILIZADOS

##### 4.1. Área de estudo e amostragem

O local de amostragem (Figura 1) se encontra nas proximidades de uma comunidade situada às margens do rio Solimões nomeada Nossa Senhora das Graças - Costa do Pesqueiro, em frente ao município de Manacapuru, no estado do Amazonas, recebendo apoio do Projeto de Monitoramento por Satélite dos Fluxos Sedimentares na Bacia do Rio Purus, Amazônia – Brasil – CPRM, que vem estudando a vazão e o fluxo do Rio Solimões em trechos entre os municípios de Coari – Manaus. Os pontos de coleta de amostras foram listados e referenciados geograficamente conforme mostrado na Tabela. 1.

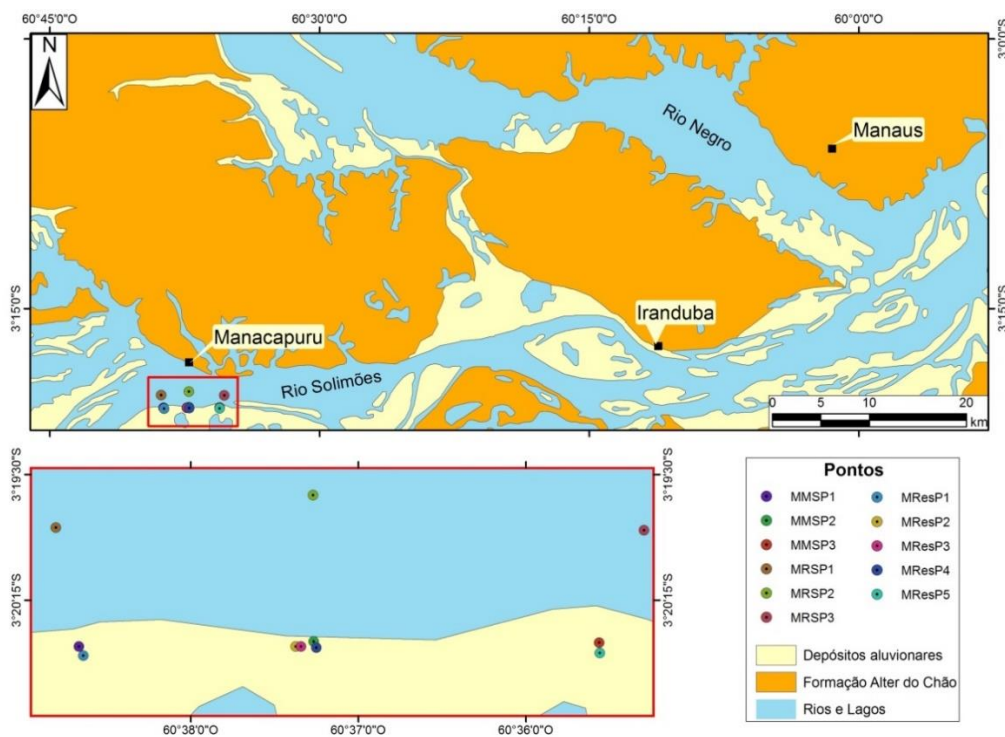


Figura 1 – Localização dos pontos de coleta

As coletas das amostras de água seguem a metodologia conforme descrito em APHA (2012). Foram feitas quatro coletas seguindo os períodos de junho e setembro de 2014, janeiro e março de 2015 em três pontos no meio do rio Solimões e três pontos na sua margem direita, em frente à comunidade, além de cinco pontos nas residências dos comunitários. A coleta das amostras de água foi realizada com garrafa Van Dorn e armazenadas, em frascos de Winkler

para determinações de O.D. e D.B.O, em garrafas de polietileno, e refrigeradas para determinações laboratoriais. As medidas dos parâmetros *in loco* (temperatura, pH, turbidez, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido) foram realizadas em triplicatas. É relevante destacar o alto índice pluviométrico da região, com média de 2100 mm/ano, com o máximo de janeiro a maio quando se tem o inverno regional, e mínimo no verão amazônico de julho a outubro (CÁUPER, 2000).

Tabela 1 - Descrição dos pontos de amostragem e suas localizações geográficas.

Ponto de amostragem	Código	Descrição do ponto	Coordenadas Geográficas	
			LAT(S)	LOG(W)
<b>Rio Solimões</b> —	MRSP1	Manacapuru Rio Solimões Ponto 1 (Montante)	03°19'49,1"	060°38'48,3"
<b>Manacapuru</b>	MRSP2	Manacapuru Rio Solimões Ponto 2 (Meio)	03°19'37,5"	060°37'16,2"
	MRSP3	Manacapuru Rio Solimões Ponto 3 (Jusante)	03°19'50,1"	060°35'17,7"
<b>Margem do rio Solimões</b> —	MMSP1	Manacapuru Margem Solimões Ponto 1 (Montante)	03°20'31,7"	060°38'40,1"
<b>Manacapuru</b>	MMSP2	Manacapuru Margem Solimões Ponto 2 (Meio)	03°20'29,9"	060°37'16,0"
	MMSP3	Manacapuru Margem Solimões Ponto 3 (Jusante)	03°20'30,3"	060°35'33,7"
<b>Residência 1</b>	MResP1	Manacapuru Residência Ponto 1	03°20'35,0"	060°38'38,5"
<b>Residência 2</b>	MresP2	Manacapuru Residência Ponto 2	03°20'31,7"	060°37'22,4"
<b>Residência 3</b>	MresP3	Manacapuru Residência Ponto 3	03°20'31,7"	060°37'20,5"
<b>Residência 4</b>	MresP4	Manacapuru Residência Ponto 4	03°20'32,1"	060°37'15,0"
<b>Residência 5</b>	MresP5	Manacapuru Residência Ponto 5	03°20'34,0"	060°35'33,5"

#### 4.2. Metodologia analítica

A quantificação dos parâmetros em laboratório foi seguida conforme recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMWW)* – 21st, publicado pela APHA (2005). As variáveis e suas respectivas metodologias são listadas a seguir:

##### 4.2.1. Ferro dissolvido (Fe)

Foi realizada Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES), modelo Perkin Elmer 8000. A amostra de água foi filtrada e acidificada com ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) ultrapuro até pH 2 para determinação do metal na forma trocável de labilidade. O

adequado ajuste analítico foi realizado com construção de curva de calibração abrangendo as concentrações de 0,01; 0,05; 0,1; 0,5; 0,8 e 1,0 mg.L<sup>-1</sup> para análise de Ferro total.

#### 4.2.2. Mercúrio total (Hg)

A proposta foi estabelecida para injeção de amostras em Espectrômetro de Absorção Atômica com geração de vapor frio, utilizando solução de ácido nítrico e ácido clorídrico seguindo com adição de peróxido de hidrogênio para acidificação e conservação das amostras.

#### 4.2.2. Potencial hidrogeniônico (pH)

A medição deste parâmetro foi realizada de seis valores de medições seguidas por imersão direta do eletrodo na água a fim de encontrar média estável. O aparelho utilizado foi um pHmetro portátil Orion 3 Star da Thermo Scientific. Foi realizada a calibração do pHmetro utilizando soluções tampão de pH 4,0, 7,0 e 9,0 da Merck.

#### 4.2.3. Oxigênio dissolvido (O.D.)

Para as análises de O.D. foi utilizada a metodologia dita como método de Winkler onde é realizada em campo a fixação das amostras coletadas nos frascos de Winkler acrescentando 1mL de mistura de azida sódica (NaN<sub>3</sub>) e 1mL de sulfato manganoso (MnSO<sub>4</sub>), levando a formação de um precipitado de fixação de oxigênio. Vale ressaltar que este deve ser avaliado no prazo máximo de 24 horas.

#### 4.2.4. Turbidez

A determinação foi feita por turbidímetro digital da marca ALFAKIT, e os valores expressos em UNT (Unidade Nefelométricas de Turbidez) com registro médio de três leituras.

#### 4.2.5. Temperatura

A temperatura da água foi medida *in loco* utilizando o aparelho termômetro digital YSI Model S5-25 FT.

#### 4.2.6. Condutividade Elétrica (C.E.)

A determinação da C.E., dada em  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , foi realizada *in loco* através do condutivímetro digital CD-820 da marca INSTRUTERM.

#### 4.2.7. Sólidos em Suspensão

A determinação foi obtida por análise gravimétrica de acordo a norma ABNT, 1989. Foram utilizadas as membranas filtrantes de fibra de vidro WATHMAN GF. Para a medição das massas foi utilizada balança analítica (Shimadzu) de cinco casas decimais.

### 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estudados a partir das quatro coletas de água realizadas, entre as fases hidrológicas, estão apresentados na Tabelas 2, no entanto, os resultados de mercúrio não estão presentes devido a impossibilidade das análises das amostras no período estudado devido a problemas técnicos de equipamento.

O ferro total apresentou baixas concentrações entre todas as amostras de água analisadas no estudo, permanecendo dentro do valor máximo permitido pela resolução CONAMA 357/05 que é de  $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ , onde o maior valor encontrado foi na margem do rio com  $1,08 \text{ mg L}^{-1}$ . Há registros na literatura de valores de amostras coletadas de acordo com a sazonalidade do Rio Solimões que comprovam que a variação do nível da água é o fator determinante para as concentrações de ferro no rio Solimões (ROCHA, P. R. R. *et al.* 2009). Pelos valores encontrados na realização deste projeto, temos a variação de  $0,18 \text{ mgL}^{-1}$  a  $1,08 \text{ mgL}^{-1}$  no período de seca e de  $0,17 \text{ mgL}^{-1}$  a  $0,20$ . Os dados foram obtidos por ICP-OES e submetidas a balanços comparativos.

O pH de uma solução é o logaritmo inverso da concentração de íons  $\text{H}^+$ , em águas superficiais, por exemplo, as concentrações de íons  $\text{H}^+$  são originados da dissociação do ácido carbônico, que geram baixos valores de pH (ESTEVES, 1988). Esse ácido carbônico, nos corpos d'água, é resultante, segundo Branco (1986), da introdução de gás carbônico pelas águas de chuva, ar atmosférico, matéria orgânica do solo e, principalmente, matéria orgânica que é consumida e oxidada nas águas. O pH varia também em função da temperatura (decrece com o aumento da temperatura). Pode-se afirmar também que representa o índice de acidez, ou seja, quando o índice é “pequeno”, entre 0 a 6,9, a solução é ácida; quando este índice é 7 é o ponto dito neutro e quando varia de 8 a 14, a solução é alcalina (CARMOUZE, 1994).

Os valores pH ficaram dentro do recomendado na resolução CONAMA 357/05, onde a recomendação é de pH 6 a 9, e todas as amostras apresentaram características levemente ácidas nos pontos avaliados com valores de pH de 6,49 a 6,68. As águas dos rios Solimões e Purus, classificadas como brancas, são fracamente ácidas a neutras (6,5 - 7,0), enquanto as pretas são

as mais ácidas, especialmente as dos afluentes do rio Purus (entre 5,3 e 6,7), enquanto as dos afluentes do Solimões tendem a ser mais básicas (5,9 - 7,2) assemelhando-se as brancas destes.

Tabela 2 - Dados obtidos dos parâmetros avaliados e seus valores máximos permitidos pelas resoluções ambientais vigentes das amostras de água coletadas entre as fases hidrológicas na região.

<b>Parâmetro</b>	<b>Temp.</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>Turbidez</b>	<b>OD</b>	<b>STS</b>	<b>Fe<sub>ICP-OES</sub></b>
<b>Unidade</b>	<b>°C</b>	<b>mS/cm</b>	<b>-</b>	<b>NTU</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg L<sup>-1</sup></b>
VMP	-	-	6 a 9	100	5	-	0,30
CONAMA	-	-	6 a 9	5	-	-	-
VMP MS	-	-	6 a 9	5	-	-	-
<b>Cheia – junho/2014</b>							
MRS	28,27	60,31	6,57	83,84	1,40	58,7	0,20
Desvio Padrão	0,23	2,35	0,05	4,03	0,17	18,79	0,06
MMS	28,50	50,61	6,51	78,03	1,09	52,1	0,17
Desvio Padrão	0,10	0,47	0,09	5,78	0,04	27,55	0,05
MRes	27,54	57,02	6,48	61,96	4,12	49,14	0,19
Desvio Padrão	0,90	11,68	0,73	7,56	0,68	22,90	0,12
<b>Vazante – setembro de 2014</b>							
MRS	29,57	56,99	6,59	8,93	4,40	38,50	0,18
Desvio Padrão	0,12	1,69	0,05	5,92	0,95	4,36	0,05
MMS	29,80	54,75	6,57	12,81	3,75	55,17	0,20
Desvio Padrão	0,10	0,06	0,01	5,51	0,46	13,53	0,16
MRes	29,52	53,39	6,54	32,50	3,54	99,69	0,22
Desvio Padrão	0,48	27,72	0,42	65,39	1,06	188,58	0,23
<b>Início de enchente – janeiro/2014</b>							
MRS	27,60	72,77	6,65	161,75	5,35	58,7	0,18
Desvio Padrão	0,00	1,78	0,10	135,40	0,14	18,79	0,11
MMS	27,83	70,33	6,68	255,61	5,34	52,1	1,08
Desvio Padrão	0,23	0,25	0,13	4,05	0,14	27,55	0,07
MRes	26,08	113,68	5,17	44,64	6,56	49,14	0,58
Desvio Padrão	0,82	34,91	1,04	34,24	0,71	22,90	0,47
<b>Enchente – março/2015</b>							
MRS	28,07	62,59	6,55	66,59	2,25	62,80	0,24
Desvio Padrão	0,06	3,52	0,04	8,46	0,08	26,94	0,13
MMS	28,13	53,15	6,49	65,81	2,19	67,73	0,21
Desvio Padrão	0,06	0,14	0,09	5,46	0,04	7,53	0,06
MRes	28,66	76,69	6,47	26,18	4,25	36,88	0,10
Desvio Padrão	1,76	30,56	1,25	13,65	1,71	37,19	0,05

VMP: Valores Máximos Permitidos; MRS: Média Rio Solimões; MMS: Média Margem Solimões; Mres: Média Residências.

O teor de OD expressa a quantidade de oxigênio dissolvido presente no meio, sendo que a sua concentração está sujeita às variações diária e sazonal em função da temperatura, da atividade fotossintética, da turbulência da água e da vazão do rio (PALMA e SILVA, 1999),

podendo reduzir-se na presença de sólidos em suspensão e de substâncias orgânicas biodegradáveis, como esgoto doméstico, vinhoto e certos resíduos industriais (MATHEUS et al., 1995). No balanço geral, envolvendo as 4 coletas os valores O.D. apresentaram valores fora do recomendado pelas legislações com valores baixos de O.D. de  $1,09 \text{ mg L}^{-1}$  a  $5,35 \text{ mg L}^{-1}$  na margem do rio e no meio, respectivamente. Nas residências o valor foi de  $6,56 \text{ mg L}^{-1}$ , esse aumento se deve provavelmente a aeração mecânica causada pela bomba utilizada pelos ribeirinhos para captação da água. É possível observar que na época da cheia do rio os valores de O.D. são menores do que na época da seca, valores esses que já são descritos na literatura (SILVA, 2012).

O O.D. é atuante na degradação da M.O. presente na água de origem biológica. O O.D. e a M.O. fazem parte da caracterização química de um ambiente aquático e apresentam uma relação direta entre as suas variações em um corpo hídrico (RIXEN et al., 2010). A presença de grandes quantidades de M.O. no ambiente aquático pode levar a menores concentrações de oxigênio dissolvido devido ao processo natural de oxidação da M.O. (KRISTENSEN et al., 2008; SPERLING, 2007). Diante dos resultados obtidos a partir deste projeto e da conclusão feita por Kristensen e Serling citada acima, os altos valores de O.D. indicam baixo valor de M.O. o que comprova a preservação do corpo hídrico em estudo.

A turbidez é atribuída principalmente às partículas sólidas em suspensão (muito comum nas águas dos rios de várzea), sendo que na localidade ocorre um processo natural de erosão conhecido como "fenômeno da terra caída". A turbidez foi expressa em unidade de Turbidez (Nefelométrica) e, apresentou valores elevados em relação aos valores máximos permissíveis pela Resolução CONAMA 357/05 (Tabela 2) em todos os locais de coleta, margem e meio do rio, no entanto, os valores obtidos de turbidez estão próximos dos limites de indicação de qualidade nesses pontos. Na coleta do mês de janeiro de 2015, no início do período de enchente, período de ocorrência de chuvas, a qual revelou valores 100% excedentes variando de  $161,75 \mu\text{S cm}^{-1}$  a  $255,61 \mu\text{S cm}^{-1}$ , no rio e na margem do rio, respectivamente. A turbidez nas residências, apresentou valores muito elevados para águas que são utilizadas para o consumo humano, com registros de  $26,18 \mu\text{S cm}^{-1}$  a  $61,96 \mu\text{S cm}^{-1}$  considerando que para a regulamentação do ministério da saúde (Portaria 2914/08).

ARCOVA et al., (1993) afirmam que a principal variável que controla a temperatura da água de pequenos rios, é a radiação solar. Segundo BRANCO (1986), a capacidade de penetração de radiação solar em ambiente aquático depende da quantidade de material suspenso presente na massa líquida. Neste estudo a variação de temperatura foi de  $26,08$  a  $29,80$  graus Celsius.



A condutividade elétrica (CE) é a expressão numérica da capacidade de uma água em conduzir corrente elétrica. Depende das equações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água (CETESB, 2010) A CE no rio variou de 50,61  $\mu\text{S cm}^{-1}$  a 72,77  $\mu\text{S cm}^{-1}$  e valor máximo de 113,68  $\mu\text{S cm}^{-1}$  nas residências, esses altos valores de CE são característicos do rio Solimões (SILVA, 2012). A alta condutividade dos rios de água branca é devido, à presença de íons dissolvidos como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  (KRUSCHE et al, 2005).

Estudos realizados por Furch e Junk (1997) no rio Solimões/Amazonas, indicam haver uma grande diferença nas características físicas e químicas da água, principalmente sólidos em suspensão que variam com a estação do ano, com a profundidade da coleta e com a distância ponto de coleta a margem. Durante as cheias, os rios transportam muitas substâncias dissolvidas e em suspensão na várzea. A qualidade e a quantidade do material em suspensão variam entre sistemas fluviais e resultam em grandes diferenças na fertilidade das águas e solos de várzea e na sua produtividade natural. Rios de água branca têm alto teor de substâncias dissolvidas e alta carga de matéria em suspensão, fértil, alta produtividade natural e produção potencial (SILVA, 2012).

Os resultados dos parâmetros registrados nas águas coletadas nas residências, e utilizadas para beber, em geral, apresentaram baixas concentrações de ferro, porém os valores de condutividade elétrica, turbidez e STS foram elevados, indicando mesmo nível dos valores registrados nas amostras do rio para esses parâmetros.

## 6. CONCLUSÃO

Através das amostras coletadas na área de várzea no trecho do rio Solimões, foi possível avaliar a qualidade da água consumida pela população dessa localidade. A água coletada é de classificação II, ou seja, a mesma não encontra-se contaminada, mas necessita de tratamento prévio adequado.

A maioria dos parâmetros observados apresentam-se dentro dos valores permitidos, com exceção da quantidade de oxigênio dissolvido e da turbidez. Tal resultado pode ser justificado pela forma em que os ribeirinhos retiram a água do rio, passam pelo processo de bombeamento, acrescentando assim, mais oxigênio e conseqüentemente a obtenção de mais oxigênio dissolvido.

O pH, a turbidez entre outros parâmetros, quando no nível adequado de qualidade, facilitam o processo de tratamento, contudo, esse processo requer a utilização de equipamentos

mecânicos, aplicação de produtos químicos para adequação da água aos padrões de potabilidade exigidos pela legislação.

Mesmo apresentando valores aceitáveis para a resolução, é possível perceber que os valores chegam próximo do valor máximo permitido o que gera uma problemática para o estudo, pois tal serve como um alerta para que alguma providência política ou social seja tomada para que em um futuramente os valores não sejam excedentes e só se tome alguma medida cautelar quando a água em questão estiver imprópria para estudo.

Muitas residências nesta comunidade utilizam a captação de água superficial para o consumo, devido a ausência de fontes alternativas confiáveis para abastecimento. No entanto, ainda observa-se a captação de água do rio para este fim, em muitas residências aos arredores da comunidade. Esta água é coletada em baldes, filtrada em pano e armazenada em potes de barro. Vale ressaltar que nem sempre é realizada a desinfecção com hipoclorito de sódio.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA - American Public Health Association; American Water Work Association – AWWA; Water Pollution Control Federation – WPCF. 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21 ed. New York, 1268p.

BAIRD, C. 2002. *Química Ambiental*. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 622p.

BITTENCOURT, M. M.; AMADIO, S. A. 2007. Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. *Acta Amazônica*. 37(2). 303 – 308p.

CAMPOS, Z.E.S. 1994. *Parâmetros físico-químicos em igarapé de água clara e preta ao longo da rodovia BR-174 entre Manaus e Presidente Figueiredo - AM*. INPA; Dissertação de Mestrado, pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais. 90p.

CONAMA Nº 357/2005 - "Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências."- Data da legislação: 17/03/2005 - *Publicação DOU: 18/03/2005*.

CUNHA, H.B. & PASCOALOTO, D. 2006. *Hidroquímica dos rios da Amazônia*. Manaus: Governo de Estado do Amazonas, Secretaria do Estado da Cultura, Centro Cultural dos Povos da Amazônia. Série Pesquisas, 127p.

DE AZEVEDO, Rainier Pedraça. Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia central. *Acta Amazônica*, v. 36, n. 3, 2006.

DUPRE, B.; GAILLARDET, J.; ROUSSEAU, D.; ALLEGRE, J. 1996. Major and trace elements of river-borne material: The Congo Basin. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 60:1301-1321.

FORTI, M.C.; MELFI, A.J.; AMORIM, P.R.N. 1997. Hidroquímica das águas de drenagem de uma pequena bacia hidrográfica no nordeste da Amazônia (Estado do Amapá, Brasil): efeitos da sazonalidade. *Geochimica Brasiliensis*, 11:325-340.

HORBE, A.M.C.; GOMES, I.L.F.; MIRANDA S.F.; SILVA, M.S.R. 2005. Contribuição à hidroquímica de drenagens no Município de Manaus – AM. *Acta Amazônica*, 35(2): 119 – 124p.

NASCIMENTO, E. S.; CHASIN, A. A. M. Ecotoxicologia do mercúrio e seus compostos. Cadernos de referencia ambiental, v. 1. Salvador: CRA, 2001.

OLIVEIRA, T.C.S., RODRIGES, B.F., e CARNEIRO, E.F., 2008. Qualidade de Vida de Ribeirinhos na Amazônia em Função do Consumo de Água. IV Encontro Nacional da ANPAS. Brasília.

OLIVEIRA, T.C.S., SILVA, L.M., e VIEIRA, D.O., 2011. A importância da água. Reggo Edições, 20 p. ISBN 978-85-63651-14-3.

QUEIROZ, M. M. A.; HORBE, A. M. C.; SEYLER, P.; MOURA, C. A. V. Hidroquímica do rio Solimões na região entre Manacapuru e Alvarães – Amazonas – Brasil. *Acta Amazônica*, vol. 39(4) 2009: 943 – 952.

ROCHA, P. R. R.; SILVA, H. C.; OLIVEIRA, M. C. *et al*, 2009. DETERMINAÇÃO DE ÍONS METÁLICOS EM ÁGUA DE SUPERFÍCIE DO RIO SOLIMÕES-AM. 61ª Reunião Anual da SBPC. [www.sbpcnet.org.br/livro/61ra/resumos/resumos/6212.htm](http://www.sbpcnet.org.br/livro/61ra/resumos/resumos/6212.htm). Em 12/04/2014.

SEYLER, P.T.; BOAVENTURA, G.R. 2003. Distribution and partition of trace metals in the Amazon basin. *Hidrological Processes*, 17, 1345-1361.

SHILLER, A.M. 1997. Dissolved trace elements in the Mississippi River: Seasonal, interannual, and decadal variability. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 61:4321-4330.

SILVA, L.M., 2012. Estudo de correlação entre o oxigênio dissolvido e a matéria orgânica em diferentes ambientes aquáticos da região amazônica. UFAM; Dissertação de Mestrado em química analítica. 100p.

VAL, A. L.; ALMEIDA-VAL, V. M. F.; FEARNSIDE, P. M. *et al.* 2010. Amazônia: Recursos hídricos e sustentabilidade. pp. 95-109. In: Bicudo, C.E.M., Tundisi, J.G. & Scheuenstuhl, M.C.B. (eds.) *Águas do Brasil: Análises Estratégicas*. Instituto de Botânica, São Paulo. 222 pp.

VIERS, J.; DUPRÉ, B.; POLVÉ, M.; SCHOTT, J.; DANDURAND, J-L.; BRAUN, J-J. 1997. Chemical weathering in the drainage basin of the tropical watershed (Nsimi-Zoetele site, Cameroon): comparison between organic-poor and organic-rich waters. *Chemical Geology*, 140:181-206.

## 8. CRONOGRAMA

Nº	Descrição	2014					2015						
		Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
1	Revisão Bibliográfica	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
2	Organização de material de coleta e laboratório	R				R		R					
3	Coleta de amostras		R				R		R				
4	Análises laboratoriais, desenvolvimento de metodologias analíticas	R	R				R		R	R			
5	Análise e tratamento de dados aplicando estatística descritiva	R		R				R		R	R		
	Elaboração do Relatório Parcial					R	R						
6	Elaboração do Resumo e Relatório Final											R	R
7	Preparação da Apresentação Final para o Congresso											R	

Legenda: R = atividade realizada