

QUALIDADE DA ÁGUA DOS PRINCIPAIS IGARAPÉS DO MUNICÍPIO DE BENJAMIN CONSTANT-AM

Reginaldo F. S. Adrião¹; Alcinei P. Lopes¹; Alberto D. N. Santos¹; Sidney N. Sevalho¹; Darlei R. Silva¹; Fernanda A. Bitencourt¹; Magdalene M. Mendes¹; Weique A. Andrade¹.

1-Instituto de Natureza e Cultura-INC; Universidade Federal do Amazonas- UFAM, Benjamin Constant- Amazonas-Brasil.

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo analisar os parâmetros de qualidade d água dos principais igarapés do município de Benjamin Constant-AM, através das análises bacteriológica e físico-química. Foram analisados parâmetros físico-químicos como: pH, oxigênio dissolvido, condutividade, com o auxílio de um medidor multiparâmetro pH/ORD,Cond/TDS, OD, modelo HI 9811-5, e também análises de Alcalinidade (Análise titulométrica - Determinação com Ácido Sulfúrico), Dureza (Análise titulométrica - Determinação com EDTA).Assim como, análises dos parâmetros bacteriológicos pelo método dos tubos múltiplos (Teste de Coliformes Totais e Teste de Coliformes Termotolerantes (E. coli)). Todas as análises foram realizadas em triplicadas e seguindo os procedimentos do Manual de controle da qualidade da água. Os resultados foram comparados com Portaria GM/MS Nº 888/2021 que dispoem sobre os procedimentos de controle, qualidade da água e seu padrão de potabilidade. Os resultados indicaram que os parâmetros analisados estão dentro dos limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde, com exceção do pH e análise bacteriológica. O parâmetro baracteriológico requer uma atenção mais destacada, pois a falta de saneamento básico é uma das questões mais permanentes e encontradas no município, visto que muitas casas possuem o esgoto a céu aberto e todo esse dejetos fecal tem como destino os igarapés, causando com isso a poluição desse recurso natural. Por isso, é necessário que as pessoas se sensibilizem a favor desse bem que é tão valioso para a fauna e flora da região, pois, sem água não há vida.

Palavras-chave: análise de água; parâmetros físico-químicos; contaminação.

INTRODUÇÃO

O município de Benjamin Constant localiza-se no interior do estado do Amazonas, as margens dos rios Javari e Solimões, sua população é de 44 873 habitantes, abrange vários igarapés, fazendo parte da vasta floresta Amazônica, onde a maioria dos moradores depende dos rios, igarapés e das florestas para a sua subsistência, pois, suas principais atividades de trabalho são a agricultura e pesca (IBGE, 2020).

Os igarapés do município vêm sofrendo degradações devido à ação antrópica, e muitos deles servem de depósito de lixo dos mais variados, como de sacos plásticos, alimentos orgânicos, garrafas pets, aparelhos eletrônicos, dentre outros. A preservação destes ambientes deveria partir de todos, pois de acordo com a Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225. “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial á sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e á coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1998).

Um dos fatores que proporcionaram o aumento dos descartes nos igarapés foi devido o crescimento da população no município que ocorreu de maneira desordenada na área urbana, próximo a esses locais, na implicação do desmatamento de matas ciliares dos igarapés, para dar espaço à construção de suas residências, provocando degradação ambiental na qualidade dos corpos d'água, visto que não possui um saneamento básico adequado (MESSIAS, 2010).

A água pode ser um meio responsável pela difusão de muitas doenças, podendo ser classificadas, como sendo de origens hídricas ou por doenças de transmissão hídrica. A diferença está no fato de que a primeira é produzida por substâncias tanto orgânicas como inorgânicas que estão presentes na água com concentração superior aos padrões para uso humano. Já nas doenças de transmissão hídrica, a água exerce a função de condução de microrganismos patogênicos e de outros agentes infecciosos (NOVA, et al 2019).

É fundamental que a água dos igarapés tenha uma boa qualidade, já que muitas famílias dessa região fazem o uso cotidianamente dela para suprir suas necessidades. Devido as doenças que podem ser transmitidas pela água, podendo ser contraído pelo consumo, contato com a pele ou até mesmo pela preparação dos alimentos. Por conseguinte, é necessário que as pessoas se sensibilizem em favor do uso sustentável dos recursos naturais e conservem esse bem valioso que é vital para nossa sobrevivência (VIRGENS, 2011).

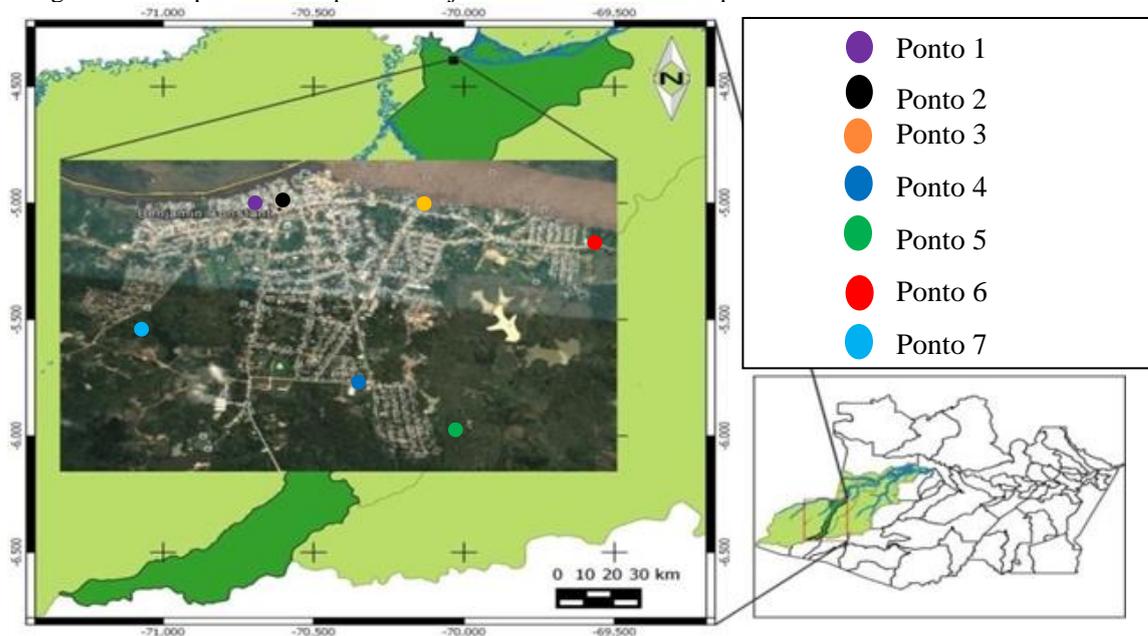
Portanto, é importante o monitoramento frequente dos recursos hídricos utilizados de forma direta e indireta pelos habitantes da região do Alto Solimões. Dessa forma, essa pesquisa teve a finalidade de analisar os parâmetros de qualidade dos principais igarapés, através das análises bacteriológica e físico-química no município de Benjamin Constant-AM. Onde, eventualmente será decorrida pela seguinte ordem: a realização da coleta, análise das amostras coletadas por meios de análise bacteriológica e físico-química e comparar os resultados obtidos com as portarias de qualidade de água vigentes.

METODOLOGIA

Coleta das amostras

As amostras foram coletadas em 7 (sete) pontos amostrais, nos principais igarapés que atravessam a zona urbana do município de Benjamin Constant- AM, com auxílio de GPS (Figura 01). A primeira coleta foi realizada em fevereiro de 2024, em período de cheia, e a segunda coleta foi realizada em julho de 2024, período de seca no município. No entanto, não foi possível fazer coleta no ponto 01, na segunda coleta, devido o local está seco.

Figura 01 – Mapa do município de Benjamin Constant-AM e os pontos de coleta.



Fonte: FREITAS, 2016.

Em cada ponto das coletas foram mensuradas medidas físico-químicas (pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica), com auxílio de um medidor multiparâmetro pH/ORD,Cond/TDS, OD, modelo HI 9811-5.

Para cada coleta de água, foram utilizados frascos previamente esterilizados. Todas as amostras foram identificadas e armazenadas em uma caixa térmica com gelo, para a locomoção até o Instituto de Natureza e Cultura (INC).

Foram realizadas as análises bacteriológicas no laboratório de Biologia (INC) pelo método dos tubos múltiplos (prazo de 24h) e no laboratório de Química Analítica (INC) foram realizadas as análises de Alcalinidade pelo método de titulação com ácido sulfúrico e de Dureza da água pelo método da titulação com EDTA (FUNASA, 2009).

Alcalinidade Total pelo método de determinação da titulação com ácido sulfúrico

Colocou-se 50 mL das amostras coletadas em erlenmeyer, adicionando-se 4 gotas de metilorange, e titulou-se com a solução do ácido sulfúrico 0,02N até a mudança de coloração. Todos os procedimentos da amostra foram desenvolvidos por triplicata.

Dureza total

Utilizou-se 25 mL das amostras coletadas e diluiu-se para 50 mL com água destilada, transferiu-se para um frasco Erlenmeyer e adicionou-se 1 mL solução tampão para elevar o pH a $10 \pm$, e também acrescentou-se aproximadamente 0,05 gramas do indicador Eriochrome Black T. Por conseguinte, titulou-se, até que houvesse o desaparecimento da cor púrpura vermelha e o aparecimento da cor azul. Os procedimentos foram realizados em triplicata, para cada amostra.

Análise bacteriológica da água

Para cada amostra coletada foram utilizados 15 tubos, distribuídos de 5 em 5, em estantes para tubo de ensaio. Nas primeiras colunas foram adicionadas 10 mL do caldo da concentração dupla, nas outras duas colunas 10 mL do caldo de concentração simples. Com uma micropipeta, pipetou-se 10 mL da amostra e acrescentou-se nos 5 primeiros tubos de ensaio contendo 10 mL de caldo lactosado (contendo uma diluição 1:1). Na segunda coluna dos 5 tubos, adicionou-se 1 mL da amostra (diluição 1:10) e para os últimos 5 tubos, adicionou-se 0,1 mL (diluição 1:100). Por conseguinte, colocava-se o tubo de Dhuran invertido no caldo lactosado. Todos foram incubados na estufa bacteriológica a 35°C durante 24 horas. Realizou-se após esse período o teste confirmatório (apenas com os tubos que apresentaram formação de gás dentro do tubo de Dhuran e turbidez do meio) que é dividido em dois: teste confirmatório para coliformes totais, com o caldo lactosado bile verde brilhante (repicagem) e incubados em estufa a 35 °C por 48 h; E teste confirmatório para coliformes termotolerantes, com caldo EC (com tubos de Dhuran em seu interior), sendo incubadas em banho Maria a 45°C por 48h.

RESULTADOS FINAIS

Para comparação dos resultados, utilizou-se a Portaria GM/MS N°888/2021(Tabela 01) que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

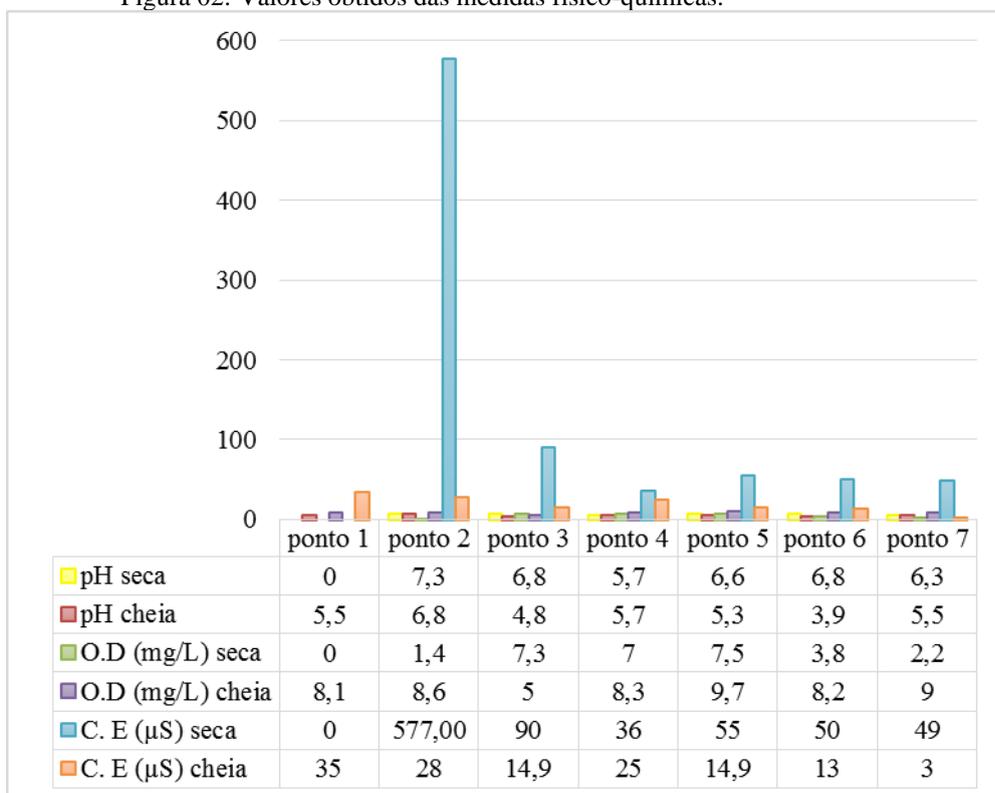
Tabela 01: Padrão físico-químico e bacteriológico da água para o consumo humano, Portaria N° 888/21.

Parâmetros	Portaria n° 888/21 (VMP)*
pH	6,0 a 9,0
Condutividade elétrica	0 - 1000 µS/cm
Oxigênio dissolvido	--
Temperatura do ar	--
Temperatura da água	35 °C
Alcalinidade	--
Dureza total	300 mg/L
Cloreto	250 mg/L
Turbidez	5 uT
Gás carbônico livre	--
Bactérias heterotróficas	500 UFC/mL
Coliformes totais	Ausência/100 mL
<i>E. coli</i>	Ausência/100 mL

Fonte: Brasil, 2021. / VMP*: Valor Máximo Permitido.

Obtiveram-se os seguintes valores das medidas físico-químicas mensuradas em cada coleta (Figura 02)

Figura 02: Valores obtidos das medidas físico-químicas.



Fonte: Próprio autor, 2024.

Potencial Hidrogeniônico (pH)

A média do valor de Potencial Hidrogeniônico (pH) obtida nos locais de coleta do período da cheia foi de 5,37, o que demonstra uma faixa ácida, resultado este sem conformidade com a portaria N° 888/2021. Já a média de pH, em relação ao período da seca foi de 6,58, resultado que está em conformidade com a portaria, pois os valores permitidos tramitam entre 6,0 a 9,5 (Tabela 01).

Esses valores de pH estão comumente interligados a diferentes fatores naturais como a absorção de gases atmosféricos, dissolução das rochas, oxidação de matéria orgânica e fotossíntese, e pelos fatores antrópicos, como o despejo de esgotos domésticos (VON SPERLING, 2005).

Oxigênio Dissolvido (OD)

Na análise do período da cheia constatou-se que apenas a amostra do ponto 3 (5 mg/L) ficou abaixo do estabelecido pela portaria, onde o padrão de potabilidade para oxigênio dissolvido deve ser superior a 6,0 mg/L (BRASIL, 2021). Em quanto os demais pontos ficaram dentro da norma estabelecida. Valores elevados de oxigênio dissolvido demonstram melhores condições da água, pois revela o consumo de O₂ pelos microrganismos pelo processo de degradação da matéria

orgânica (MACHADO, 2013).

Em relação ao do período da seca os pontos 2, 6 e 7, ficaram abaixo do estabelecido pela portaria, enquanto, os demais pontos (3 e 5) ficaram dentro do permitido. Essa variação acontece devido às mudanças ao longo do trecho do igarapé, seja pelas condições climáticas do momento ou principalmente pelas ações antrópicas (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2009).

Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é considerada um significativo parâmetro físico-químico, utilizado para expressar em números a capacidade da água em conduzir corrente elétrica, devido à presença de substâncias dissolvidas, das concentrações iônicas e da temperatura (DURAND FILHO, 2019).

Na coleta do período da cheia os valores de condutividade ficaram entre 3 μS e 35 μS . No período da seca os valores ficaram entre 36 μS e 577 μS . A Portaria GM/MS N^o 888 de 2021, estabelece que a condutividade da água para consumo não deve exceder 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (microsiemens por centímetro). A mesma não especifica um valor mínimo, mas, a condutividade elétrica muito baixa pode indicar uma água com baixas quantidades de sais minerais, o que não necessariamente é um problema para a potabilidade (BRASIL, 2021). Os resultados obtidos estão dentro do parâmetro determinado pela portaria.

Abaixo os resultados obtidos das análises físico-químicas e bacteriológica (Tabela 02).

Tabela 02: Resultados das análises físico-químicas e bacteriológica

Pontos amostrais	Alcalinidade (mg L ⁻¹)		Dureza (mg CaCO ₃)		Análise Bacteriológica			
					Coliformes totais (NMP/mL)		Coliformes termotolerantes (NMP/mL)	
	cheia	seca	cheia	seca	cheia	seca	cheia	Seca
1	40	-	0,23	-	≥ 1600	-	≥ 1600	-
2	212	94	0,07	23,2	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600
3	46	21,2	0,02	12	≥ 1600	≥ 1600	1600	≥ 1600
4	40	10,6	0,02	11,2	≥ 1600	≥ 1600	1600	≥ 1600
5	40	9,2	0,02	10,6	≥ 1600	≥ 1600	1600	≥ 1600
6	60	13,2	0,04	8,6	≥ 1600	≥ 1600	1600	≥ 1600
7	106	18,6	0,03	12,6	≥ 1600	≥ 1600	500	1600

Fonte: Próprio autor, 2024.

Alcalinidade Total

Apesar da importância desse parâmetro, a legislação brasileira não determina um valor VMP para este alcalinidade. De acordo com Ferreira (2014), a maioria das águas naturais apresentam valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg L⁻¹.

Valores elevados de alcalinidade estão associados a processos de decomposição da matéria

orgânica e à alta taxa respiratória de micro-organismos, com liberação e dissolução do gás carbônico na água. Constatou-se que as amostras coletadas do período da cheia estão dentro da faixa de valores da alcalinidade, a média foi de $77,71 \text{ mg/L}^{-1} \text{ CaCO}_3$. No entanto, as amostras coletadas do período da seca apresentaram valores abaixo do determinado, a média foi $27,76 \text{ mg/L}^{-1} \text{ CaCO}_3$. Quando os valores de alcalinidade apresentam valores abaixo de 24 mg/L^{-1} essas águas apresentam uma baixa capacidade de tamponamento, dessa forma são susceptíveis às mudanças de pH (CHAPMAN; KIMSTACK, 1996).

Dureza Total

A dureza é um dos parâmetros específicos da qualidade das águas, sejam elas de abastecimento industrial ou até mesma doméstica (GEYPENS et al., 2012). A Portaria N° 888/2021 do Ministério da saúde estabelece para a dureza o teor de 300 mg L^{-1} em termos de CaCO_3 como valor máximo permitido para água potável. Em comparação com os valores, verificou-se que todas as amostras estão dentro do valor determinado pela portaria, os valores encontrados não ultrapassaram o teor de 300 mg L^{-1} (Figura 02)

A portaria N° 888/2021 não apresenta a faixa de classificação em relação a dureza da água. Para respectivas comparações, será feita com a portaria da FUNASA (2014) (Tabela 03).

Tabela 03: Classificação da água quanto a dureza..

Qualidade da água	Nível de dureza (mg L^{-1} de CaCO_3)
Água mole ou branda	<50
Água moderada	50 a 150
Água dura	150 a 300
Água muito dura	>300

Fonte: FUNASA, 2014.

Os resultados obtidos constataram que as amostras coletadas tanto do período de cheia, quanto da seca apresentaram valores abaixo de 50 mg/L CaCO_3 , sendo consideradas água mole ou branda.

Análise bacteriológica

Os resultados obtidos apresentaram contaminação microbiológica para todas as amostras coletadas tanto no período de cheia, quanto ao da estiagem nos igarapés da cidade do município de Benjamin Constant. O padrão microbiológico de potabilidade determinado pelo ministério da saúde é a ausência de coliformes totais e termotolerantes em 100 mL de água (tabela 02).

A presença dessa contaminação pode ser fundamentada, devido o crescimento urbano

desordenado em torno dos trechos dos igarapés, gerando impactos negativos aos recursos hídricos do município (RIBEIRO, 2008). A falta de saneamento básico é um dos grandes problemas encontrados em Benjamin Constant-AM, principalmente o esgoto a céu aberto, esses dejetos humanos tem como seu destino os igarapés, podendo ser veículos de transmissão de micro-organismos patogênicos de doenças, como diarreias infecciosas, febre tifoide, esquistomose, e outras doenças (LIBÂNIO, 2008).

CONCLUSÃO

Em resumo, a pesquisa realizada a partir das análises bacteriológicas e físico-químicas nos principais igarapés do município de Benjamin Constant-AM, apresentaram dados bem expressivos, em ambos os períodos de coleta. Os resultados encontrados foram comparados com a Portaria Nº 888/2021 que determina os procedimentos da qualidade de água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Um parâmetro que apresentou valores acima do determinado pela portaria, foi o da análise bacteriológica. Situação esta que requer uma atenção mais destacada, pois a falta de saneamento básico é uma das questões mais permanentes e encontradas no município, visto que muitas casas possuem o esgoto a céu aberto e todo esse dejetos fecal tem como destino os igarapés, causando com isso a poluição desse recurso natural.

Vale ressaltar que muitas famílias utilizam desses igarapés para fins domésticos, dessa forma, correndo riscos de contrair alguma doença por veiculação hídrica. Por isso, recomenda-se que as pessoas se sensibilizem a favor desse bem que é tão valioso para a fauna e flora da região, pois, sem água não há vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Natureza e Cultura-INC, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas- FAPEAM, ao Parque Científico e Tecnológico do Alto Solimões/PACTAS agradeço a todos os envolvidos no projeto.

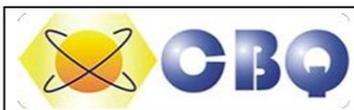
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 maio 2021

BRASIL, Senado Federal. Constituição da república federativa do Brasil. **Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico**, 1988.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS/ Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde.- Brasília: Funasa, 112 p. 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011. Dispõe sobre os



procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011.

CHAPMAN, Deborah; KIMSTACH, Vitaly. Selection of water quality variables. **Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed.** E & FN Spon, London, p. 59-126, 1996.

DURAND FILHO, Cleto Rodrigues et al. Caracterização da qualidade da água de Pau dos Ferros quanto a parâmetros físicos-químicos. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS (IBGE) (27 de agosto de 2020). < Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1 de julho de 2020>. Consultado em 28 de agosto de 2020.

FERREIRA, F. A. G. Qualidade da água: Como determinar a Alcalinidade da água. Disponível em: <http://omelhordabiologia.blogspot.com.br/2012/08/qualidade-da-agua-comodeterminar.html>. Acesso em 06 de julho de 2014.

FUNASA, FN d S. Manual prático de análise de água. 3. **Brasília: Fundação Nacional de Saúde. 145p**, 2009.

GEYPENS, M. H. et al. APHA, AEG; AWWA, ADE; Métodos padrão WEF, LSC para o exame de água e águas residuais. Washington DC; Associação Americana de Saúde Pública, 1995. ATLAS, RM; BARTHA, R. Ecologia Microbiana - Fundamentos e Aplicações. Nova Iorque: Addison Wesley Longman em. **FRANCIHELE CARDOSO MÜLLER**, v. 42, 2012

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água/ Marcelo Libânio. 2ª Ed. Editora Átomo, Campinas-SP, 2008.

MACHADO, Ana Lúcia Soares. A educação ambiental para gestão sustentável da água: estudo de caso do Igarapé do Mindu-Manaus, Am. 2013.

MESSIAS, Carina Gomes. **Análise da degradação ambiental da micro-bacia do Córrego do Antônio em Brumado- BA: contribuições para o desenvolvimento de programas de educação ambiental.** 140 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

NOVA, Fátima Verônica Pereira Vila; TENÓRIO, Nicole Bezerra. Doenças de Veiculação Hídrica associadas à degradação dos recursos hídricos, município de Caruaru-PE. **Caminhos da Geografia**, v. 20, n. 71, p. 250-264, 2019.

RIBEIRO, Wagner Costa. **Geografia política da água.** Annablume Editora, 2008.

ROCHA, Julio Cesar; ROSA, André Henrique; CARDOSO, Arnaldo Alves. **Introdução à química ambiental.** Artmed Editora, 2009.

VIRGENS, R. D. A. **A educação ambiental no ambiente escolar Rute de Almeida Virgens A educação ambiental no ambiente escolar.** 2011.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Editora UFMG, 2005.