

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA – EST
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

MARINÉLIO GOMES COSTA

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA
DISPONÍVEL PARA CONSUMO HUMANO NOS BEBEDOUROS DA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DO ESTADO
DO AMAZONAS**

MANAUS

2019

MARINÉLIO GOMES COSTA

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA
DISPONÍVEL PARA CONSUMO HUMANO NOS BEBEDOUROS DA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DO ESTADO
DO AMAZONAS**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Química da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientadora: Prof. Dra. Érica Simplício de Souza

MANAUS

2019

MARINÉLIO GOMES COSTA

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA
DISPONÍVEL PARA CONSUMO HUMANO NOS BEBEDOUROS DA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DO ESTADO
DO AMAZONAS**

**Monografia de Conclusão de Curso para obtenção do título de Engenheiro,
Habilitação em Engenharia Química – Escola Superior de Tecnologia, Universidade do
Estado do Amazonas**

Banca Examinadora:

.....
Profa. Dra. Érica Simplício de Souza – Orientador

.....
Profa. MSc. Rosa Mariette Oliveira Geissler – IPAAM

.....
Profa. Dra. Regina Yanako Moriya - UEA

Conceito:

Manaus, 10 de junho de 2019.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, em especial a minha mãe e meu padrasto, que nesse tempo não mediram esforços para mesmo distante estarem presente na minha jornada e por sempre acreditarem que esta conclusão seria possível, mesmo quando eu não acreditei.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, e por ser sempre meu refúgio nos momentos mais difíceis do curso, nunca me deixando sozinho e sempre me confortando espiritualmente.

À minha mãe Leciovane Gomes, por ser essa mulher incrível, por todo amor, confiança, por não me desamparar e nunca deixar faltar nada para mim e meu irmãos.

Ao meu padrasto Mário Jorge, por todo auxílio, palavra de conforto e encorajamento nos momentos difíceis. Obrigado por ter chegado no momento certo em nossas vidas.

Aos meus irmãos Letícia e Diogo pelo carinho, companheirismo, amor e principalmente pelo apoio.

Aos meus avós paternos Olímpia Ribeiro e Manuel Costa, pelas palavras de carinho, ligações nas manhãs de sábado e pelas orações para que tudo ficasse bem. E também meus avós maternos Letícia (*in memoriam*) e Leopoldo Rodrigues (*in memoriam*), que se estivessem aqui estariam comemorando essa conquista.

Ao meu pai Marinélio, pelo apoio e preocupação nesses anos de graduação.

A todos meus tios e tias que de diversas maneiras me ajudam e que sempre estão ao meu lado vibrando com minhas conquistas.

Aos amigos Rafael, Tayná, Mirna e Inaiá, por nunca me abandonarem e serem a prova viva que alguns ciclos terminam, mas o que é verdadeiro continua.

Aos amigos que a UEA me trouxe, por todos os momentos felizes que tive ao lado de vocês, pelas listas de exercícios compartilhadas, por todas as explicações minutos antes das provas, pela companhia no RU e principalmente por acreditarem junto comigo que a conclusão deste trabalho seria possível.

Aos amigos Luciano Silva, Antônio Vicente e Marcos Caminha que de diversas formas estavam sempre apoiando e cobrando o término desse trabalho, né não Marcos? Muito Obrigado!

Ainda, a família IPAAM, em especial seu Sérgio Martins, pela oportunidade de estágio na GERH e por entender meus momentos de ausência nas atividades durante a construção deste trabalho; a dona Edna Portela, pela mãe que foi durante esse tempo, aos técnicos Adriane Andrade, Edson Gomes, Jéssica Muniz, João Paulo, José Raimundo, Maria do Carmo, Mireide Queiroz, Rosa Mariette, Suzy Pinheiro, Ziomar Costa e aos demais que de várias formas ajudaram no meu desenvolvimento como pessoa, como profissional e também aos meus colegas de estágio, que em incansáveis vezes me ajudaram realizando minhas tarefas enquanto eu estava ausente.

À prof Dra. Érica Simplício de Souza por toda orientação, paciência e compreensão;

Ao prof. Dr. Jefferson Granjeiro e Prof Dra. Kiki Melo, pela amizade e por terem iniciado junto comigo a elaboração dos dois projetos anteriores.

À profa. Dra. Patricia Melchionna, pela orientação na formatação, cobrança na realização e cumprimento dos cronogramas.

Ao prof. Dr. Clairon Pinheiro pelo incentivo e atendimento as nossas solicitações junto a Coordenação do Curso de Engenharia Química.

As prof. Dra Regina Yanako, Dra. Dania Del Toro, Dra. Margarita Rivera, Dra. Cláudia Cândida e os professores Dr. Sérgio Duvoisin, Dr. Ricardo Serudo, Dr. Geverson Façanha por todo conhecimento repassado durante esses anos de graduação. Obrigado!

A Universidade do Estado do Amazonas – UEA por toda estrutura física e corpo docente.

E a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a finalização deste trabalho.

“Um planeta com água sem qualidade é um planeta sem qualidade de vida.”

(Autor desconhecido)

RESUMO

A água é essencial para a manutenção da vida. Até hoje não se descobriu uma substância que seja capaz de substituí-la. O ser humano depende da água para suas atividades, seja para higiene, trabalho, alimentação, ela é fonte de vida. Entretanto, quando ingerida sem tratamento a água é um veiculador de doenças. Com isso, o Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº2.914 de 12 de dezembro de 2011, estabeleceu padrões de potabilidade que tornam a água apropriada para consumo humano. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da água disponível para consumo dos estudantes e funcionários da Escola Superior de Tecnologia da UEA. Para alcançar esse objetivo foram realizadas análises de parâmetros microbiológicos (Coliformes Totais e *Escherichia coli*), parâmetros químicos (pH, Cloro, Nitrato e Ferro Total) e parâmetro físico (Turbidez) para analisar a água dos 7 bebedouros que a instituição dispõe para acesso de todos. Ao final das análises foi possível comparar os resultados obtidos com os que a legislação preconiza. Os testes apresentaram ausência para a presença de *Escherichia coli* em todas as amostras. A presença de coliformes totais e nitrato mostraram-se diretamente relacionadas à assepsia das torneiras dos bebedouros; o potencial hidrogeniônico (pH) mostrou-se ligeiramente ácido, a presença de cloro residual livre em todas as amostras manteve-se abaixo do recomendado, o ferro total esteve em conformidade com a legislação e o parâmetro físico turbidez apresentou-se dentro do que é permitido pelo Ministério da Saúde. Assim, é necessário que haja um monitoramento quanto à manutenção e limpeza dos bebedouros e filtros da instituição, a fim de que os parâmetros que apresentaram-se alterados possam estar em conformidade com o que exige a Portaria do Ministério da Saúde.

Palavras-chave: Qualidade da Água. Bebedouros. Portaria nº2.914/2011 do Ministério da Saúde. Escola Superior de Tecnologia da UEA.

ABSTRACT

Water is essential for the maintenance of life. To date, no substance has been found that is capable of replacing it. The human being depends on water for its activities, whether for hygiene, work, or food, it is the source of life. However, when ingested without treatment water is a carrier of disease. As a result, the Ministry of Health, through Administrative Rule n° 2.914, dated December 12, 2011, established potability standards that make water suitable for human consumption. Thus, the objective of this study was to evaluate the water quality available for consumption by students and employees of the UEA School of Technology, where the chemical parameters (pH, chlorine, nitrate and total iron) and physical parameters (turbidity) were evaluated. It was possible to carry out this water evaluation of the 7 drinking troughs that the institution has for everyone's access. At the end of the analyzes it was possible to compare the results obtained with what regulates the legislation. The tests showed absence of *Escherichia coli* in all samples, the presence of total coliforms and nitrate was directly related to the asepsis of drinking fountains, the ionic potential of hydrogen (pH) was slightly acidic, the presence of free residual chlorine in all samples remained below the recommended level, the total iron was in accordance with the legislation and the parameter of physical turbidity was presented within what is allowed by the Ministry of Health. Therefore, it is necessary to monitor the maintenance and cleaning of drinking fountains and filters of the institution, so that the parameters that have changed may be in compliance with the requirements of an Ordinance of the Ministry of Health.

Keywords: Water quality. Drinkings fountains. Administrative Rule n° 2.914/2011 of the Ministry of Health. UEA College of Technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A distribuição <i>per capita</i> de água no mundo.....	18
Figura 2 – Distribuição de Água Doce no Planeta (%)......	19
Figura 3 – Divisão Hidrográfica do Brasil.....	23
Figura 4 – Região Hidrográfica Amazônica.....	26
Figura 5 – Aquíferos Alter do Chão e Guarani, extensão e volume.....	28
Figura 6 – Vista Superior da Escola Superior de Tecnologia da UEA.....	36
Figura 7 – Um dos bebedouros da Escola Superior de Tecnologia da UEA investigados nesse estudo.....	37
Figura 8 – Coleta de Informações dos Bebedouros.....	38
Figura 9 – Preparo dos Sacos de Coleta.....	39
Figura 10 – Amostra de Água Coletada.....	40
Figura 11 – Sacos de Plástico com o Material Coletado.....	40
Figura 12 – Meio Colilert utilizado para as Análises Microbiológicas.....	41
Figura 13 – PHmetro utilizado nas análises.....	42
Figura 14 - Espectrofotômetro utilizado nas análises de cloro residual livre, nitrato e ferro total.....	42
Figura 15 – Localização dos bebedouros dentro do <i>Campus</i> da Escola Superior de Tecnologia da UEA.....	47
Figura 16 – Resultados médios das Análises de pH nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.....	50
Figura 17 – Resultados médios das Análises de Cloro Residual Livre nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.....	52
Figura 18 – Resultados médios das Análises de Nitrato nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.....	54
Figura 19 – Resultados médios das Análises de Ferro Total nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.....	56
Figura 20 – Resultados médios das Análises de Turbidez nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Registro de mortes, por região, devido à dificuldade de acesso à uma água limpa e a um sistema de saneamento básico em 2000.....	17
Tabela 2 – Progresso e projeção do consumo total mundial anual de água.....	18
Tabela 3 – Relação da disponibilidade de água interna de países e regiões selecionadas em m ³ , por pessoa, por ano.....	20
Tabela 4 – Regiões Hidrográficas e suas Constituições Hídricas.....	25
Tabela 5 – Características das águas da RH Amazônica.....	27
Tabela 6 – Alguns termos e suas definições da Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.....	30
Tabela 7 – Características de cada bebedouro encontrado nas áreas comuns das EST/UEA.....	37
Tabela 8 – Informações sobre os bebedouros da Escola Superior de Tecnologia da UEA.....	46
Tabela 9 – Verificação da presença de Coliformes Totais nos bebedouros da EST.....	48
Tabela 10 – Verificação da presença de <i>Escherichia coli</i> nos bebedouros da EST.....	49
Tabela 11 – Resultados das Análises de Potencial Hidrogeniônico (pH) nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.....	50
Tabela 12 – Resultados das Análises de Cloro Residual Livre nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.....	52
Tabela 13 – Resultados das Análises de Nitrato nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.....	54
Tabela 14 – Resultados das Análises de Ferro Total nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.....	55
Tabela 15 – Resultados das Análises de Turbidez nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.....	57

LISTAS DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AM	Amazonas
ANA	Agência Nacional de Águas
CDC	Centro de Convivência
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CPRM	Companhia de Recursos Minerais
CT	Coliformes Totais
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
Eng.	Engenharia
EST	Escola Superior de Tecnologia
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NTU	Unidade Nefelométrica de Turbidez
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
Próx.	Próximo
RH	Região Hidrográfica
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SUS	Sistema Único de Saúde
UEA	Universidade do Estado do Amazonas
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
VMP	Valor Máximo Permitido
µm	Micrômetro
uT	Unidade de Turbidez

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 ÁGUA.....	16
2.2 ÁGUA NO PLANETA.....	17
2.3 ÁGUA NO BRASIL.....	21
2.3.1 Divisão Hidrográfica do Brasil	23
2.3.2 Região Hidrográfica Amazônica	26
2.3.3. Aquífero Alter do Chão	27
2.4 DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA.....	28
2.5 LEGISLAÇÃO.....	29
2.5.1 Definições da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde	30
2.6 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	31
2.6.1 Parâmetro Físico	31
2.6.2 Parâmetros Químicos	32
2.6.2 Parâmetros Microbiológicos	34
3 MATERIAIS E MÉTODOS	36
3.1 IDENTIFICAÇÃO E LEVANTAMENTO DO NÚMERO DE BEBEDOUROS.....	36
3.2 COLETA DAS AMOSTRAS.....	38
3.2.1 Preparo dos Bebedouros e Frascos de Coleta	38
3.2.2 Coleta da Água	39
3.3 ANÁLISE DO MATERIAL COLETADO.....	41
3.3.1 Análises Microbiológicas	41
3.3.2 Análises Químicas	41
3.3.3 Análises Físicas	44
3.4 COMPARAÇÃO COM A PORTARIA Nº 2.914/2011 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE.....	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1 QUANTIDADE, FUNCIONAMENTO E LOCALIZAÇÃO DOS BEBEDOUROS DA ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA UEA.....	46
4.2 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS.....	47
4.2.1 Coliformes Totais	47
4.2.2 <i>Escherichia Coli</i>	49

4.3 PARÂMETROS QUÍMICOS.....	49
4.3.1 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	50
4.3.2 Cloro Residual Livre.....	51
4.3.3 Nitrato.....	53
4.3.4 Ferro Total.....	55
4.4 PARÂMETRO FÍSICO.....	57
4.4.1 Turbidez.....	57
5 CONCLUSÃO.....	60
6 PERSPECTIVAS.....	61
REFERÊNCIAS.....	62

1 INTRODUÇÃO

Vista como um dos mais importantes nutrientes para a sobrevivência humana, a água constitui grande parte do corpo humano, variando de 60 a 70%. Está presente em todas as reações químicas do corpo e não há conhecimento de outro elemento que seja capaz de substituí-la. Um ser humano adulto ingere diariamente em média mais de dois litros de água, o que justifica a facilidade com que parasitas alcancem e se fortaleçam no organismo humano, quando aliado a outros fatores que proporcionem a sobrevivência e a proliferação. (RIEDEL, 2005; TELLES, 2013)

Ao mesmo tempo em que a água é uma substância essencial para a manutenção da vida, esta pode também ser o vilão à saúde, tendo em vista que, quando não é tratada pode propagar diversas doenças, comportando-se literalmente como o veículo do agente infeccioso ou pela presença inadequada de algumas substâncias químicas que se fazem presente nesta, como o caso de metais pesados, pesticidas e outros. (TRINDADE; SÁ-OLIVEIRA; SILVA, 2015)

De acordo com a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) em um estudo divulgado em 2017, de três em cada 10 pessoas no mundo não possui acesso a água potável, colocando todas as pessoas - em especial, as crianças - em posição vulnerável para adquirir doenças, como a diarreia. A cada ano segundo a OPAS, 361 mil crianças menores de cinco anos morrem devido à diarreia. Outro fator é o saneamento deficiente, que junto com a água contaminada são responsáveis ainda pela transmissão de doenças como a cólera, hepatite A, a febre tifoide e outras patologias.

No Brasil apesar do decréscimo de internações e mortes causadas pela falta de saneamento e acesso a água de qualidade, a situação ainda é preocupante. No ano de 2013 foram registradas mais de 340 mil internações por causas de doenças veiculadas a água, o que de acordo com o SUS gerou uma despesa de R\$ 140 milhões a União. Assim, mesmo com a redução ao passar dos anos, em 2017 foram 263,4 mil internações o que resultou em um custo de R\$ 100 milhões. (AGÊNCIA BRASIL, 2018; TRATA BRASIL, 2013)

O acesso a uma água de qualidade faz toda a diferença para distanciar estas doenças que acabam comprometendo a saúde dos seres humanos. (TRATA BRASIL, 2013)

No Brasil, órgãos e instituições tem a preocupação quanto à qualidade da água que é distribuída para o consumo humano. Assim, a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, estabelece padrões e normas que tem relação com o controle e a vigilância da água que é consumida pela população, de maneira que a água disponibilizada atenda normas de potabilidade e seja de qualidade. (BRASIL, 2011)

As Universidades são espaços onde apresentam grande concentração de jovens e adultos e que passam grande parte do seu dia nestes ambientes. Na Escola Superior de Tecnologia da UEA, por conta da longa estadia no campus, a necessidade da ingestão da água é suprida pelos bebedouros que são distribuídos na área da instituição.

Conforme Araújo, Baraúna e Meneses (2009), os bebedouros apresentam contaminação direta por meio da água, ou ainda indireta por conta do contato com o aparelho, devido a utilização por um grande número de pessoas com costumes de higiene desconhecido.

Assim, o presente trabalho se justifica pela necessidade de se conhecer a qualidade da água que é disponibilizada para a população acadêmica, de maneira a identificar se esta cumpre com o que estabelece a Legislação do Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº 2.914/2011.

Neste contexto, buscando garantir uma água potável, livre de microrganismos e substâncias prejudiciais à saúde, o trabalho tem como objetivo geral avaliar a qualidade da água que é destinada para consumo humano nos bebedouros da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas - UEA e como objetivos específicos:

- Caracterizar a água consumida na Escola Superior de Tecnologia através da determinação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos;
- Comparar os resultados encontrados, com os padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ÁGUA

Ocupando um lugar específico entre os recursos naturais, a água é o constituinte inorgânico mais abundante da superfície do planeta e representa aproximadamente 75% da superfície da Terra. Entretanto, apesar de ser disponível em diferentes quantidades e em diferentes lugares, nada a substitui. Tem papel fundamental no ambiente e na vida humana, pois sem ela não existe vida. (DONADIO; GALBIATTI; PAULA, 2005; LIBÂNIO, 2008)

A Agência Nacional de Águas – ANA estima que da água existente no mundo 97,5% é salgada, sendo inadequada para consumo direto, bem como para atividades como a irrigação. Os 2,5% restantes são de água doce, sendo sua maior parte, cerca de 69% concentrada nas geleiras e assim de difícil acesso, 30% pertencem a água armazenada em aquíferos (águas subterrâneas) e o restante 1% é encontrado nos rios. (ANA, 2019a)

Segundo Wachinski (2013) a água apresenta significativo valor no planeta, pois não apenas o ser humano necessita desse recurso, e sim toda a biodiversidade do planeta. No corpo humano, cerca de 70% da massa corporal é composta de água, sendo um recurso natural importante para a alimentação e ainda para certas atividades econômicas, como é o caso da irrigação.

Silva (2011) apud Wachinski (2013) diz que a água potável é hoje imprescindível e essencial para que haja vida sobre a face da Terra, sendo muito mais que um recurso, um bem ou ainda uma mercadoria, é um Direito humano de primeira ordem.

Com isso, os recursos hídricos representam um papel de destaque, sendo base de desenvolvimento de aglomerados urbanos, constituintes de grande parte das atividades do homem e ainda por terem relação com os meios de descarte dos dejetos destas atividades. Por ser um dos recursos essenciais à manutenção da vida na Terra, a água ganha prestígio, fazendo com que haja o desenvolvimento de programas que evitem a degradação de reservas hídricas e que estimulem a inovação tecnológica e científica para o gerenciamento desse recursos de forma que as futuras gerações possam utilizar estes. (GALÚCIO, 2012)

Telles (2013) pressupõe que a falta de água potável atinge mais de 1 bilhão de pessoas e que em torno do ano de 2050, esse número chegará a 4 bilhões mostrando que o planeta caminha de forma acelerada para permanecer sem quantidade e qualidade de água.

No início do século XXI, organizações reconhecidas realizaram levantamentos e identificaram que uma enorme quantidade de pessoas no planeta morre devido às condições precárias no atendimento das necessidades mínimas de água e saneamento básico. (TELLES, 2013) Na Tabela 1, é apresentado dados que ilustram essa realidade.

Tabela 1 – Registro de mortes, por região, devido à dificuldade de acesso à uma água limpa e a um sistema de saneamento básico em 2000.

Região	Número de mortes
Sudoeste asiático	699.000
África	608.000
Mediterrâneo Oriental	270.000
Pacífico Ocidental	77.000
Américas	55.000
Demais	15.000

Fonte: Telles (2013).

2.2 ÁGUA NO PLANETA

Sendo um bem natural onde sua falta ocasiona a não existência de vida, a água é um elemento universal e de direito de todos, não apresenta cor, cheiro e nem sabor. Para alguns é fonte de inspiração, para outros como é o caso de índios e sacerdotes é sinônimo de purificação e renovação da alma. Sendo ainda, um material de valor econômico que gera o desenvolvimento e o crescimento de um povo. (WFF-Brasil, 2006)

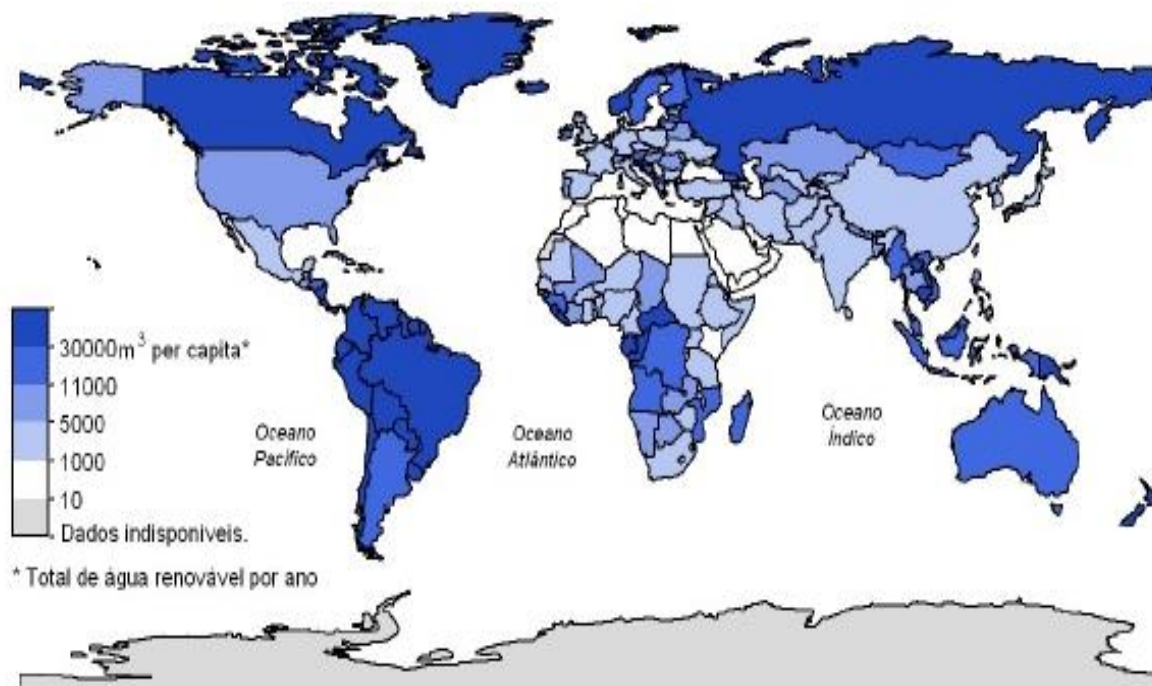
Sendo cerca de 97,5% de água salgada e o restante (2,5%) de água doce, o volume de água no planeta atinge 1.386 milhões de km³, onde tal valor permanece constante durante os últimos 500 milhões de anos. A quantidade de água no planeta é fixa, não aumenta nem reduz apenas a qualidade que piora de maneira considerável. (TELLES, 2013)

O volume de água na Terra possibilita a manifestação de diversas formas de vida, com isso é necessário cautela no uso deste recurso. Devido ao desenvolvimento desenfreado da sociedade com o consumo capitalista, é possível que não haja quantidade suficiente para acompanhar o desenvolvimento. (RIBEIRO, 2008)

Ainda para Ribeiro (2008), se faz necessário um estudo sobre a distribuição política dos recursos hídricos, tendo em vista, o caminho que está sendo traçado rumo à escassez de recursos naturais.

Quanto a questão da água mundial, esse recurso não se limita nas fronteiras políticas dos países. De acordo com a Agência Nacional de Água – ANA, o Brasil por exemplo, compartilha cerca de 82 rios com países vizinhos, das quais inclui bacias como a do Amazonas e do Prata, além de compartilhar ainda sistemas de aquíferos como é o caso do Guarani e do Amazonas. (ANA, 2019a) Na Figura 1 é ilustrada a distribuição per capita de água no mundo.

Figura 1 – A distribuição *per capita* de água no mundo.



Fonte: Ribeiro (2008).

Segundo Telles (2013) do ano de 1900 até 1995 houve um crescimento no consumo de água de seis vezes, sendo os países em desenvolvimento os principais responsáveis pelo avanço, devido ao aumento da população. Segundo o autor, as Nações Unidas preveem que apenas no final do século XXI o crescimento da população se estabilizará. Diante desse cenário, haverá cada vez mais indivíduos e menos quantidade de água.

A Tabela 2 apresenta o progresso e projeção do consumo de água para o ano de 2025. Por meio da tabela é perceptível a grande quantidade de água que será consumida.

Tabela 2 – Progresso e projeção do consumo total mundial anual de água.

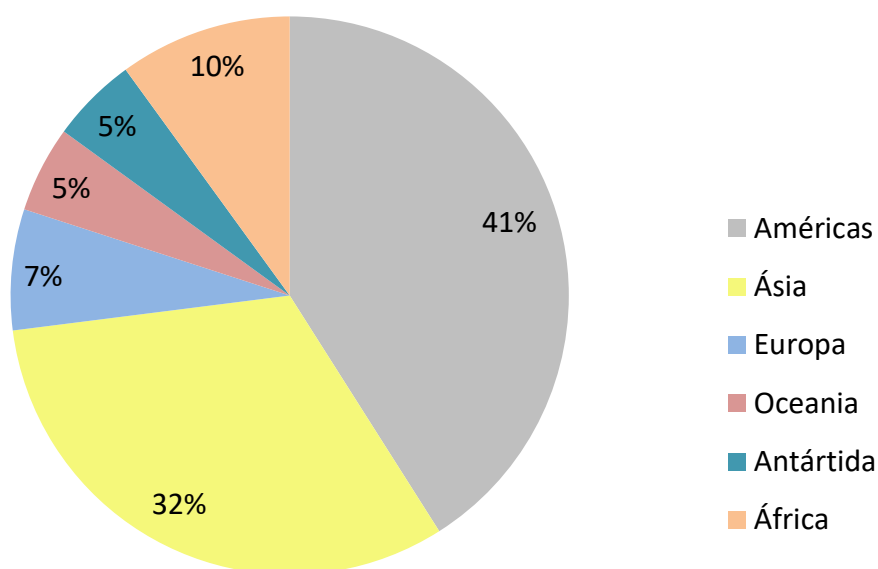
Ano	Consumo (km ³)
1900	579
1950	1.382
2000	3.973
2025 (projeção)	5.235

Fonte: Telles (2013).

Para Feijóo (2012), a ligação da disponibilidade com a quantidade de consumidores é desproporcional, o que faz com que haja disputa por sua obtenção causando diversos

problemas. Prova deste cenário de desproporcionalidade é observado no continente africano, onde tem uma população com cerca de 1,2 bilhões de habitantes possuindo apenas 10% das reservas hídricas do planeta, enquanto que em outros lugares, como o Brasil, possui sozinho 12% das reservas hídricas do mundo, tendo uma população com cerca de 212 milhões de pessoas. (THAME, 2004; POPULATION PYRAMID, 2018) Na Figura 2 é apresentada a distribuição de água doce nos continentes.

Figura 2 – Distribuição de Água Doce no Planeta (%).



Fonte: Adaptado de Feijóo (2012).

Para Telles (2013), a distribuição de água tem influência dos tipos de ecossistemas, onde dependendo das características do ecossistema que compõem determinada região, esse território tende ou não a ter maior disponibilidade de água.

Dados do Fundo das Nações Unidas para a infância (UNICEF) e da Organização Mundial da Saúde (OMS) revelam que quase metade da população não tem acesso a saneamento básico. Assim, acredita-se que em 2050 mais de 45% da população viverá em lugares onde não se terá acesso a cota mínima diária de 50 litros de água por pessoa. Mesmo os países que dispõem de grande quantidade de recursos hídricos, não estão isentos da ameaça de uma crise. A disponibilidade de água não é uniforme, sem contar que em alguns locais as reservas de água estão diminuindo, por conta do aumento do consumo, desperdício, poluição de águas subterrâneas e superficiais. (MMA, 2005) Na Tabela 3 é apresentada as disponibilidades hídricas em países e regiões selecionadas no ano de 2000.

Tabela 3 – Relação da disponibilidade de água interna de países e regiões selecionadas em m³, por pessoa, por ano.

Disponibilidade (m ³ por pessoa por ano)	Situação	Países/Regiões
Menos de 1.000	Escassez de água	Norte da África Oriente Médio Bangladesh Índia
1.000 – 1.699	Água no limite	África do Sul Zimbábue Sudão
1.700 – 2.999	Insuficiência de água	Oeste da Europa Nigéria China Turquia Irã Países da África Central
3.000 – 3.999	Suficiência relativa	Estados Unidos Argentina México Países do Sul da África Cuba
10.000 ou mais	Abundância	América do Sul Canadá Austrália Nova Zelândia Rússia Portugal

Fonte: Adaptado de Telles (2013).

O consumo de água ao redor do mundo é muito variável, pois além da disponibilidade do local, tem relação com o nível de desenvolvimento do país e com a renda da população. Para atender as necessidades básicas de uma pessoa (beber, tomar banho, escovar os dentes, lavar as mãos, cozinhar) é necessário pelo menos 40 litros de água por dia. Entretanto, segundo dados da ONU, essa não é a realidade. Um europeu onde a disponibilidade hídrica do seu país é cerca de 8% da água doce do mundo, tem um consumo médio de 150 litros de água diariamente, e já um indiano tem um consumo médio de 25 litros por dia. (MMA, 2005)

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2005) se o ritmo de crescimento demográfico continuar e não for estabelecido um consumo sustentável de água,

em meados de 2025 o consumo humano poderá chegar a 90% de maneira a restar apenas 10% para os outros seres do planeta.

De acordo com Thame (2004), a grande disponibilidade de água em território brasileiro já havia sido reconhecida por Pero Vaz de Caminha, quando reporta ao rei de Portugal em sua carta sobre o descobrimento do Brasil, no ano de 1500. “Águas são muitas; infindas. E em tal maneira é graciosa que, querendo-a aproveitar, dár-se-á nela tudo, por bem das águas que tem”. (ÁGUAS, 1997)

Detendo 47,7% do território da América do Sul e ocupando o 5º lugar tanto em extensão territorial quanto em população, o Brasil é um dos países que apresenta grande disponibilidade de água, sendo o aquífero Alter do Chão, um dos corpos hídricos que mais influencia nesse cenário, sendo um dos mais importantes para o Brasil, classificado como aquífero poroso muito produtivo, fazendo com que essa riqueza hídrica coloque o Brasil em atenção quando aos recursos hídricos mundiais. (FEIJÓO, 2012; GONÇALES; MIRANDA, 2014)

2.3 ÁGUA NO BRASIL

De acordo com a ANA (2019b), o Brasil apresenta uma boa quantidade de água. Acredita-se que da disponibilidade de água doce no planeta, 12% é encontrada em território Brasileiro. Entretanto, essa vasta disponibilidade de água não apresenta uma distribuição equilibrada. É o caso da Região Norte, que detém cerca de 80% da quantidade de água disponível no Brasil e sua população representa apenas 5% da população nacional. Enquanto que as regiões próximas ao Oceano Atlântico representam mais de 45% da população e tem apenas 3% dos recursos hídricos do país.

Segundo Rebouças, Braga e Tundisi (2006), devido a vasta diversidade de clima, onde predomina o tropical e o subtropical úmido, o Brasil apresenta boas quantidades de chuvas, o que aliado a condições geológicas boas, faz com que haja excedentes hídricos que sustentam os cursos de água do país. A abundância de chuvas atinge mais de 90% do território nacional, cerca de 1.000 a 3.000 milímetros por ano.

O Brasil apresenta cerca de 12% da produção de água doce do mundo, o que corresponde a uma vazão de 1.488.000 m³/s e é responsável por 53% da produção sul-americana, girando em torno de 334.000 m³/s. (TELLES, 2013)

Em termos de distribuição per capita, o Brasil tem uma vazão média em torno de 33 mil metros cúbicos por habitante por ano, um volume muito superior ao piso estabelecido pela Organização das Nações Unidas – ONU que é de 1.700 m³/hab/ano. (ANDREOLI et al., 2013)

Para Telles (2013) e Andreoli e colaboradores (2013) esses valores relativamente altos, cerca de 19 vezes superior ao estabelecido pela ONU, levou os brasileiros a cultura da abundância e do desperdício de água. O desperdício chega a 50%, sendo um dos maiores índices do planeta, além disso, parte dos rios e mananciais apresenta contaminação tornando a água imprópria para uso.

O crescente consumo humano, aliado a industrialização e perdas de grandes volumes, bem como o avanço da agricultura ocasiona divergências no gerenciamento dos recursos hídricos no país. Somado a isso, temos a agricultura irrigada que é responsável por cerca de 56% do consumo total de água nacional e a geração hidráulica de energia elétrica que também necessita da água disponível para sua produção. (HELLER; PÁDUA, 2010)

Andreoli e colaboradores (2013) relatam ainda que parte da água deixou de ser um recurso natural renovável, especialmente nas regiões mais povoadas, por conta da urbanização, da industrialização e da produção agrícola. Com isso, tem-se que o volume de água no país esteja reduzindo aceleradamente.

No Brasil embora a grande disponibilidade de água existente, algumas regiões apresentam falta desse recurso, a ponto desse ser um bem limitado às necessidades do homem. De maneira geral, a falta de água apresenta-se pontual em áreas que tiveram seu crescimento de forma desordenada, de maneira que houvesse a degradação das águas existentes, resultado da projeção incorreta de esgoto residencial, despejo de resíduos industriais, uso de agrotóxicos e outros poluentes. (MOITA; CUIDO, 1991)

A distribuição de água no Brasil não é uniforme.

Em termos internos e relativos às respectivas populações, a região hidrográfica do Amazonas dispõe de 73% dos recursos hídricos para apenas 4% da população do país, uma abundância predominante. Por outro lado, a região hidrográfica do Paraná, com 32% da população, dispõe de apenas 6%, e a região Costeira do Nordeste Oriental, com 20% da população conta com apenas 2% da água. (TELLES, 2013, p.44)

A água não encontra-se definida às fronteiras políticas dos países, visto que, grande parte da superfície da Terra é conformada por bacias hidrográficas de rios divididos por dois ou mais países. O Brasil divide em torno de 82 rios com países adjacentes, onde inclui importantes bacias como a do Amazonas e a do Prata, e ainda sistemas de aquíferos como o Guarani e o Amazonas. (ANA, 2019a)

2.3.1 Divisão Hidrográfica do Brasil

Com a vasta extensão do território brasileiro e sua grande disponibilidade de água foi necessária a divisão dessas regiões para que houvesse um melhor planejamento dos recursos hídricos do país. Com isso surgiu o conceito de Região Hidrográfica. (IBGE, 2016)

Uma região hidrográfica pode ser definida como sendo um espaço de território formado por uma bacia, um grupo de bacias ou ainda sub-bacias hidrográficas próximas que apresentam características naturais, sociais e econômicas similares, objetivando o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos. (CNRH, 2003)

A Divisão Hidrográfica Nacional foi instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH por meio da Resolução nº32, de 15 de outubro de 2003, com objetivo de um gerenciamento dos recursos hídricos para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, bem como tem o dever de realizar a implantação de uma base de dados referenciada por bacia, em âmbito nacional, de maneira a integrar informações dos recursos hídricos. (CNRH, 2003)

A Resolução nº32, de 15 de outubro de 2003 prevê ainda nos termos dos Anexos I e II a orientação, fundamentação e implementação do Plano Nacional de Recursos Hídricos. (CNRH, 2003)

O CNRH estabeleceu assim 12 Regiões Hidrográficas Brasileiras, que são ilustradas na Figura 3. (IBGE, 2016)

Figura 3 – Divisão Hidrográfica do Brasil.

As 12 Regiões Hidrográficas Brasileiras

■ Amazônica	■ Atlântico Leste
■ Tocantins-Araguaia	■ Atlântico Sudeste
■ Atlântico NE Ocidental	■ Paraná
■ Parnaíba	■ Paraguai
■ Atlântico NE Oriental	■ Uruguai
■ São Francisco	■ Atlântico Sul



Fonte: ANA, (2019c).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2016), nenhum outro recurso natural é capaz de oferecer tantas utilidades socioeconômicas como a água, seja para abastecimento doméstico, nas indústrias, como matéria-prima para atividades agrícolas, geração de energia, irrigação entre outros usos, então daí a importância de um gerenciamento eficiente dos recursos hídricos, por meio da divisão das regiões hidrográficas.

O estudo das bacias hidrográficas se faz necessário pela necessidade da melhor gestão dos recursos hídricos, pois abrangem aspectos físicos, ambientais e sociais, que possibilitam a compreensão de dados como a demanda, a disponibilidade, gestão e democratização das águas, onde estas representam pontos frequentemente debatidos nos dias de hoje. (MATOS; ROCHA; OLIVEIRA, 2018)

De acordo com Garcez e Alvarez (1988), para compreensão desses aspectos deve-se considerar características da bacia hidrográfica, a topografia da região, atributos fluviomorfológicos, geológicos, a vegetação, atributos térmicos e ainda hidrológicos.

A bacia hidrográfica além de ser um elemento de cunho natural, tem influência da configuração de outros fatores, como é o caso do âmbito social. Mais que uma região de drenagem com um rio e seus afluentes, está condicionada tanto a sociedade quanto a economia, de maneira que se configura como elemento definitivo para a política de administração e oferta da água entre esferas que fazem a utilização desta. (OLIVEIRA, 2012)

2.3.1.1 Gestão das Bacias Hidrográficas

Tendo início por volta dos anos 90, a gestão dos recursos hídricos quando os Princípios de Dublin foram acordados na reunião preparatória à Rio – 92, onde diz que a gestão dos recursos hídricos pode ser efetiva, integrada, considerar todos aspectos (físicos, sociais e econômicos). Assim foi sugerido que esta gestão esteja sempre baseada nas bacias hidrográficas. (PORTO; LA LAINA, 2008)

Porto e La Laina (2008) relata que hoje no Brasil, os recursos hídricos tem sua gestão organizada por bacias hidrográficas, seja em corpos hídricos com responsabilidade da União ou dos Estados, o que ainda requer muito esforço, tendo em vista que, exigem uma gestão compartilhada com a administração pública, órgãos de saneamento, instituições relacionadas as atividades agrícolas, a gestão ambiental entre outras. A constituição de cada região hidrográfica, tendo como base a Resolução n° 32, de 15 de outubro de 2003 é descrita na Tabela 4.

Tabela 4 – Regiões Hidrográficas e suas Constituições Hídricas.

REGIÃO HIDROGRÁFICA	FORMAÇÃO
Amazônica	Formada pela bacia do Rio Amazonas, pelos rios da Ilha do Marajó, além das bacias hidrográficas do Amapá que desaguam no Oceano Atlântico.
Tocantins-Araguaia	Constituída pela bacia hidrográfica do Rio Tocantins até sua foz no Oceano Atlântico
Atlântico Nordeste Ocidental	Rios que deságuam no Atlântico – trecho Nordeste, com limite a oeste pelo Tocantins-Araguaia e a leste pelo Parnaíba.
Parnaíba	Formada pela bacia hidrográfica do Rio Parnaíba.
Atlântico Nordeste Oriental	Rios que deságuam no Atlântico – trecho Nordeste, com limite a oeste pelo Parnaíba e ao sul pela região do São Francisco.
São Francisco	Composta pela bacia do Rio São Francisco
Atlântico Leste	Rios que deságuam no Atlântico – trecho Leste, com limite ao norte e oeste pelo São Francisco e ao sul pelos rios Jequitinhonha, Mucuri e São Mateus.
Paraná	Formada pela bacia hidrográfica do Rio Paraná, encontrada em território brasileiro.
Atlântico Sudeste	Rios que deságuam no Atlântico – trecho Sudeste, com limite ao norte pela bacia do Rio Doce, a oeste pelo São Francisco e Paraná e ao sul pelo Rio Ribeira.
Paraguai	Composta pela bacia hidrográfica do Rio Paraguai, situada em território nacional.
Uruguai	Bacia do Rio Uruguai, encontrada em território brasileiro, com limites ao norte pela Região do Paraná, a oeste pela Argentina e no sul pelo Uruguai.
Atlântico Sul	Rios que deságuam no Atlântico – trecho Sul, com limite ao norte pelas bacias dos Rios Ipiranguinha, Irirí-Mirim, Candapuí, Serra Negra, Tabagaça e Cachoeira, a oeste pelas Regiões do Paraná e Uruguai, e ao sul pelo Uruguai.

2.3.2 Região Hidrográfica Amazônica

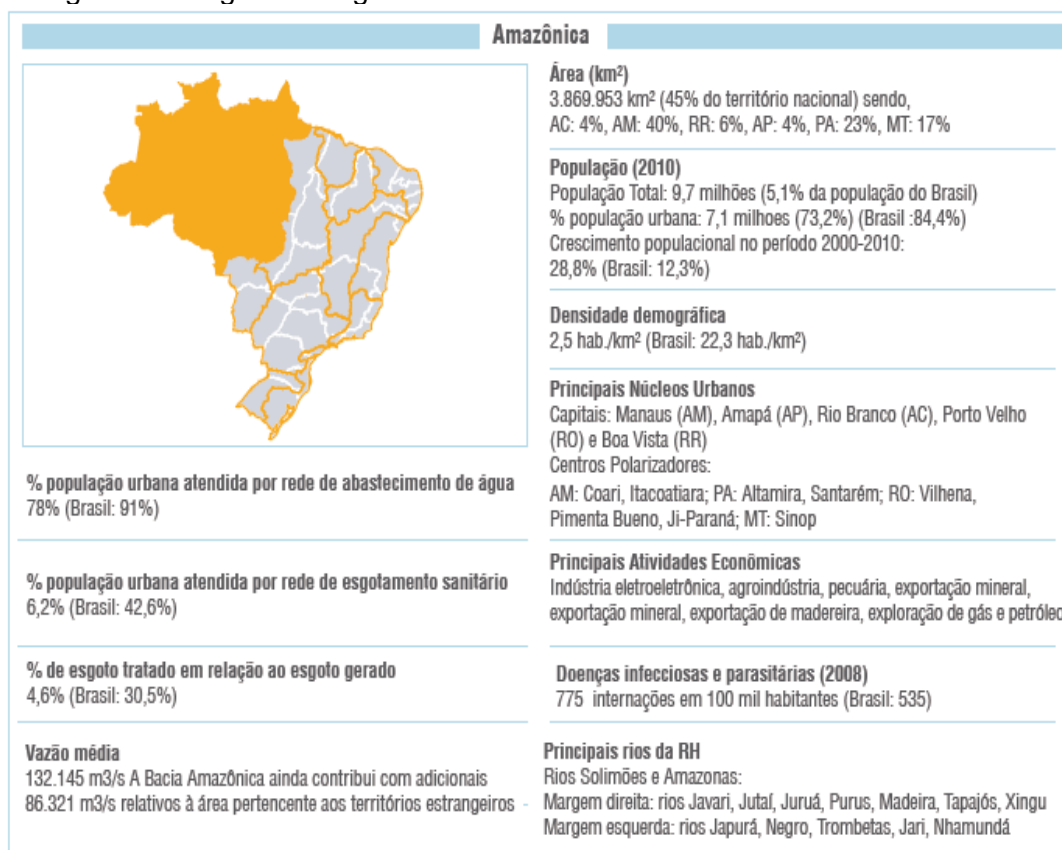
Ocupando 45% do território brasileiro, a Região Hidrográfica Amazônica (RH Amazônica) compreende 7 Estados, sendo eles Amapá, Amazonas, Roraima, Rondônia, Acre, Pará e Mato Grosso. É uma região formada por uma grande rede de rios com demasiada fartura de água. A região tem uma população relativa baixa, 10 vezes menor que a média nacional, porém abriga 81% da disponibilidade de águas superficiais do Brasil. (ANA, 2019c)

A RH Amazônica compõe uma parcela do Rio Amazonas que, fora o território nacional, integra-se uma área de 2,2 milhões de km² em território mundial, sendo parte de países como Peru, Bolívia, Venezuela, Equador, Colômbia e Guiana, fazendo com que a gestão dos recursos hídricos seja um tema ainda mais complexo. (ANA, 2012)

Em relação à condição natural das águas da RH Amazônica está é definida basicamente pela geologia e vegetação, onde determinam as características físicas e químicas e a cor que constituem em certa região, nesse caso divididas em águas brancas, claras e pretas. (SIOLI, 1983)

Na Figura 4, são apresentadas algumas informações a respeito da Região Hidrográfica Amazônica.

Figura 4 – Região Hidrográfica Amazônica.



Fonte: Adaptado de ANA (2012).

As águas da região têm características distintas. Na Tabela 5, estão descritas alguns destes aspectos, de acordo com a Agência Nacional de Águas. (ANA, 2012)

Tabela 5 – Características das águas da RH Amazônica.

RIOS	CARACTERÍSTICAS
De águas brancas	Apresentam elevada turbidez, riqueza em nutrientes, íons dissolvidos e sedimentos, além de um pH mais básico. Tais características são produtos da erosão. São exemplos os rios Solimões, Madeira, Juruá e Purus.
De águas pretas	A coloração escura é devido a presença de substâncias orgânicas dissolvidas, apresentam pH ácido, baixa carga de sedimentos e baixa concentração de cálcio e magnésio. Principal exemplo é o Rio Negro.

Fonte: Adaptado de ANA (2012).

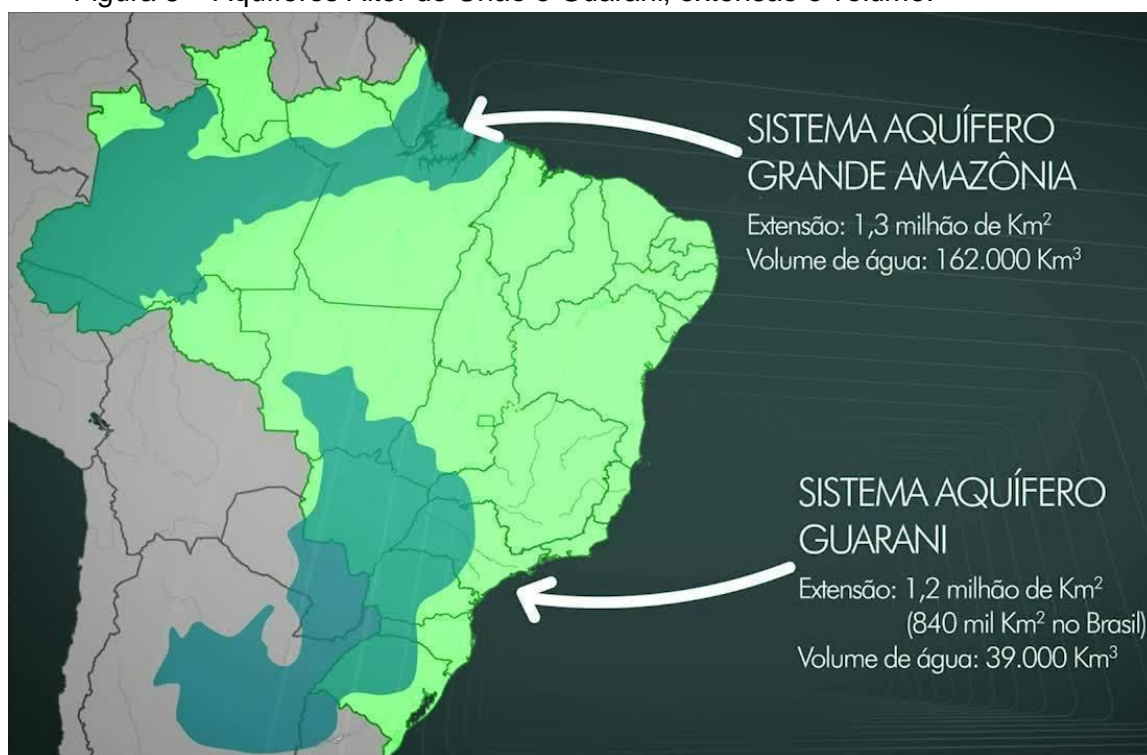
2.3.3 Aquífero Alter do Chão

O aquífero Alter do Chão representado pela formação Alter do Chão se estende das bacias sedimentares do Solimões e do Amazonas. Abrange os estados do Amazonas, do Pará e Amapá, sendo o principal reservatório de águas subterrâneas da Bacia do Amazonas, e um dos aquíferos mais importantes para o Brasil. Sua vazão chega a atingir valores superiores a 50 m³/h. Geralmente apresenta águas de boas qualidades químicas, com baixo teor de sais dissolvidos entre 10mg/L e 25 mg/L, e um valor de pH levemente ácido, variando de 4,5 até 5,5. (GONÇALES; MIRANDA, 2014)

De acordo com a Agência Nacional de Águas – ANA o Aquífero Alter do Chão é o maior reservatório de água subterrânea do planeta. Com exceção das geleiras, a ANA afirma que um quinto da água doce do mundo está na Amazônia, onde debaixo da terra existem lagos gigantes, de água potável. O aquífero Guarani era o maior do planeta (abrange Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai), entretanto, a recente descoberta coloca o Aquífero Alter do Chão como sendo o maior. (ANA, 2019d)

Ainda, segundo a Agência Nacional de Águas, o Aquífero Guarani apresenta-se grande parte debaixo de rochas. Já o Alter do Chão em terreno arenoso, fazendo com que quando caia chuva, esta penetre com mais facilidade o solo. Atuando a areia como um filtro natural. Assim a água do reservatório natural sai limpa e própria para consumo, em alguns casos. O aquífero Alter do Chão na cidade de Manaus chega a abastecer 40% da população. Em meio a toda problemática ambiental o aquífero acaba sendo um reserva estratégica. (ANA, 2019d) A Figura 5 apresenta os Aquíferos Alter do Chão e Guarani.

Figura 5 – Aquíferos Alter do Chão e Guarani, extensão e volume.



Fonte: G1 (2019).

Em estudos da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, estimou-se que o Sistema Aquífero Alter do Chão sob a cidade de Manaus armazena uma quantidade de aproximadamente 10 km³, que renova-se de maneira constante, devido ao grande índice pluviométrico que tem a região. (AGUIAR, et.al, 2014)

2.4 DOENÇAS DE VEÍCULAÇÃO HÍDRICA

Populações sem água tratada e que não tem acesso a saneamento ambiental são passíveis de adquirir doenças e apresentar uma má qualidade de vida. Os problemas mais graves geralmente atingem as pessoas mais carentes, e são a ingestão de água contaminada, falta de acesso ao saneamento ambiental e as condições de higiene inadequadas. (WFF, 2006)

A contaminação das águas é um fator que pode comprometer a saúde, principalmente em regiões onde há o déficit de um saneamento adequado, tendo em vista, que a água é um meio de propagação de agentes como vírus, bactérias e ainda de parasitas. (NISHI et al., 2012) A contaminação de doenças pela água é possível de diversas maneiras, principalmente pela ingestão de água e alimentos contaminados. (TELLES, 2013)

Segundo Bicudo, Tundisi e Scheuentuhl (2010), cerca de 10% das doenças é advinda da má qualidade da água e da deficiência na disposição dos resíduos. A deficiência do

esgotamento sanitário é responsável ainda por quase 90% dos episódios de doenças como a diarreia (que ocasionam milhares de mortes em crianças menores de cinco anos).

Conforme estudo do Ministério da Saúde feito por meio do Trata Brasil, no ano de 2013 mais de 340 mil internações por infecções gastrointestinais foram notificadas. O gasto do Sistema Único de Saúde – SUS com internações por conta da diarreia foi de R\$ 140 milhões, onde cerca de 2.135 pessoas morreram devido as infecções gastrointestinais. (TRATA BRASIL, 2013)

As principais doenças são patologias gastrointestinais como a disenteria, hepatite A, giardíase, e ainda infecções epidêmicas como a cólera e a febre tifoide. Estas geram grandes custos para a saúde pública do país. (TELLES, 2013)

É direito de todos o consumo de água potável e saudável, cabendo aos órgãos governamentais fiscalizadores e também a sociedade estas obrigações, de maneira que as soluções visem assegurar condições necessárias para que todos possam usufruir de uma melhor qualidade, distribuição e consumo de água. (CASALI, 2008)

2.5 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

De acordo com a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 que institui o Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH, no Art. 1º tem em seus fundamentos a água como sendo um bem de domínio público, sendo um recurso natural limitado e dotado de valor econômico, e ainda em situações de escassez está sendo de uso prioritário para consumo humano. Assim, no Art.2º um de seus fundamentos é justamente assegurar disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. Com isso a água destinada para consumo humano requer uma certa atenção e que sejam obedecidos padrões que a Legislação Brasileira determina. (BRASIL, 1997)

A água distribuída para consumo humano deve cumprir certos parâmetros, caso não seja obedecido, este líquido não é apropriado para ser ingerido. A preocupação com a qualidade da água consumida vem ao longo dos tempos, na década de 1980, por exemplo, a ONU decretou como a década Internacional do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, isso por conta dos numerosos estudos que foram realizados, a fim de avaliar a qualidade da água consumida. (HELLER; PÁDUA, 2010)

Com isso, foi estabelecida a Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, onde é disposto todos os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água que é disponível para consumo dos seres humanos e a sua potabilidade. Assim, determina que a água disponível e destinada para consumo tem que cumprir com os padrões de água potável e que esta está sujeita a vigilância. É possível encontrar ainda nesta portaria o Valor

Máximo Permitido (VMP) de cada parâmetro que é avaliado para determinar a qualidade da água. (BRASIL, 2011)

2.5.1 Definições da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde

Responsável por apresentar os valores máximos permitidos dos parâmetros que determinam a qualidade da água, a portaria no Art. 5º apresenta algumas definições. (BRASIL, 2011) A Tabela 6 apresenta alguns destes termos, bem como suas respectivas definições.

Tabela 6 – Alguns termos e suas definições da Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

TERMO	DEFINIÇÃO
Água para consumo humano	Água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;
Água potável	Água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na portaria e que não ofereça riscos à saúde;
Padrão de potabilidade	Conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido na Portaria;
Padrão Organoléptico	Conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde;
Água Tratada	Água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade;
Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano	Conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição;
Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano	Conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento da Portaria, considerados os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana;
Garantia da qualidade	Procedimento de controle da qualidade para monitorar a validade dos ensaios realizados;
Recoleta	Ação de coletar nova amostra de água para consumo humano no ponto de coleta que apresentou alteração em algum parâmetro analítico;

Fonte: BRASIL (2011).

2.6 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Na água é possível encontrar variados tipos de substâncias, elementos químicos e ainda microrganismos. Entretanto, para consumo humano esta água deve ser potável, e assim sendo, tais componentes devem ter suas concentrações reduzidas de maneira que não comprometa a saúde do homem, ou até mesmo que sejam eliminados. (ARAGÃO, 2011)

Esses componentes são inspecionados perante a realização de análises físico-químicas e microbiológicas, planejadas estrategicamente em conjunto com parâmetros de qualidade, de acordo com o que é definido na legislação para padrões de potabilidade. A ação desse procedimento é probabilística, assim busca-se por meio de uma amostra definir o risco à saúde da qualidade da água. (BRASIL, 2006)

Para Heller e Pádua, (2010), os parâmetros a serem analisados tem dependência da finalidade do estudo que é desenvolvido. Como exemplo investigar a sazonalidade da qualidade da água, investigar padrões do potabilidade entre outros objetivos.

Com base no Artigo “Avaliação da qualidade da água em três Escolas Públicas da Cidade de Macapá, Amapá” de Trindade, Sá-Oliveira e Silva (2015), os parâmetros analisados serão descritos a seguir.

2.6.1 Parâmetros Físicos

Também chamados de características físicas, estes parâmetros devem ser analisados na indicação de água potável pelo fato de estimarem as propriedades organolépticas da água, sendo verificado especialmente o seu conteúdo estético. (CASTRO, 1988)

Em relação à qualidade física, a estratégia principal:

Consiste na identificação de parâmetros que representem, de forma indireta, a concentração de sólidos – em suspensão ou dissolvidos – na água. Esses parâmetros têm um duplo significado para a saúde pública. Por um lado, revelam a qualidade estética da água, cuja importância sanitária reside no entendimento de que águas com inadequado padrão estético, mesmo microbiologicamente seguro, podem conduzir os consumidores a recorrerem a fontes alternativas menos seguras. Por outro lado, águas com elevado conteúdo de sólidos comprometem a eficiência da desinfecção, ou seja, nesse caso sólidos podem se mostrar associados à presença de microrganismos. (BRASIL, 2006, p.25-26)

2.6.1.1 Turbidez

A turbidez é o parâmetro que analisa a presença de materiais que se encontram em suspensão e que reduzem a transparência da água. Esse parâmetro pode ter influência da presença de diversas partículas, como é o caso da argila, de areia, materiais resultantes do processo natural de erosão, ou da matéria de origem orgânica de resíduos residências ou de indústrias. A presença destes materiais interfere na passagem da luz através do líquido. (CASTRO, 1988)

Uma água que apresenta turbidez elevada, tem a formação de flocos pesados que decantam mais rapidamente do que a água com baixa turbidez. Assim, quanto menor a turbidez, uma maior eficiência na desinfecção. (RICHTER, 2009)

A medição da turbidez é realizada por meio da comparação de intensidade de luz dispersa de uma fotocélula da amostra, com auxílio de uma solução de referência, expressa em unidades de turbidez (uT). (CASTRO, 1988) A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, estabelece o VMP de 5,0 uT como padrão de aceitação para consumo humano. (BRASIL, 2011)

2.6.2 Parâmetros Químicos

As características químicas apresentam importante papel na determinação da potabilidade de água, pois ditam os teores de quantidade e qualidade de algumas substâncias, que embora não apresentem risco a saúde em determinados valores, devem ser determinadas para medir a perfeição ou a necessidade de processos que adequem ao que é aceito. (CASTRO, 1988)

Quanto à qualidade química esta é medida por meio da identificação do componente na água, através de análises específicas em laboratórios.

Tais componentes químicos não devem estar presentes na água acima de certas concentrações determinadas com o auxílio de estudos epidemiológicos e toxicológicos. [...] Dois importantes grupos de substâncias químicas, cada qual com origens e efeitos sobre a saúde humana específicos, são as substâncias químicas inorgânicas, como os metais pesados, e orgânicas, como os solventes. (BRASIL, 2006, P.26)

Aragão (2011) lista abaixo os principais parâmetros necessários para a determinação da avaliação da qualidade da água.

2.6.2.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Conhecido popularmente como pH, o potencial hidrogeniônico representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas, por meio da medição da quantidade de íons de hidrogênio (H^+) na água. O pH tem influência na distribuição das formas livre e ionizada de componentes químicos e ajuda na determinação de solubilidade e toxicidade de diversas substâncias. (BRASIL, 2006) Suas alterações ocorrem devido a fatores naturais ou fatores causados pelo homem. (CASTRO, 1988)

Na água, o pH é de grande importância, em especial nos processos de tratamento. A sua medição é realizada de maneira bem simples, por meio do uso do pHmetro, ou métodos calorimétricos. Nos métodos calorimétricos a determinação do pH é baseada no uso de indicadores (fita de pH). (RICHTER, 2009)

A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde recomenda que o pH seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. (BRASIL, 2011)

2.6.2.2 Cloro

Segundo Aragão (2011) o cloro era inicialmente usado na desinfecção das águas apenas em caso de epidemia. Foi a partir do século XX que sua adição passou a ser de maneira contínua.

A adição de cloro na água é devido este ser um bom desinfetante, fazendo com que, destrua em tempo razoável organismos patogênicos existentes na água; além disso não é tóxico para o homem e animais domésticos; tem custo razoável; não causa odor ou gosto à água, se usado nas dosagens corretas; e produz uma concentração residual resistente na água, fazendo com que evite recontaminações. (MEYER, 1994)

O uso do cloro na água tem por objetivo a desinfecção (destruir ou inativar organismos indesejados) e a oxidação. De maneira geral, a reatividade do cloro diminui com o aumento do pH e a velocidade de reação aumenta com o aumento da temperatura. (ARAGÃO, 2011; MEYER, 1994)

A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde determina que após a desinfecção o teor de cloro residual seja de 0,5 mg/L, e no mínimo 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. No Art. 39 da mesma Portaria é definido ainda que o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto de abastecimento seja de 2,0 mg/L. (BRASIL, 2011)

2.6.2.3 Nitrato

O nitrato é uma das formas nitrogenadas mais encontradas em águas naturais, e apresenta-se em baixos valores nas águas superficiais, de maneira que em águas

profundas alcança elevadas concentrações, como é o caso de fontes minerais, devido ser altamente lixiviante nos solos fazendo com que haja a contaminação dos corpos d'água e aquíferos subterrâneos. (ALABURDA; NISHIHARA, 1998)

O nitrato em altas concentrações tem associação com a doença de metahemoglobinemia, que dificulta o transporte de oxigênio na corrente sanguínea de bebês. Já em adultos a atividade metabólica interna impede a conversão do nitrato em nitrito, que é o agente responsável por esta doença. (SANTOS, 2017)

A Portaria do Ministério da Saúde (n° 2.914/2011) estabelece como VMP para nitrato 10 mg/L. (BRASIL, 2011)

2.6.2.4 Ferro Total

O ferro pode ser encontrado nas águas tanto em sua forma insolúvel (Fe^{3+}) quanto na forma solúvel (Fe^{2+}). Em águas subterrâneas é geralmente encontrado na forma solúvel, por conta das baixas concentrações de oxigênio dissolvido. Sua presença é originada da dissolução de compostos de rochas e solos. (LIBÂNIO, 2008)

No caso da água que é distribuída, o ferro encontrado é proveniente das tubulações, pelo fato destas serem constituídas desse material. Além de dar cor a água, este elemento afeta características organolépticas, pode provocar o surgimento de incrustações e obstruções nas canalizações, além de desenvolver ferro-bactérias (FREITAS et al., 2002)

Com esta razão, a Portaria n° 2.914/2011 do Ministério da Saúde determina o VMP para o ferro de 0,3 mg/L. (BRASIL, 2011)

2.6.3 Parâmetros Microbiológicos

Identificar organismos patogênicos presentes na água é um procedimento complexo e tem um elevado custo, com isso busca-se identifica-los por meio de organismos indicadores de contaminação por fezes, como as bactérias do grupo coliforme. (ARAGÃO, 2011)

A respeito da avaliação da qualidade microbiológica da água, tem-se que:

A avaliação da qualidade microbiológica da água tem um papel destacado no processo, em vista do elevado número e da grande diversidade de microrganismos patogênicos, em geral de origem fecal, que pode estar presente na água. Em função da extrema dificuldade, quase impossibilidade, de avaliar a presença de todos os mais importantes microrganismos na água, a técnica adotada é a de se verificar a presença de organismos indicadores. (BRASIL, 2006, p.25)

2.6.3.1 Bactérias Coliformes

Os Coliformes Totais (CT) são bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, que tem a capacidade de fermentar lactose com produção de ácido, gás e aldeído a 35 °C em 24 a 48 horas. (BRASIL, 2013) Podem ser de origem ambiental, e não apenas de origem intestinal, por isso quando detectada a presença desses microrganismos na água, estes não podem ser utilizados como indicadores de contaminação fecal. (SPERLING, 2017)

A presença apenas de coliformes na água não indica risco à saúde, mas pode indicar a presença de microrganismos causadores de problemas ao homem. (DERISIO, 2012) Ao haver a presença de coliformes totais na água tratada, acredita-se que o tratamento foi realizado de maneira inadequada, ou ainda que a contaminação aconteceu após o tratamento. Assim, os Coliformes Totais podem indicar a eficiência do tratamento da água e a integridade da rede de distribuição. (SPERLING, 2017)

A Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 determina que para consumo humano, a água deve estar ausente de Coliformes Totais. (BRASIL, 2011)

2.6.3.2 *Escherichia coli*

A *E. coli* é a principal bactéria do grupo dos coliformes tolerantes. O habitat primário da *Escherichia coli* é o trato intestinal de homens e animais. (BRASIL, 2013) Com isso, águas com presença destas bactérias indicam o contato com esgotos domésticos ou despejos de criação de animais. (SPERLING, 2017) Ao se analisar a presença da *E. coli* na água, o objetivo é detectar a presença de protozoários ou outros patógenos para as águas. Assim a presença deste avalia a integridade da rede de distribuição. (LIBÂNIO, 2008)

Assim, a Portaria nº 2.914/2011 exige que em qualquer amostra deva-se obter ausência de *Escherichia coli*. (BRASIL, 2011)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A Escola Superior de Tecnologia (EST) da Universidade do Estado do Amazonas compõe-se como sendo um polo científico de tecnologia e inovação, e abrange diversos cursos das áreas de Engenharia, Informática e outros. Está localizada na cidade de Manaus-AM. (EST, s.d.) Na Figura 6 é ilustrado a Escola Superior de Tecnologia, região onde foi realizada as coletas das amostras de água, entre os meses de abril e maio de 2019.

Figura 6 – Vista Superior da Escola Superior de Tecnologia da UEA.



Fonte: Google Earth (2019).

O estudo foi realizado em quatro etapas: identificação e levantamento do número de bebedouros, coleta da água, análise do material coletado e comparação dos valores encontrados com a Portaria n° 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

3.1 IDENTIFICAÇÃO E LEVANTAMENTO DO NÚMERO DE BEBEDOUROS

Inicialmente foi realizado a identificação e o levantamento do número de bebedouros que estão em funcionamento ou não, dentro do campus da instituição. Para esta etapa foi necessário a utilização de um aplicativo de smartphone “GeoCoordenadas”, com objetivo de coletar as coordenadas de localização de cada bebedouro. Os demais campos da Tabela 7 foram preenchidos com base no que foi identificado no momento do levantamento.

Para auxílio nessa análise quantitativa dos bebedouros utilizou-se de uma tabela onde algumas informações foram coletadas. Foram observados a localização de cada bebedouro, o funcionamento, a marca, o número de torneiras, se havia a presença de filtro e

ainda as coordenadas geográficas de cada um. O modelo da lista utilizada no momento da coleta de informações é representado na Tabela 7 e na Figura 7 um dos bebedouros identificados.

Tabela 7 – Características de cada bebedouro encontrado nas áreas comuns da EST/UEA.

Bebedouro	Localização	Funciona?	Marca	Nº de torneiras	Filtro	Coordenadas Geográficas
1						
2						
3						
4						
5						

Fonte: Própria (2019).

Figura 7 – Um dos bebedouros da Escola Superior de Tecnologia da UEA investigados nesse estudo.



Fonte: Própria (2019).

Na Figura 8, é ilustrado o momento de coleta das informações do bebedouros e ainda o uso do aplicativo que permitiu conhecer as coordenadas da localização dos bebedouros.

Figura 8 - Coleta de Informações dos Bebedouros.



Fonte: Própria (2019).

3.2 COLETA DAS AMOSTRAS

Depois de realizado o levantamento da quantidade de bebedouros na instituição descrito em 3.1, a segunda etapa consistiu na coleta do material a ser analisado. Tendo 7 (sete) bebedouros na instituição, a coleta se deu em todos estes. Realizou-se a coleta de água nos meses de abril e maio de 2019, onde foram feitas 3 coletas, sendo a última coleta apenas do parâmetro microbiológico (Coliformes totais) e o parâmetro químico (Nitrato). Em cada dia de coleta 7 amostras de água foram coletadas, (com exceção da 3ª coleta que foi possível coletar 6 amostras) perfazendo um total de 20 amostras. Na 3ª coleta, o Ponto 7 (Bebedouro do Centro de Convivência) havia sido desativado e não foi possível a coleta do material.

3.2.1 Preparo dos Bebedouros e Frascos de Coleta

Antes do início da coleta de água nos bebedouros a torneira foi aberta, de maneira que o líquido pudesse escoar, a fim de que, fosse eliminada toda a água que estivesse presente na canalização. (FERREIRA et al., 2015)

Os frascos de coleta do material foram previamente identificados por data, hora e ainda o ponto de coleta. (TRINDADE; SÁ-OLIVEIRA; SILVA, 2015) A Figura 9 mostra o preparo com a identificação dos sacos onde o material foi coletado.

Figura 9 – Preparo dos Sacos de Coleta.



Fonte: Própria (2019).

3.2.2 Coleta da Água

Após o preparo dos bebedouros e sacos para a coleta da água descrita no item 3.2.1, a água foi coletada. Os sacos onde o material foi coletado, foram destampados apenas no momento de cada coleta e as torneiras foram abertas de maneira que o fluxo de vazão era baixo, a fim de que, evitasse respingos para fora do recipiente de coleta. Os sacos foram parcialmente cheios para que não houvesse vazamentos. (COSTA et al., 2015; FERREIRA et al., 2015)

Após a coleta da água os sacos foram fechados e acondicionados em uma caixa de isopor, e transportados imediatamente para o Laboratório Nutricon de Consultoria e Análise de Alimentos, onde foram realizadas as análises. A Figura 10 ilustra uma das amostras de água após a coleta.

Figura 10 – Amostra de Água Coletada.



Fonte: Própria (2019).

Foram realizadas primeiramente as análises microbiológicas e em seguida as análises físico-químicas. (COSTA et al., 2015) Na ilustração da Figura 11 é possível verificar o acondicionamento dos frascos na caixa de isopor.

Figura 11 – Sacos de Plástico com o Material Coletado.



Fonte: Própria (2019).

3.3 ANÁLISE DO MATERIAL COLETADO

Conforme recomendado por Costa e colaboradores (2005), foram realizadas primeiramente as análises microbiológicas e em seguida as análises físico-químicas.

3.3.1 Análises Microbiológicas

Para identificar a presença de microrganismos, foi utilizado o Sistema Colilert, que é capaz de detectar, identificar e confirmar a presença de coliformes totais e *E. coli* tanto em água natural quanto em água tratada. O Colilert usa nutrientes, onde os microrganismos de interesse presentes na amostra geram uma alteração de cor (ou fluorescência) no sistema inoculado. (COSTA et al., 2015)

Assim, cada amostra de água com 100 mL recebeu o meio Colilert, mostrado na Figura 12, e em seguida foi selada e incubada a uma temperatura de cerca de 35°C por um período de tempo de 24h. Após decorrido 1 (um) dia, as amostras foram retiradas da incubadora, onde foi observado se havia a mudança de coloração e de turbidez. Caso a água não apresentasse mudança de tonalidade, o resultado seria descrito como ausente. Entretanto, se houvesse turbidez, o resultado seria caracterizado como positivo para a presença de coliformes totais. E em caso de turbidez e coloração fluorescente na presença de luz ultravioleta a 365 nm, a conclusão seria positiva para a presença de coliformes totais e *Escherichia coli*. (COSTA et al., 2015)

Figura 12 – Meio Colilert utilizado para as análises microbiológicas.



Fonte: Própria (2019).

3.3.2 Análises Químicas

3.3.2.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Para medir o pH das amostras de água foi necessário 100 mL de cada amostra, onde foram despejadas em béqueres e a medição ocorreu através da leitura direta no

pHmetro de bancada Quimis Q400AS (conforme ilustra a Figura 13), que estava previamente calibrado. Assim, um eletrodo foi devidamente colocado no recipiente com o líquido e então obteve-se o valor do pH. (TRINDADE; SÁ-OLIVEIRA; SILVA, 2015)

Figura 13 – PHmetro utilizado nas análises.



Fonte: Própria (2019).

3.3.2.2 Cloro Residual Livre

As análises de Cloro Residual Livre foram realizadas com auxílio do Espectrofotômetro Hach modelo DR3900 ilustrado na Figura 14. Seguiu-se o manual do equipamento para realização dos teste. A metodologia descrita é baseada no Método 8021 do Manual de Instruções do Espectrofotômetro para Nitrato. (HACH COMPANY, 2007)

Figura 14 – Espectrofotômetro utilizado nas análises de cloro residual livre, nitrato e ferro total.



Fonte: Própria (2019).

Inicialmente ligou-se o espectrofotômetro e iniciou-se a seleção. O equipamento possui diversos programas para realizar variadas análises. Então selecionou-se o Programa 80 Clorine F&T, que corresponde a análises de cloro residual livre. Em seguida, houve a necessidade de preparo da amostra, assim com 10 mL de amostra da água preencheu-se a cubeta. Então colocou-se a cubeta no porta cubeta e pressionou-se o botão ZERO onde o display mostrou 0,00 mg/L.

Preparou-se então uma nova amostra da água coletada (10 mL) em uma nova cubeta e em seguida adicionou-se o reagente de cloro livre na nova amostra de água. Tampou-se a cubeta e a amostra foi agitada por cerca de 20 segundos. Percebeu-se então que a amostra passou a ter uma coloração rosa.

Assim a amostra com a nova coloração foi colocada no porta cubeta do espectrofotômetro e então realizou-se a leitura do resultado.

3.3.2.3 Nitrato

As análises de Nitrato foram realizadas com auxílio do Espectrofotômetro Hach modelo DR3900 ilustrado na Figura 14. Seguiu-se o manual do equipamento para realização dos testes. A metodologia descrita é baseada no Método 8039 do Manual de Instruções do Espectrofotômetro para Nitrato. (HACH COMPANY, 2007)

Inicialmente ligou-se o espectrofotômetro e iniciou-se a seleção. O equipamento possui diversos programas para realizar variadas análises. Então selecionou-se o Programa 355 N, que corresponde a análises de nitrato. Em seguida, houve a necessidade de preparo da amostra, assim com 10 mL de amostra da água coletada preencheu-se a cubeta. Na amostra de água contida na cubeta adicionou-se o conteúdo do envelope do reagente Nitrato (NitroVer 5) e então tampou-se. Com isso, aguardou-se cerca de 1 minuto para que iniciasse a reação entre a amostra de água com o reagente adicionado, a cubeta foi vagarosamente agitada, então após cerca de 5 minutos percebeu-se a mudança de cor na amostra, passando a coloração laranja-amarela, indicando a presença de nitrato.

Uma segunda amostra da água foi necessária. Utilizou-se novamente 10 mL da amostra para o preparo do branco onde colocou-se na cubeta e em seguida foi acondicionada no porta cubeta do espectrofotômetro. Apertou-se o botão ZERO e então o display do equipamento indicou 0,0 mg/L NO_3^- - N.

Foi então que ao final, após a leitura do branco, a 1ª amostra preparada com os reagentes foi colocada no porta cubeta. Tocou-se o botão READ e então foi possível fazer a leitura do resultado.

3.3.2.4 Ferro Total

As análises de Ferro Total foram realizadas com auxílio do Espectrofotômetro Hach modelo DR3900 ilustrado na Figura 14. Seguiu-se o manual do equipamento para realização dos teste. A metodologia descrita é baseada no Método 8008 do Manual de Instruções do Espectrofotômetro para Ferro Total. (HACH COMPANY, 2007)

De maneira similar ao descrito na secção 3.3.2.3 o espectrofotômetro foi ligado e então selecionou-se o Programa 265 Ferro, que corresponde as análises de Ferro Total. Em seguida adicionou-se 10 mL de água da amostra na cubeta. Posteriormente na cubeta foi adicionado o conteúdo do envelope do reagente de ferro (FerroVer) e então tampou-se. Para a mistura da amostra com os reagentes, houve a necessidade de movimentar a cubeta em movimentos circulares. Passando-se cerca de 5 minutos uma coloração laranja foi percebida, indicando a presença de ferro.

Igualmente como descrito na secção 3.3.2.3, uma segunda amostra da água foi necessária. Utilizou-se novamente 10 mL da amostra para o preparo do branco onde colocou-se na cubeta e em seguida foi acondicionada no porta cubeta do espectrofotômetro. Apertou-se o botão ZERO e então o display do equipamento indicou 0,00 mg/L Fe.

Então após a leitura do branco a 1ª amostra de coloração laranja foi colocada no porta cubeta e então feita a leitura do resultado, por meio do botão READ do espectrofotômetro.

3.3.3 Análises Físicas

3.3.3.1 Turbidez

A turbidez de cada amostra foi determinada por meio do Turbidímetro Hach modelo 2100Q. O procedimento descrito a seguir, foi realizado conforme sugere o manual de operação do equipamento. (HACH, 2017)

Inicialmente colocou-se cerca de 15 mL de amostra na cubeta do turbidímetro em seguida esta foi tampada. O turbidímetro foi calibrado previamente. Havia a preocupação de manusear a cubeta em sua parte superior. Em seguida, a região externa da cubeta foi limpa para eliminar a água e as impressões digitais dos dedos que ficavam na cubeta. Posteriormente, ligou-se o turbidímetro, abriu-se o compartimento porta cubeta e então a cubeta foi acondicionada e tampou-se o porta cubeta.

Por fim, pressionou-se o botão READ e após a estabilização da medida foi possível fazer a leitura da turbidez de cada amostra em NTU.

3.4 COMPARAÇÃO COM A PORTARIA N° 2.914/2011 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE

Os dados encontrados em cada coleta foram comparados com os Valores Máximos Permitidos pela Portaria n° 2.914/2011 do Ministério da Saúde, a fim de que, se tenha conhecimento da qualidade da água que é disponibilizada para o consumo da população acadêmica da EST.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 QUANTIDADE, FUNCIONAMENTO E LOCALIZAÇÃO DOS BEBEDOUROS DA ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA UEA

As informações a respeito do número de bebedouros, funcionamento, localização por meio das coordenadas geográficas dos bebedouros da EST, além de outras informações pertinentes sobre os mesmos são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 – Informações sobre os bebedouros da Escola Superior de Tecnologia da UEA.

Bebedouro	Localização	Funciona?	Marca	Nº de torneiras em funcionamento	Filtro	Coordenadas Geográficas
PT - 01	Bloco A - Eng. de Produção	SIM	KARINA	3	SIM	3°5'29,64"S 60°1'5,59"O
PT - 02	Próx. a Coordenação de Computação	SIM	KARINA	3	SIM	3°5'30,09"S 60°1'5,33"O
PT - 03	Próx. ao banheiro do Bloco C	SIM	KARINA	3	SIM	3°5'30,00"S 60°1'4,13"O
PT - 04	Próx. ao Lab. De Química	SIM	KARINA	3	SIM	3°5'30,80"S 60°1'3,18"O
PT - 05	Bloco D – Ciclo Básico	SIM	KARINA	3	SIM	3°5'31,59"S 60°1'4,39"O
PT - 06	Restaurante Universitário	SIM	KARINA	3	SIM	3°5'33,50"S 60°1'5,33"O
PT - 07	Centro de Convivência - CDC	SIM	KARINA	2	SIM	3°5'33,46"S 60°1'6,21"O

Eng.= Engenharia; Próx.= Próximo.
Fonte: Própria (2019).

É possível através da Tabela 8 perceber que no campus da Escola Superior de Tecnologia da UEA, há um total de 7 bebedouros para acesso de todos os estudantes. Percebe-se ainda, que todos estão em funcionamento, são todos da Marca Karina e que os sete possuem filtro. Em relação ao número de torneiras, apenas o Bebedouro do PT – 07 – Centro de Convivência – CDC apresentava duas torneiras em funcionamento, estando a terceira isolada. Na Figura 15, é ilustrada uma vista superior com a localização de cada bebedouro, feita através da marcação dos 7 (sete) pontos de coleta. A água que abastece a EST é oriunda de poço artesiano.

Figura 15 – Localização dos bebedouros dentro do *Campus* da Escola Superior de Tecnologia da UEA.



Fonte: Google Earth (2019).

No momento da 3ª coleta, realizada dia 22 de maio de 2019 no período da tarde, o bebedouro do PT – 07 – Centro de Convivência não estava mais em operação, segundo informações por conta da troca da empresa responsável pelo espaço.

4.2 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

Para a determinação da qualidade da água coletada por meio dos parâmetros microbiológicos, as análises foram feitas para a presença ou ausência de Coliformes Totais e da *Escherichia coli*, conforme será apresentado e discutido nas seções seguintes.

4.2.1 Coliformes Totais

O primeiro parâmetro analisado foi Coliformes Totais (CT) e a Tabela 9 apresenta os resultados encontrados durante as análises. Na 1ª análise a coleta foi realizada sem a assepsia das torneiras do bebedouros. Já a 2ª e a 3ª coletas foram realizadas após assepsia das torneiras.

Tabela 9 – Verificação da presença de Coliformes Totais nos bebedouros da EST.

Coliformes Totais			
Bebedouro	1ª análise (situação)	2ª análise (situação)	3ª análise (situação)
PT - 01	Presente	Ausente	Ausente
PT - 02	Presente	Presente	Ausente
PT - 03	Presente	Ausente	Ausente
PT - 04	Presente	Ausente	Ausente
PT - 05	Presente	Ausente	Ausente
PT - 06	Presente	Ausente	Ausente
PT - 07	Presente	Presente	-

Fonte: Própria (2019).

Por meio da Tabela 9 pode-se observar que na 1ª análise das amostras de água a presença de Coliformes Totais apresentou resultados positivos para todos os pontos. Na 2ª análise apenas os pontos PT – 02 e PT – 07 mostram-se positivos para a presença de CT. Na 3ª análise, o resultado foi ausente para todas. É válido ressaltar que no momento da 3ª análise o bebedouro do PT - 07 não estava mais em operação.

Na 1ª análise, a presença de coliformes totais em todos os pontos pode ser justificada por Casali (2008) como sendo produto da falta de higiene ou, ainda, da má higiene dos ambientes. Fato que está inteiramente ligado com a não assepsia das torneiras antes das coletas. Para Libânio (2008), os micro-organismos patogênicos (bactérias, protozoários e vírus) não habitam águas subterrâneas, sendo assim, dificilmente serão fontes de alguma contaminação externa.

De acordo com Cardoso (2007) apud Souza e colaboradores (2015), no artigo que apresenta a qualidade da água consumida em unidades de educação infantil no município de Mossoró-RN, esses afirmam que a qualidade da água recebe influência das condições higiênico-sanitárias do ambiente, da falta de uma rotina sanitária, ineficiência na manutenção e troca dos filtros de forma periódica e ainda do armazenamento incorreto.

Assim sendo, a 2ª e a 3ª análise foram feitas com a assepsia das torneiras, conforme é sugerido por Trindade, Sá-Oliveira e Silva (2015). Foi possível notar uma melhora nos resultados, pois apenas dois dos sete pontos apresentaram presença de CT, sendo na 3ª análise um resultado ausente para todos.

Scuracchio e Filho (2011) mostra, no seu estudo, que a quantidade de amostras com a presença de coliformes totais em reservatórios de água foi reduzida em cerca de 50% na segunda análise, devido a limpeza e desinfecção correta dos reservatórios. Isso demonstra que em alguns casos a higienização de maneira correta pode reduzir a contaminação de coliformes.

Souza e colaboradores (2015) recomendam que gestores adotem medidas adequadas de controle e acompanhamento da água, bem como, adotem medidas periódicas de limpeza, desinfecção de bebedouros e reservatórios e ainda a troca regular de filtros, buscando a diminuição da propagação de micro-organismos nesses ambientes.

4.2.2 *Escherichia coli*

Outro parâmetro microbiológico analisado na água coletada dos bebedouros foi a presença da bactéria *Escherichia coli*. A Tabela 10 apresenta os resultados das análises realizadas.

Tabela 10 – Verificação da presença de *E. coli* nos bebedouros da EST.

<i>Escherichia Coli</i>				
Bebedouro	1ª análise (situação)	2ª análise (situação)	Referência	
PT - 01	Ausente	Ausente	Ausente	
PT - 02	Ausente	Ausente	Ausente	
PT - 03	Ausente	Ausente	Ausente	
PT - 04	Ausente	Ausente	Ausente	
PT - 05	Ausente	Ausente	Ausente	
PT - 06	Ausente	Ausente	Ausente	
PT - 07	Ausente	Ausente	Ausente	

Fonte: Própria (2019).

Percebe-se que, após as análises, todos os sete bebedouros apresentam ausência da bactéria *E.coli*, satisfazendo o que a Legislação recomenda.

De acordo com Mello e Resende (2015), por conta da ausência deste micro-organismo tem-se uma água livre de contaminação fecal, tendo em vista que a *Escherichia coli* habita geralmente o trato intestinal de animais e humanos.

Duarte e colaboradores (2015), relatam ainda que a ausência da *E. coli* nas amostras indica a não existência de outros micro-organismos como os do gênero *Enterobacter* e *Klebsiella*, satisfazendo também a condição de ausência de coliformes fecais.

Assim, conforme descrito no “Manual Prático de Análise de Água” da Fundação Nacional de Saúde (2013), a *Escherichia coli* pode ser um indicador no monitoramento da qualidade da água potável que é destinada para consumo humano. (BRASIL, 2013)

4.3 PARÂMETROS QUÍMICOS

Para a determinação da qualidade da água coletada por meio dos parâmetros químicos, as análises realizadas foram: Potencial Hidrogeniônico (pH), Cloro Residual Livre (CRL), Nitrato e Ferro Total.

4.3.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Durante o estudo foi possível a análise de alguns parâmetros químicos, dentre estes o pH. A Tabela 11 apresenta os valores de análise para cada bebedouro, sua respectiva média e ainda o valor de referência, que tem por base o que é estabelecido pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

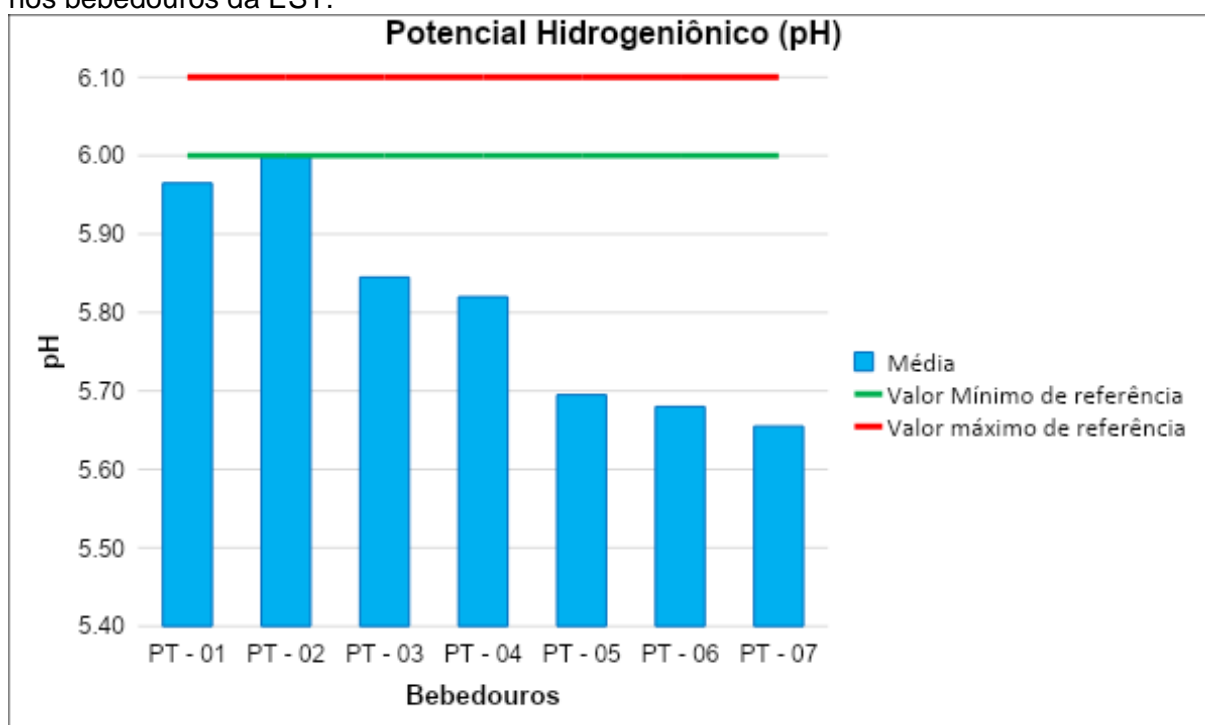
Tabela 11 – Resultados das Análises de Potencial Hidrogeniônico (pH) nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.

Potencial Hidrogeniônico (pH)				
Bebedouro	1ª análise	2ª análise	Média	Valor de referência
PT - 01	5,90	6,03	5,97 ± 0,09	6,00 - 9,50
PT - 02	5,94	6,06	6,00 ± 0,08	6,00 - 9,50
PT - 03	5,82	5,87	5,85 ± 0,04	6,00 - 9,50
PT - 04	5,84	5,80	5,82 ± 0,03	6,00 - 9,50
PT - 05	5,63	5,76	5,70 ± 0,09	6,00 - 9,50
PT - 06	5,70	5,66	5,68 ± 0,03	6,00 - 9,50
PT - 07	5,55	5,76	5,66 ± 0,15	6,00 - 9,50

Fonte: Própria (2019).

Na Figura 16 é feita a apresentação gráfica dos valores médios de pH dos sete bebedouros que são descritos na Tabela 11.

Figura 16 – Resultados médios das Análises de pH nas amostras de água coletadas nos bebedouros da EST.



Fonte: Própria (2019).

Na Figura 16 percebe-se ainda a marcação do valor mínimo de referência, ilustrado pela linha horizontal na cor verde e o valor máximo de referência, representado pela linha em cor vermelha.

Percebe-se por meio da Tabela 11 e da Figura 16 que, apenas o PT – 02 apresentou o valor do pH dentro do que tem-se como referência, sendo seu valor $6,00 \pm 0,08$ o que corresponde ao mínimo aceitável pela Portaria. Os demais pontos PT-01, PT-03, PT-04, PT-05, PT-06 E PT-07 tiveram seus valores abaixo do valor de referência.

O valor do pH abaixo do que é estabelecido pelo Ministério da Saúde é justificado por Pedrosa e Caetano (2002), pelo fato do abastecimento ser feito através de águas subterrâneas (poço artesiano), assim apresentando uma variação de pH entre 5,5 e 8,5, fato justificado pela maior concentração de íons, quando comparada com água superficial. Isso acontece devido a interação que ocorre entre a água e as rochas.

Sabe-se ainda que o aquífero que armazena a água captada por poços artesianos na cidade de Manaus é o Aquífero Alter do Chão. Assim, outro motivo da apresentação de um pH mais ácido nas amostras de água analisada é justamente por conta do aquífero de onde é feita sua captação. No artigo “Aquífero Alter do Chão: Análises Químicas *in Loco* dos Poços Construídos pelas Rimas (SGB-CPRM), os autores relatam que a acidez da água da região tem influência da formação deste, onde é constituído por areias e argilas, o que dá um conteúdo mais rico em sílica. Assim, é característico da região apresentar um pH ligeiramente ácido. (IMBIRIBA; MELO, 2013)

4.3.2 Cloro Residual Livre (CRL)

Outro Parâmetro Químico analisado nas amostras de água dos bebedouros foi o Cloro Residual Livre.

A Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 estabelece no Art. 34 que é “obrigatória a manutenção de no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório ou rede)”. (BRASIL, 2011)

Os valores encontrados durante as análises 1 e 2 são descritos na Tabela 12, bem como, o valor médio das análises e, ainda, o valor de referência que é estabelecido pelo Ministério da Saúde.

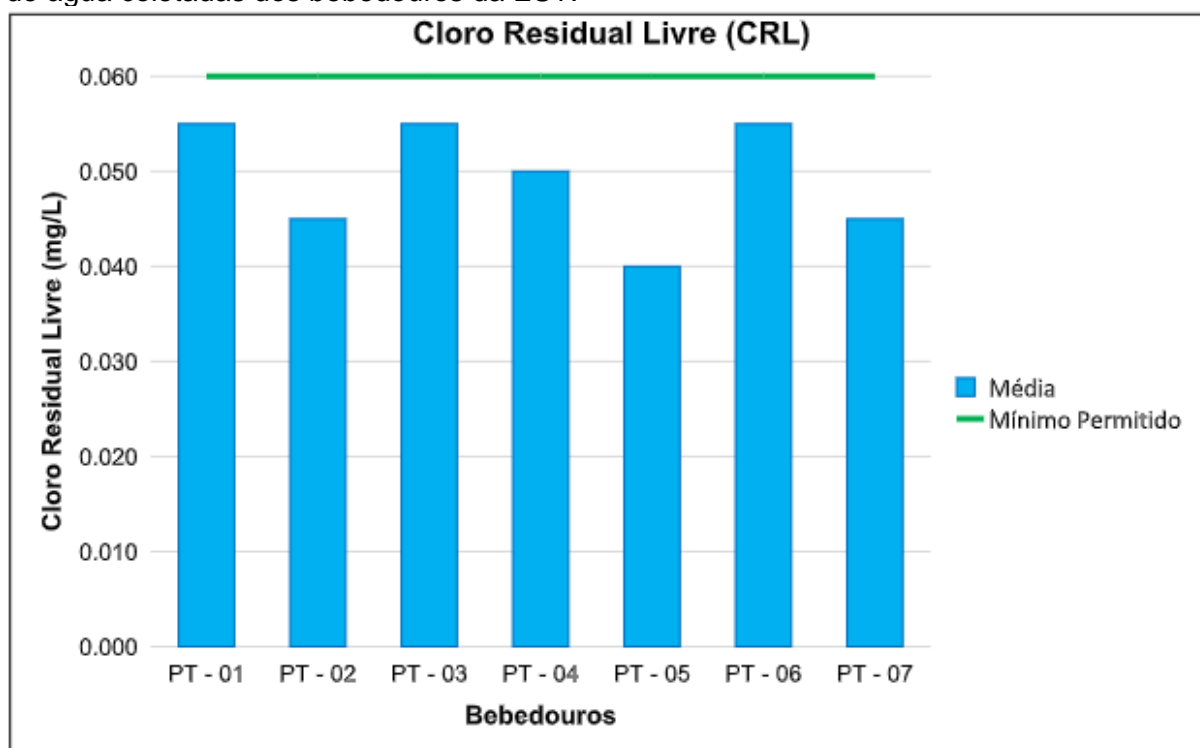
Tabela 12 – Resultados das Análises de Cloro Residual Livre nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.

Cloro Residual Livre				
Bebedouro	1ª análise (mg/L)	2ª análise (mg/L)	Média (mg/L)	Valor de referência (mg/L)
PT - 01	0,040	0,070	0,055 ± 0,021	0,2 - 2,00
PT - 02	0,040	0,050	0,045 ± 0,007	0,2 - 2,00
PT - 03	0,060	0,050	0,055 ± 0,007	0,2 - 2,00
PT - 04	0,050	0,050	0,050 ± 0,000	0,2 - 2,00
PT - 05	0,040	0,040	0,040 ± 0,000	0,2 - 2,00
PT - 06	0,050	0,060	0,055 ± 0,007	0,2 - 2,00
PT - 07	0,040	0,050	0,045 ± 0,007	0,2 - 2,00

Fonte: Própria (2019).

A Figura 17 é a representação por meio de gráfico dos valores médios para o Cloro Residual Livre que está representado na Tabela 12.

Figura 17 – Resultados médios das Análises de Cloro Residual Livre nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.



Fonte: Própria (2019).

Na Tabela 12, verifica-se que, dentre os 7 bebedouros avaliados, nenhum atende ao recomendado pela portaria para o padrão de potabilidade, quanto ao parâmetro Cloro Residual Livre. As sete amostras apresentaram valores abaixo do mínimo estabelecido,

estando assim, os bebedouros suscetíveis a proliferação de micro-organismos. A linha em verde representa o valor mínimo recomendado pela legislação, sendo 0,2 mg/L.

A presença de Cloro Residual Livre na faixa recomendada faz-se necessária, pois, de acordo com Neto e colaboradores (2013), em quantidades recomendadas o CRL garante a eliminação de micro-organismos patogênicos que podem comprometer a saúde. Seu principal objetivo é a desinfecção da água.

Para Roberto (2018), os valores abaixo do recomendado mostram possíveis falhas no processo de desinfecção ou falta de padronização na adição de substâncias que reduzem o número de micro-organismos, sendo um cenário preocupante, devido a importância da desinfecção da água diante da inativação e eliminação de micro-organismos.

Libânio (2008) afirma ainda que, por conta do alto poder oxidante, o Cloro Residual Livre tem outras aplicações nos processos de tratamento de água, como controlar o sabor e o odor da água, prevenir o crescimento de algas, remover metais como o ferro, o manganês, remover cor e, ainda, controlar o crescimento de biofilmes nas tubulações.

Faz-se importante seguir o que preconiza a Legislação sobre o emprego do CRL. Valores abaixo ao da legislação podem causar a proliferação de micro-organismos indesejáveis e, conseqüentemente, doenças. Valores acima do recomendado podem causar alterações de sabor e o odor na água, além da possibilidade de formação de subprodutos carcinogênicos, segundo Carvalho e colaboradores (2017).

Scuracchio (2010) relata em sua dissertação que a ausência ou baixa quantidade de cloro na água pode apresentar influência quanto a presença de filtro nos bebedouros. Segundo o autor, o filtro faz a retirada do cloro da água.

Para Salgado (2008), o cloro apresenta-se como um elemento não-conservativo, ou seja, sua concentração varia com o tempo ou ainda devido as condições encontradas ao longo da rede de distribuição, sendo necessário assim, o monitoramento dessas concentrações ao longo da rede de distribuição.

4.3.3 Nitrato

Durante o estudo foi realizada a análise do parâmetro químico Nitrato. A Tabela 13 apresenta os valores de análise para cada bebedouro, sua respectiva média e ainda o valor de referência que tem por base o que é estabelecido pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Ressalta-se que o PT – 07 não apresenta o valor de Nitrato na 3ª análise devido à ausência deste bebedouro no local onde foram feitas as coletas anteriores.

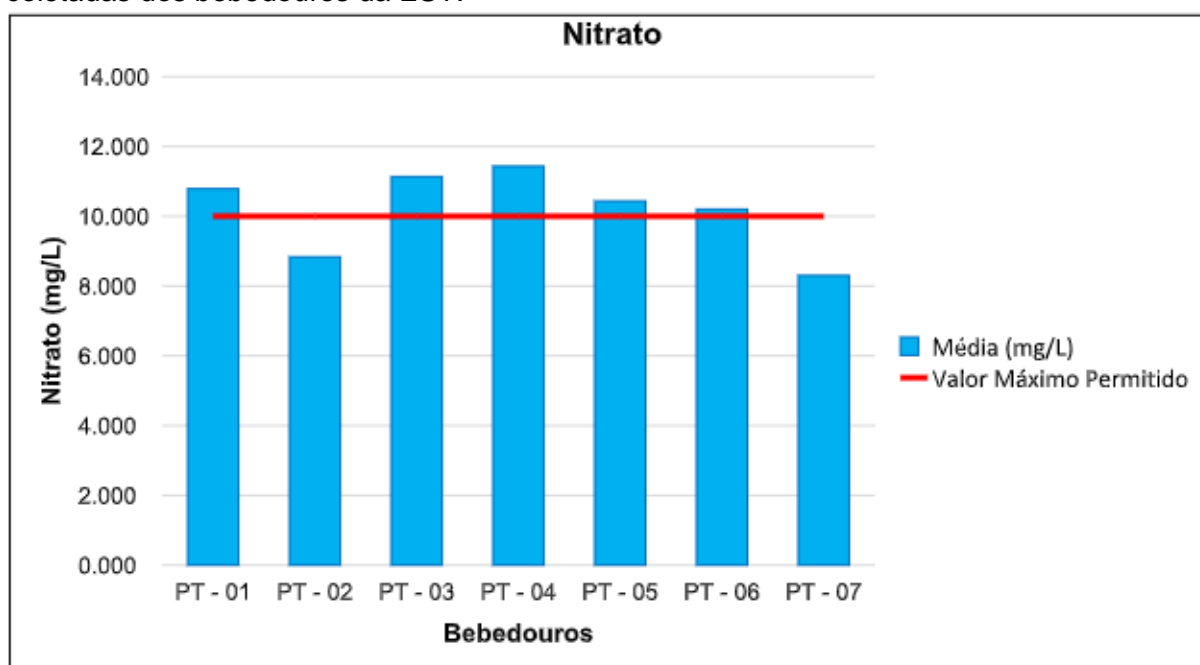
Tabela 13 – Resultados das Análises de Nitrato nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.

Nitrato					
Bebedouro	1ª análise (mg/L)	2ª análise (mg/L)	3ª análise (mg/L)	Média (mg/L)	Valor de referência (mg/L)
PT - 01	18,20	7,94	7,00	11,047 ± 6,213	Até 10,00
PT - 02	14,90	5,30	6,30	8,833 ± 5,278	Até 10,00
PT - 03	16,00	8,10	9,30	11,133 ± 4,257	Até 10,00
PT - 04	19,60	6,80	7,90	11,433 ± 7,094	Até 10,00
PT - 05	17,60	7,00	6,70	10,433 ± 6,208	Até 10,00
PT - 06	10,40	8,70	11,50	10,200 ± 1,411	Até 10,00
PT - 07	6,30	10,30	-	8,300 ± 2,828	Até 10,00

Fonte: Própria (2019).

Na Figura 18, são ilustrados os valores médios correspondentes a cada ponto de coleta.

Figura 18 – Resultados médios das Análises de Nitrato nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.



Fonte: Própria (2019).

Percebe-se pelos resultados mostrados na Tabela 13, que o valor das médias para o Nitrato estão, em sua maioria, acima do valor de referência que é de até 10 mg/L, estando apenas o PT – 02 dentro do valor máximo que a legislação permite, com média de 8,833 ± 5,278 mg/L (seu valor mínimo de acordo com o desvio padrão). O valor da média

apresentou-se alto devido aos elevados teores de Nitrato encontrados na 1ª análise. A linha em vermelho é o Valor Máximo Permitido (10,00 mg/L).

De acordo com Pereira e colaboradores (2010) o nitrato é a principal forma de nitrogênio encontrada na água. A sua presença provoca o crescimento de plantas e pode causar processo de eutrofização quando em grande quantidade.

Sperling (2017) relata que a presença de Nitrato na água resulta da presença de sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos, sendo sua origem de maneira natural por meio de matéria orgânica, inorgânica ou ainda da atividades antrópicas como esgotos.

Acredita-se que os altos valores de nitrato da 1ª análise justificam-se devido a limpeza dos bebedouros, uma vez que, as análises desta coleta não tiveram a assepsia da torneira, indo assim de conformidade com Sperling (2017), que afirma que o nitrato pode ser propagado por meio de micro-organismos.

Para Libânio (2008) a determinação das quantidades de nitrato na água é necessária devido a associação desse elemento com doenças como, por exemplo, a metahemoglobina.

Apesar de apresentar valores dentro do padrão, percebe-se que a 2ª e 3ª análise apresentam valores elevados de nitrato, indo de acordo com o que Apha (1998) relata. Segundo o autor, o nitrato é um dos íons mais encontrados em águas naturais e atinge elevadas concentrações em águas profundas. Sabe-se que a água que abastece os bebedouros da EST é de origem de captação subterrânea (poço artesiano).

4.3.4 Ferro Total

Os dados referentes ao Parâmetro Químico Ferro Total são apresentados na Tabela 14. É possível ainda, observar o valor de referência que o Ministério da Saúde estabelece.

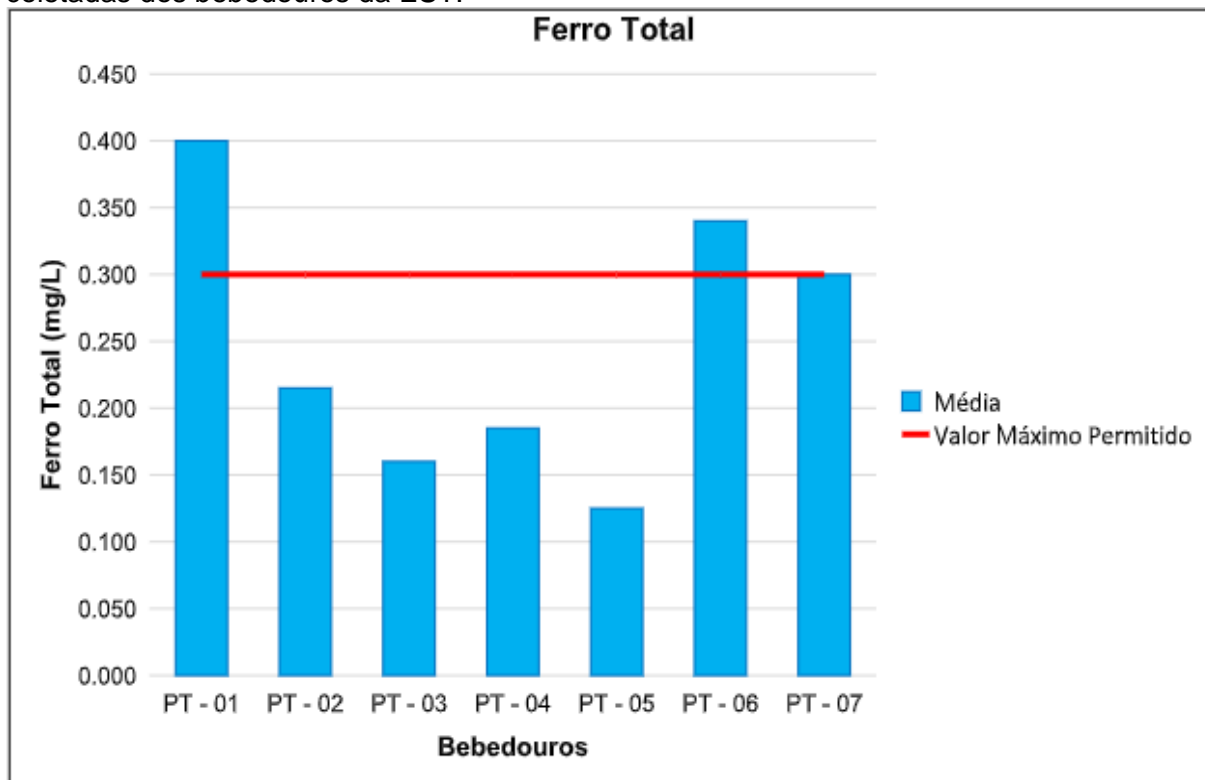
Tabela 14 – Resultados das Análises de Ferro Total nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.

Ferro Total				
Bebedouro	1ª análise (mg/L)	2ª análise (mg/L)	Média (mg/L)	Valor de referência (mg/L)
PT - 01	0,540	0,260	0,400 ± 0,198	Até 0,30
PT - 02	0,230	0,200	0,215 ± 0,021	Até 0,30
PT - 03	0,160	0,160	0,160 ± 0,000	Até 0,30
PT - 04	0,160	0,210	0,185 ± 0,035	Até 0,30
PT - 05	0,100	0,150	0,125 ± 0,035	Até 0,30
PT - 06	0,380	0,300	0,340 ± 0,057	Até 0,30
PT - 07	0,300	0,300	0,300 ± 0,000	Até 0,30

Fonte: Própria (2019).

A Figura 19 apresenta graficamente os valores médios do Ferro Total presente em cada amostra, conforme descrito na Tabela 14.

Figura 19 – Resultados médios das Análises de Ferro Total nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.



Fonte: Própria (2019).

Analisando a Tabela 14, percebe-se que os Pontos PT – 01 e PT – 06 não apresentaram-se dentro do valor de referência para o parâmetro avaliado, estando estes acima do valor recomendado. Os pontos PT – 01 e PT – 06 apresentaram valores de Ferro Total de $0,40 \pm 0,198$ e $0,34 \pm 0,057$, respectivamente. Os demais pontos estão de acordo com a legislação pertinente.

A linha em horizontal na cor vermelha é o Valor Máximo Permitido (VMP) que a Portaria do Ministério da Saúde nº2.914/2011 determina, sendo 0,30 mg/L para a concentração de Ferro Total.

Freitas e colaboradores (2002) relatam que a presença de ferro na água distribuída é oriundo das tubulações que na maioria das vezes é feita desse material.

Conforme Portaria nº2.914/2011 do Ministério da Saúde, o Valor Máximo Permitido (VMP) de Ferro Total na água é de 0,30 mg/L. (BRASIL, 2011)

Entretanto, a mesma Portaria, Capítulo V (do Padrão de Potabilidade) no Art. 39 que trata da conformidade com o padrão organoléptico de potabilidade, no quarto parágrafo, diz que para os parâmetros ferro e manganês são permitidos valores superiores ao VMP desde que, sejam observados alguns critérios. Dos quais, o inciso terceiro recomenda que

concentrações de manganês e ferro, não ultrapassem os valores de 2,4 e 0,4, respectivamente. (BRASIL, 2011)

Segundo Carmo, Bevilacqua e Bastos (2008) no artigo “Vigilância da qualidade da água para consumo humano: Abordagem qualitativa da identificação de perigos”, não há evidências de risco a saúde para a quantidade de ferro encontrada, entretanto, a presença pode apresentar alteração na cor, e por consequência, rejeição pelo consumidor.

O consumo de ferro em altos teores além do seu caráter tóxico pode causar doenças como a hemocromatose que é caracterizada pelo depósito de ferro nos tecidos de órgãos como o fígado, o pâncreas e o coração. (PEREIRA, et.al, 2010)

4.4 PARÂMETROS FÍSICOS

4.4.1 Turbidez

Na Tabela 15 são apresentados os valores da análise do parâmetro físico Turbidez em cada análise, suas respectivas médias e ainda o Valor Máximo Permitido (VMP) deste parâmetro na água de consumo humano, conforme recomenda a Legislação Brasileira por meio da Portaria do Ministério da Saúde.

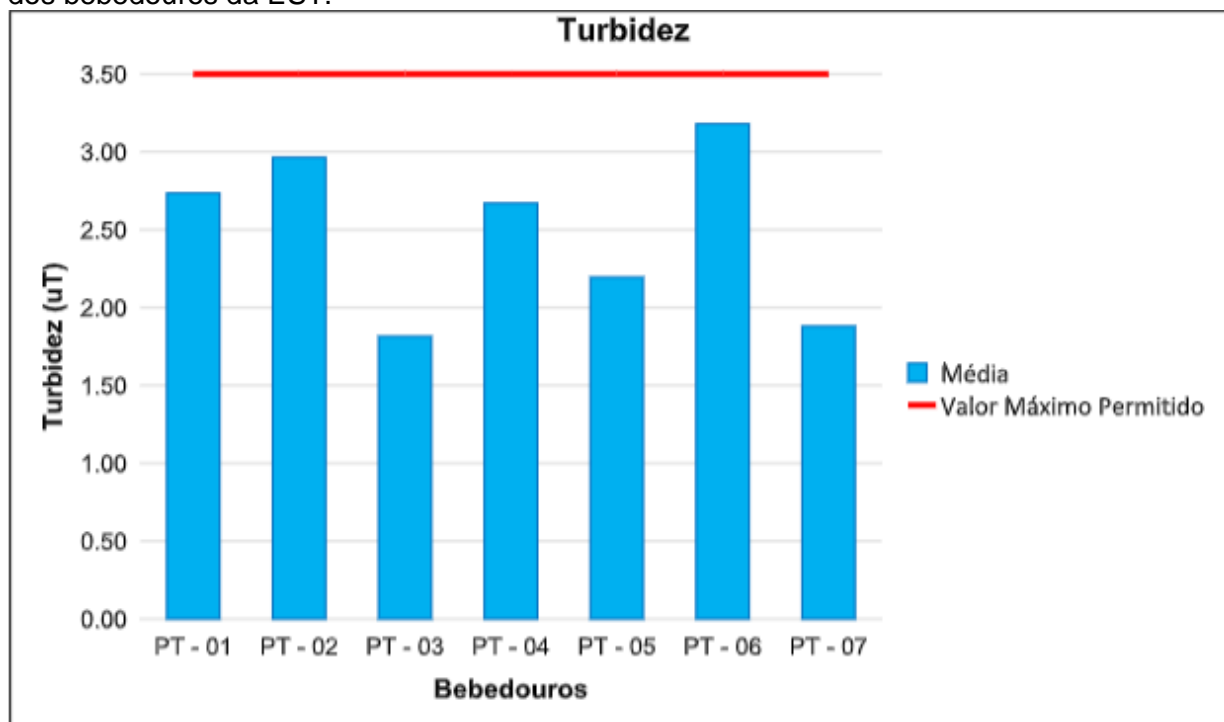
Tabela 15 – Resultados das Análises de Turbidez nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.

Turbidez				
Bebedouro	1ª análise (uT)	2ª análise (uT)	Média (uT)	VMP (uT)
PT - 01	2,77	2,70	2,74 ± 0,05	5,00
PT - 02	3,63	2,30	2,97 ± 0,94	5,00
PT - 03	2,38	1,25	1,82 ± 0,80	5,00
PT - 04	2,64	2,70	2,67 ± 0,04	5,00
PT - 05	2,73	1,66	2,20 ± 0,76	5,00
PT - 06	3,07	3,29	3,18 ± 0,16	5,00
PT - 07	1,88	1,88	1,88 ± 0,00	5,00

Fonte: Própria (2019).

A Figura 20 apresenta ainda os valores médios de turbidez encontrado em cada amostra de água coletada nos bebedouros.

Figura 20 – Resultados das Análises de Turbidez nas amostras de água coletadas dos bebedouros da EST.



Fonte: Própria (2019).

Analisando os dados descritos na Tabela 15 e o gráfico da Figura 20, percebe-se que o parâmetro físico turbidez encontra-se dentro do que preconiza o Ministério da Saúde em todas as amostras analisadas, que é um VMP de 5,00 uT. As amostras apresentaram valores que oscilaram de $1,82 \pm 0,80$ a $3,18 \pm 0,16$ uT. A linha horizontal em vermelho representa o valor de referência que a legislação recomenda, sendo 5,00 uT.

A turbidez dentro do exigido pela legislação é um fator que além de contribuir para a aparência estética da água, pelo fato da relação com a quantidade de matéria em suspensão, é uma maneira de garantir a desinfecção da água. A presença de partículas suspensas acaba sendo locais de instalação de micro-organismos, de maneira que em alguns casos servem de proteção contra agentes bactericidas, dificultando por exemplo a cloração. (MACEDO; REMPEL; MACIEL, 2018; BRAGA, 2014)

Sperling (2017) destaca que assim como no parâmetro físico cor, a turbidez não apresenta risco direto a saúde, entretanto, é necessário manter este parâmetro dentro da legislação, tendo em vista que pode fazer as pessoas desconfiarem da qualidade da água e ainda gerar insatisfação de quem consome por conta do aspecto desagradável.

A presença de filtros nos bebedouros da EST podem ter influência no parâmetro Turbidez. Segundo Trindade, Sá-Oliveira e Silva (2015), a ausência e presença de filtros nos bebedouros descrita no artigo “Avaliação da qualidade da água em três Escolas Públicas da Cidade de Macapá, Amapá” teve influência na turbidez. Os bebedouros que não apresentavam filtro tiveram elevados números de turbidez chegando a 25,81 uT, enquanto

os bebedouros que apresentavam filtros, a turbidez manteve-se dentro do que é estabelecido pela legislação.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos e metodologias utilizadas para a elaboração deste estudo, conclui-se que é necessário de maneira periódica a manutenção dos bebedouros e filtros da instituição, a fim de mantê-los higienizados e em funcionamento, bem como, o monitoramento e a avaliação dos parâmetros de qualidade da água destes.

Dos parâmetros microbiológicos analisados, a presença da bactéria *Escherichia coli* não foi observada em nenhuma das amostras indicando, assim, amostras de água livres de contaminação fecal. Quanto ao parâmetro coliformes totais (CT), foram observados resultados positivos quando a assepsia das torneiras dos bebedouros não foi realizada, mostrando assim que é necessária uma limpeza periódica dos bebedouros, mesmo que de maneira externa.

Para o parâmetro físico turbidez, este mostrou-se aceitável em relação ao que exige a legislação. Em relação aos parâmetros químicos, o nitrato, assim como o parâmetro microbiológico CT, teve sua concentração elevada quando não foi realizada a assepsia da torneira, perfazendo que a manutenção e a limpeza são fundamentais para uma água de qualidade. O ferro total teve seus valores dentro do que é exigido, não apresentando risco a saúde. Já o pH apresentou-se ligeiramente ácido, entretanto, em valores próximos ao que exige a legislação, tendo como justificativa a característica da região de onde a água foi coletada. Por fim, os níveis de cloro residual livre estiveram abaixo do exigido, sendo justificado pela presença de filtros nos bebedouros o que diminui sua presença.

Realizando a comparação das médias dos parâmetros analisados com o que é descrito na Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, apenas *E. coli*, CT, ferro total e turbidez satisfazem a legislação.

De maneira geral, é necessário um acompanhamento dos parâmetros, principalmente os que apresentaram-se não conformes em relação ao exigido na portaria. É necessário que medidas sejam adotadas, buscando a periodicidade de limpeza, manutenção e, ainda, conscientização junto aos alunos e funcionários sobre a higiene dos bebedouros.

6 PERSPECTIVAS

Como continuidade deste trabalho recomenda-se a análise de mais parâmetros. Como sugestão: cor aparente, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade, cloretos e ainda bactérias heterotróficas.

Sugere-se que sejam feitas análises da presença de metais pesados na água dos bebedouros.

Recomenda-se que todos os parâmetros sejam analisados na saída do poço artesiano que abastece a universidade.

Aconselha-se ainda, fazer um monitoramento dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos em um número superior a 3 coletas, a fim de que sejam realizadas comparações.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **Doenças ligadas à falta de saneamento geram custo de R\$ 100 mi ao SUS.** (2018) Disponível em: http://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2018-09/doencas-ligadas-falta-de-saneamento-geram-cust_o-de-r-100-mi-ao-sus Acesso em: 20 de mar. de 2019.

ÁGUAS, Maria Paula Caetano e Neves. Pêro Vaz de Caminha: **Carta a EI-Rei D. Manuel sobre o achamento do Brasil.** Lisboa: Expo 98, 1997.

AGUIAR, C.J.B.; HORBE, M.A.; FILHO, S.F.; LOPES, E.S.; MOURA, U.F.; ANDRADE, N.M.; DIÓGENES, H.S. **Carta hidrogeológica da cidade de Manaus.** CPRM-AM. Manaus, Relatório Interno, 1-4. 2014.

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista de Saúde Pública**, v.32, n.2, p. 160-165, 1998.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil 2012.** Brasília: ANA, 2012.

ANDREOLI, C.V.; ANDREOLI, F.N.; DONHA, A.G.; KOTINDA, A.C.P. **A Relação da Qualidade e Quantidade da Água no Ambiente Urbano e Rural.** São Paulo, 2013.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 15thed. 1134p. New York, 1998.

ARAGÃO, Flávia Ilha de. Reservatórios domiciliares em Porto Alegre: **Análise das Características da Qualidade da Água.** 2011. 87f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Escola de Engenharia Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, 2011.

ARAÚJO, T. M., BARAÚNA, A. C., MENESES, C. A. R. Identificação de Escherichia coli em água de bebedouros e nos próprios aparelhos de quatro escolas públicas de Boa Vista – Roraima – Brasil. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica (CONNEP), 2009, Belém. **Anais...** Belém, 2009.

BICUDO, C.E.M.; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B. **Águas do Brasil Análises Estratégicas.** São Paulo, Instituto de Botânica, 2010. 224p.

BRAGA, F.P. **Avaliação do desempenho de uma estação de Tratamento da Água do município de Juiz de Fora – MG.** 2014. 61 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água.** 4 ed. Brasília, DF, 150 p. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 3 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l_9433.htm Acesso em: 20 de mai. de 2019

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. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2011. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html Acesso em 20 de mar. de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.

CARDOSO, R.C.V. Qualidade da água utilizada em escolas atendidas pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) em Salvador - BA. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v.66, n.3, p. 287-291, 2007.

CARVALHO, A.P.M.; SILVA, J.N.; DOS SANTOS, V.S.; FERRAZ, R.R. Avaliação dos parâmetros de qualidade da água de abastecimento alternativo no distrito de Jamacaru em Missão Velha-CE. **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**, São Paulo, v. 7, n.1, p. 35-51, 2017.

CARMO, R.F.; BEVILACQUA, P.D.; BASTOS, R.K.X. Vigilância da qualidade da água para consumo humano: Abordagem qualitativa da identificação de perigos. **Engenharia sanitária ambiental**, v. 13, n.4, p. 426-434, 2008.

CASALI, Carlos ALBERTO. **Qualidade da Água para Consumo Humano ofertada em Escolas e Comunidades Rurais da Região Central do Rio Grande do Sul**. 2008. 173f. Dissertação. (Mestrado em Ciência do Solo). Centro de Ciências Rurais – Universidade Federal de Santa Maria. 2008.

CASTRO, C.M.B. Tratamento de água: **Qualidade das águas naturais Introdução ao Tratamento de Água para consumo humano (Pontos 1 e 2)**. 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Porto Alegre, 1988.

CNRH. Resolução n. 32 de 15 de outubro de 2003. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2003.

COSTA, T de A.; MELO, L. de; CAMPOS, L.M.; SILVA, J.B. da; FABRI, R. L. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de águas de bebedouros de escolas do município de Matias Barbosa, Minas Gerais. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v.7, p.736-741, 2015.

DERISIO, J.C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental**. 4 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

DIVISÕES Hidrográficas do Brasil. **ANA – Agência Nacional de Águas**. (2019c). Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/diviso-es-hidrograficas> Acesso em 06 de mar. de 2019.

DONADIO, N.M.M.; GALBIATTI, J.A.; PAULA, R.C. de. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos no solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, jan./abr.2005.

DUARTE, R.L.; GUEDES, M.C.M.R.; MORAES, M.F. de; BESSA, M.E.; PINTO, M.A. de O. Avaliação Físico-Química e Microbiológica da Qualidade das Águas de bebedouros da Universidade Federal De Juiz De Fora – MG. In: XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2015, Brasília-DF. **Anais...Brasília**, 2015.

EST. Escola Superior de Tecnologia. **Histórico**. (s.d.). Disponível em: <https://est.uea.edu.br/#/sobre> Acesso em: 20 de mar. de 2019.

FEIJÓO, Leandro Totti. O Panorama da Água e no Mundo: Aspectos Geopolíticos sociais e econômicos. **Revista do TRT da 2ª Região**, São Paulo, n. 11/2012, p. 35-65.

FERREIRA, M.; BUENO, P.S.S.; SOUZA, M.A. de; JÚNIOR, A.F.G.; FILHO, E.X.S. **Avaliação físico-química e microbiológica da água disponível para consumo humano nos bebedouros e torneiras da faculdade Montes Belos em São Luís de Montes Belo – GO**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Faculdade Montes Belos Graduação em Farmácia. São Luiz de Montes Belos-GO, 2015.

FREITAS, V.P.S.; BRIGIDO, B.M.; BADOLATO, M.I.C.; ALABURDA, J. Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.61, n.1, p. 51-58, 2002.

GALÚCIO, Vanessa Costa Alves. **Análise microbiológica da água procedente dos bombeamentos que abastecem o município de Parintins – Amazonas**. 2012. 89f. Dissertação. (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais). Escola Superior de Ciências da Saúde – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus. 2012.

GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**. São Paulo: Edgard Bücher, 1998.

GONÇALES, S.C.B.; MIRANDA, J.S.N. Caracterização da qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Alter do Chão, estudos de caso das estações da rede de monitoramento de águas subterrâneas (Rimas – CPRM) no Município de Manaus-AM. In: XVIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, São Paulo – SP, **Anais...** São Paulo, 2014.

GOOGLE EARTH. **O globo mais detalhado do mundo**. (2019). Disponível em: https://www.google.com.br/intl/pt-BR_ALL/earth/ Acesso em: 25 de mai. de 2019.

G1. Globo.com. **Aquífero Alter do Chão é a maior reserva de água descoberta até o momento**. (2019). Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/santarem-regiao/bom-dia-santarem/videos/t/edicoes/v/aquifero-alter-do-chao-e-a-maior-reserva-de-aqua-descoberta-ate-o-momento/6599709/> Acesso em 31 de mai. de 2019.

HACH. **2100Q y 2100Qis – Manual del usuario**. 4 edición, 12/2017.

HACH COMPANY. **DR3900 Spectrophotometer – Procedures Manual**. 2nd ed. June, 2007.

HELLER, L; DE PÁDUA, V.L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2ªed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. 859 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil: **uma visão geográfica e ambiental no início do século XXI**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, Coordenação de Geografia, 2016. 435p.

IMBIRIBA, Manoel; MELO, Homero Reis de. Aquífero Alter do Chão: Análises Químicas *in Loco* dos Poços Construídos pelas Rimas (SGB-CPRM). In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2013, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Rio Grande do Sul, 2013, p.1-6.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 2ª ed. Campinas, SP: Editora, Átomo, 2008.

MACEDO, T.de L.; REMPEL, C.; MACIEL, M.J. Análise Físico-Química e Microbiológica de águas de poços artesianos em um município do Vale do Taquari – RS. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 1, p.58-65, 2018.

MATOS, A.S. de; ROCHA, C.R.; OLIVEIRA, M.A. de. Bacias Hidrográficas e Gestão dos Recursos Hídricos: O Caso da Região Hidrográfica Atlântico Leste. **Geopauta**, v.02, p. 05-16, 2018.

MELLO, C. N.; RESENDE, J.C. de P. Análise Microbiológica da água dos bebedouros da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais *campus* Betim. **Sinapse Múltipla**, Minas Gerais, v. 4, n.1, p.16-28, 2015.

MEYER, S.T. O uso do Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública. **Cadernos Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 10, n.1, p.99-110,1994.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Consumo Sustentável: **Manual de Educação**. Brasília: Consumers International/MMA/MEC/IDEC, 2005. 160 p.

MOITA, R.; CUIDO, K. Aspectos Gerais da Qualidade da Água no Brasil. In: Reunião Técnica sobre Qualidade da Água para Consumo Humano e Saúde no Brasil, 1991. Brasília. **Anais ...** Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria do Meio Ambiente, 1991. P.1-6.

NETO, R.M.R.; BEZERRA, H.P.; CAMPOS, V.B.; SIQUEIRA, K.F.; ALMEIDA, W.L. Avaliação do sistema de tratamento e da qualidade das águas de abastecimento público em Laranjal do Jari, AP. **Scientia plena**, Amapá, v. 9, n.11, 2013.

NISHI, L.; VIEIRA, A.M.S.; VIEIRA, M.F.; SILVA, G.F.; BERGAMASCO, R. Application of hybrid process of coagulation/flocculation and membrane filtration for the removal of protozoan parasites from water. **Procedia Engineering**, v.42, p. 148-160, 2012.

OLIVEIRA, Manoel Alves de. **Condições Ambientais e Alterações na Paisagem relacionadas à instalação de Reservatórios de Água na Bacia do Rio Gavião – Centro Sul da Bahia**. 2012, 246 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde. **OMS: 2,1 bilhões de pessoas não tem água potável em casa e mais do dobro não dispõem de saneamento seguro**. (2017). Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5458:oms-2-1-bilhoes-de-pessoas-nao-tem-agua-potavel-em-casae_mais-do-dobro-nao-dispoem-de-saneamento-seguro&Itemid=839 Acesso em 20 de mar. de 2019.

PEDROSA, C.A.; CAETANO, F.A. **Águas Subterrâneas**. ANA – Superintendência de Informações Hidrológicas – SIH. Brasília, DF. Agosto/2002, 85 p. 2002.

PEREIRA, S.F.P.; COSTA, A.C.; CARDOSO, E.S.C.; CORRÊA, M.S.S.; ALVES, D.T.V.; MIRANDA, R.G.; OLIVEIRA, G.R.F. Condições de potabilidade da água consumida pela população de Abaetetuba – PA. **Revista de Estudos Ambientais**, v.12, n.1, p.50-62, 2010.

POPULATION PYRAMID. **Pirâmides Populacionais do Mundo desde 1950 até 2100**. Disponível em: <https://www.populationpyramid.net/> Acesso em 10 de mai. de 2019.

PORTO, M.F.A.; LA LAINA, R. Gestão de Bacias Hidrográficas. **Estudos Avançados.**, v.22, n.68, p.43-60, 2008.

QUANTIDADE de água. **ANA – Agência Nacional de águas.** (2019b). Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua> Acesso em 09 de fev. de 2019.

REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. Águas Doces no Brasil: **Capital Ecológico, Uso e Conservação.** 3ª ed. São Paulo, SP: Escrituras, 2006. 748 p.

RIBEIRO, Wagner Costa. **Geografia Política da Água.** São Paulo: Annablume, 2008.

RICHTER, C.A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento.** Edgard Blucher, 2009.

RIEDEL, Guenther. **Controle Sanitário dos Alimentos.** 3ª ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

ROBERTO, Marília Lima. **Avaliação da Qualidade da Água Bruta, Tratada e Distribuída de um estabelecimento produtor e comercializador de alimentos.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Juiz de Fora – Faculdade de Farmácia, Juiz de Fora, 2018.

SALGADO, S. R. T. **Estudos dos parâmetros do decaimento do cloro residual em sistema de distribuição de água tratada considerando vazamento.** 2008. 145f. Dissertação (Mestrado em Hidráulico e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2008.

SANTOS, Ana Paula da Silveira. **Avaliação da Qualidade da Água de Poços Artesianos Utilizados no Abastecimento Público do Município de Carlos Gomes – RS, através de Análises Físico-químicas, Microbiológicas e testes toxicológicos.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim – Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Erechim, 2017.

SCURACCHIO, P. A. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos – SP.** 57f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) Universidade Estadual Paulista. Araraquara, 2010.

SCURACCHIO, P.A.; FILHO, F.A. Qualidade da água utilizada para consumo em escolas e creches no município de São Carlos – SP. **Alim. Nutr.**, v.22, n.4, p.641-647, 2011.

SILVA, Marcos António Duarte da. **Direito internacional à água.** Universidade Autónoma de Lisboa, 2011.

SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais.** Petrópolis, RJ: Vozes, 1983.

SITUAÇÃO da Água no Mundo. **ANA – Agência Nacional de Águas.** (2019a). Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/agua-no-mundo> Acesso em 09 de fev. de 2019.

SOUZA, C.A.B.; OLIVEIRA, E.L.; AVELINO, M.B.; RODRIGUES, R.C.D.; RODRIGUES, M.P.; FERREIRA, M.A.F.; MEDEIROS, W.R. Qualidade da água consumida em unidades de educação infantil no município de Mossoró – RN. **Revista Ciência Plural**, v.1, n.2, p. 57-67, 2015.

SPERLING, M.V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2017.

TRATA BRASIL. Esgotamento sanitário inadequado e impactos na saúde da população: **Atualização do diagnóstico da situação nas 100 maiores cidades brasileiras**. Trata Brasil saneamento é saúde, 2013.

TELLES, Dirceu D'Alkmin. **Ciclo Ambiental da Água: da chuva à gestão**. São Paulo: Blucher: Schneider, 2013.

THAME, Antônio Carlos Mendes. **A Cobrança pelo Uso da Água na Agricultura**. Embu, São Paulo: IQUAL Editora, 2004.

TRINDADE, G. de A. da; SÁ-OLIVEIRA, J.C.; SILVA, E.S. Avaliação da qualidade da água em três Escolas Públicas da Cidade de Macapá, Amapá. **Biota Amazônia**, Macapá, v.5, n.1, p. 116-122, 2015.

WACHINSKI, Marlon Celso. **Análise microbiológica da água consumida diretamente de bicas d'água na cidade de Canoinhas/SC**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas. Florianópolis, SC, 2013.

WWF-Brasil. Água para todos: **Livro das Águas**. Brasília: WWF-Brasil, 2006.