UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

FERNANDA DEVALIERE VERGÍNIA

MONITORAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE IMBITUBA-SC

Tubarão

2017

FERNANDA DEVALIERE VERGÍNIA

MONITORAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE IMBITUBA-SC

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química Bacharelado da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Química.

Orientador: Prof. Dr. Jair Juarez João

Tubarão

2017

FERNANDA DEVALIERE VERGÍNIA

MONITORAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO MUNICIPIO DE IMBITUBA-SC

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Química e aprovado em sua forma final pelo Curso de Química Bacharelado da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 29 de junho de 2017.

Professor e orientador Jair Juarez João, Dr.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Maria Ana Pignatel Marcon Martins, Dra.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Jucilene Feltrim, MSc
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico esse trabalho aos meus pais Jucemar e Lúcia Luiza, pela educação e apoio nas horas mais difíceis, pelo incentivo e a presença em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela dádiva da vida.

Aos meus pais Jucemar Machado Vergínia e Lúcia Luíza Devaliere Vergínia, pelos primeiros ensinamentos, por toda confiança e apoio no decorrer do curso.

Ao meu esposo Leandro Bechtold, por toda compreensão e paciência.

Aos amigos que me motivaram durante todo o tempo de graduação.

A empresa Serrana Engenharias, que possibilitou a realização do estágio.

Ao meu orientador Jair Juarez João.

À Universidade do Sul de Santa Catarina e ao Curso de Química Industrial que oportunizaram a realização deste trabalho.

A todos os envolvidos nessa conquista, deixo aqui meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A água é a substância de maior abundância do planeta, embora encontradas com diferentes características e em lugares e quantidades distintas. A saúde humana está relacionada a uma água segura, adequada para o consumo e isenta de matérias orgânicas, inorgânicas e protozoários causadores de doenças. No entanto, sabe-se que grande parte da água doce disponíveis se encontram em desconformidade. Com relação à necessidade de água potável para a sobrevivência humana, a empresa responsável pela distribuição de água tratada para o munícipio de Imbituba localizada no Sul Catarinense, visa monitorar os parâmetros físicos, químicos e biológicos no sistema de tratabilidade de água, desde a sua captação até a distribuição da mesma. Avaliando assim, a eficiência da estação de tratamento convencional em cada etapa como: floculação; decantação, filtração e desinfecção, comparando valores com o descrito na legislação vigente. Os resultados demonstram que as análises realizadas nos meses em estudo, estão dentro do padrão da qualidade de água estabelecida na Portaria Nº 2.914.

Palavras-chave: Turbidez. E.Coli. Potável.

ABSTRACT

Water is the most abundant substance in the world, although it is finding in different features, places and quantities. The human health is related to the quality of the water, which must be suitable for consumption and organic/inorganic matter- and pathogens-free. However, it is know that most part of available fresh water is not in compliance. In relation to the necessity of safe water to the human survival, the company responsible for distribution of treated water in the municipality of Imbituba, located in southern of Santa Catarina, aims monitoring the physical, chemical and biological parameters in the water treatment system, from its harvesting to its distribution. Evaluating, therefore, the efficacy of the standard treatment plant in each step, such as: flocculation, decantation, screening and disinfection, comparing the resulting values to the values described in the current legislation. The findings demonstrate that the analyses performed during the study are within in the water quality standard established in ordinance Nº 2,914.

Key-words: Turbidity. E.Coli. Drinkable.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Percentual da Distribuição de água doce disponível na Terra 15
Figura 2 - Relação entre a disponibilidade Hídrica e a população. 16
Figura 3 - Fluxograma típico da tecnologia de filtração lenta. 27
Figura 4 - Fluxograma típico da tecnologia de filtração direta em linha. 28
Figura 5 - Fluxograma típico da tecnologia de filtração direta 28
Figura 6 - Fluxograma típico de tecnologia de tratamento convencional 28
Figura 7 - Calha Parshall 32
Figura 8 – Floculadores da ETA 33
Figura 9 - Decantadores da ETA. 33
Figura 10 – Filtros da ETA 34
Figura 11 - Tipos de equipamentos e parâmetros analisados 35
Figura 12 – pHmetro DM-2P 36
Figura 13 – Turbidímetro DM-TU 37
Figura 14 – Colorímetro DM-Cor 38
Figura 15 - Chlorine 39
Figura 16 - Fluorine 40
Figura 17 - Aparelho para a determinação de Ferro. 41
Figura 18 - Limites máximos permissíveis dos parâmetros físico-química analisados, fazendo um comparativo de resultados colhidos nas análises com VMP da Portaria 2.914 48
Figura 19 - Resultados das análises biológicas dos meses de Abril e Junho de 2017. 49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
2 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA 13
3 OBJETIVOS 14
3.1 OBJETIVO GERAL 14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 15
4.1 ÁGUA 15
4.2 QUALIDADE DA ÁGUA 16
4.3 PADRÃO DE POTABILIDADE 17
4.4 ASPECTOS DA ÁGUA 20
4.4.1 Características Físicas 20
4.4.1.1 Cor 20
4.4.1.2 Turbidez 20
4.4.1.3 Potencial Hidrogeniônico (pH) 21
4.4.2 Características Químicas 21
4.4.2.1 Ferro e Manganês 21
4.4.3 Características Biológicas 21
4.5 PROCEDIMENTOS PARA O TRATAMENTO DA ÁGUA 23
4.5.1 Coagulação 23
4.5.2 Floculação 24
4.5.3 Decantação 24
4.5.4 Filtração 25
4.5.5 Desinfecção e Fluoretação 25
4.5.6 Teste de Jarros 26
5 TIPOS DE ETA'S 27
6 MATERIAIS E MÉTODOS 30
6.1 CAPTAÇÃO DA ÁGUA BRUTA 31
6.2 PROCESSO DE TRATABILIDADE DA ÁGUA 31
6.3 PLANO DE MONITORAMENTO: ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA 34
6.3.1 Análises Físico-Química realizadas 35
6.3.1.1 pH 35
6.3.1.2 Turbidez 36

6.3.1.3 Cor 37
6.3.1.4 Cloro 38
6.3.1.5 Flúor 39
6.3.1.6 Ferro 40
6.3.1.7 Manganês 41
6.4 ANÁLISES BIOLÓGICAS REALIZADAS 42
7 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 43
7.1 PH 43
7.2 COR 44
7.3 TURBIDEZ 45
7.4 CLORO 47
7.5 FLÚOR 48
7.6 BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS, COLIFORMES TOTAIS E ESCHERICHIA COLI. 49
8 CONCLUSÃO 50
REFERÊNCIAS 51
ANEXOS 52
ANEXO 01 – PADRÃO MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO 53
ANEXO 02 – ART. 27º. A ÁGUA POTÁVEL DEVE ESTAR EM CONFORMIDADE COM PADRÃO MICROBIOLÓGICO 54
ANEXO 03 – PADRÕES DE POTABILIDADE PARA SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS QUE REPRESENTAM RISCO À SAÚDE. 55
ANEXO 04- PADRÃO ORGANOLÉPTICO DE POTABILIDADE. 57
APÊNDICE 58
APÊNDICE 01 – FLUXOGRAMA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA CONVENCIONAL DE IMBITUBA-SC. 59
APÊNDICE 02 – LOCALIZAÇÃO RIO D'UNA 60

1 INTRODUÇÃO

A água atribui papel importante na vida humana e no meio ambiente, tornando-se insubstituível, pois, qualquer ser vivo existente no planeta terra, necessita desse líquido para sua sobrevivência. Segundo Libânio, Marcelo, 2005, a caracterização mais exata das alterações prejudiciais na qualidade das águas naturais relaciona-se ao uso que se faz do recurso hídrico. Desta forma, o tratamento de água é indispensável, pois, consiste na remoção de impurezas e contaminantes. Isso porque a água quando bruta, contém resíduos das substâncias presentes no meio ambiente como microrganismos e sais minerais, necessitando assim, de tratamentos para remove-las, sendo que podem ser prejudiciais a vida humana.

Para que tenhamos uma água de qualidade, ela precisa ser pura e saudável, ou seja, livre de matérias suspensa visível, cor, gosto e odor, de quaisquer substâncias orgânicas ou inorgânicas que possam produzir efeitos fisiológicos prejudiciais e quaisquer organismos capazes de provocar enfermidades. Para isso, é preciso que ela passe por processos de tratamentos físicos, químicos e biológicos, para que haja o fornecimento da água com qualidade para o consumo humano.

Para o tratamento da água são diversos os tipos de tecnologias que podem ser empregadas. Essas tecnologias possuem basicamente, três fases nas quais processos e operações unitárias fazem parte como: *clarificação, filtração* e *desinfecção.* Sendo que as tecnologias utilizadas podem ser classificadas como *filtração lenta, filtração direta em linha, filtração direta, tratamento convencional.*

O monitoramento da água tratada é realizado diariamente, sua frequência é devido a importância que esses parâmetros analisados trazem a nossa saúde, o monitoramento de rotina segue as especificações da Portaria nº 2.914.

Considerando que o presente trabalho, também têm o objetivo de avaliar o sistema de tratamento de água de uma estação convencional.

2 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA

A água é um dos recursos naturais de maior importância, pois, todos os tipos de vida existentes na terra dependem desse líquido do qual está sendo ameaçado em todo o planeta.

O tratamento de água é fundamental para a saúde da população, pois, consiste na remoção de impurezas e contaminantes antes de destiná-la ao consumo humano. Isso porque a água quando bruta, contém resíduos das substâncias presentes no meio ambiente como microrganismos e sais minerais, necessitando assim, de tratamentos para remover às impurezas que podem ser prejudiciais a vida humana.

Diante deste contexto, a empresa que opera uma estação de tratamento de água - ETA para abastecimento público na região de Imbituba-SC, possibilitou a realização deste estudo em sua unidade, com objetivo de avaliar as metodologias implantadas no controle dos parâmetros físico-químico e biológicos da água. Este tipo monitoramento é de extrema importância em Estação de Tratamento de Água, pois, durante o processo de tratamento a água de lago, rio, chuva, etc., é transformada em água potável, ocorrendo assim, a remoção de poluentes inorgânicos, orgânicos, materiais insolúveis, metais pesados, material orgânico não biodegradável, sólidos em suspensão, cor, etc. Importante ressaltar que estes poluentes alteram as propriedades físico- química ou biológica da água que origine condições nocivas à saúde, à segurança e ao bem estar do ser humano e do meio ambiente.

Diante disto, pergunta-se, os parâmetros analisados e o processo físico-químicos de empresa de tratamento de água, são suficientes para garantir uma água potável e dentro dos valores permitidos na legislação?

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar através de monitoramento os aspectos físico-químicos, biológicos e normativos da água tratada em estação do sul de Santa Catarina.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar a caracterização física, química e biológica da água.

Especificar o procedimento para o tratamento da água.

Relatar o processo de tratabilidade da água.

Descrever plano de monitoramento físico-químico e biológico.

Interpretar os resultados obtidos.

Analisar o processo de tratabilidade da água.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

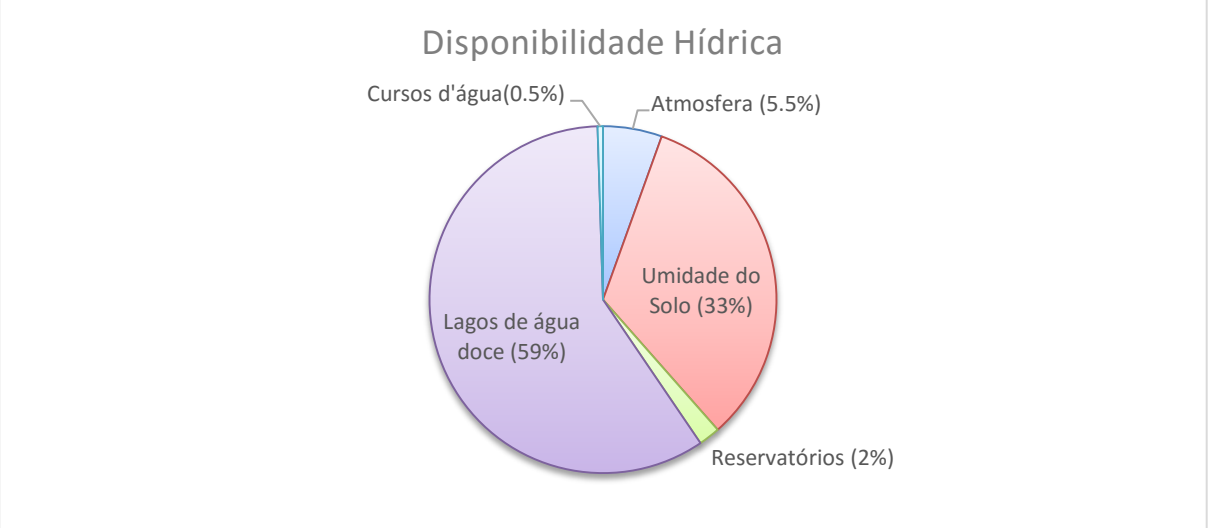
4.1 ÁGUA

A água é um dos recursos naturais mais importantes, mas frequentemente a esquecemos. Nós a usamos, desperdiçamos, poluímos, sem pensar no futuro, esquecendo-se que todos os tipos de vida existentes na terra dependem desse líquido que está ameaçado em todo o planeta.

> Ela é a condição essencial de vida de todo ser vegetal, animal ou humano. Sem ela não poderíamos conceber como são a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou a agricultura (UNIDAS, 1992).

Estima-se que o volume de água no planeta é 1,5 x 10^9 km^3, sendo que aproximadamente 97% corresponde aos mares, oceanos e lagos de água salgada. Ainda que a dessalinização possa ser aplicada em situações especiais, a água disponível constitui-se na principal fonte de abastecimento. Da parcela de água doce, 99% constituem-se de água subterrânea – 72%, e de geleiras – 27% e o restante dividem-se conforme apresentada na imagem 1. (Libâno; Marcelo, 2005)

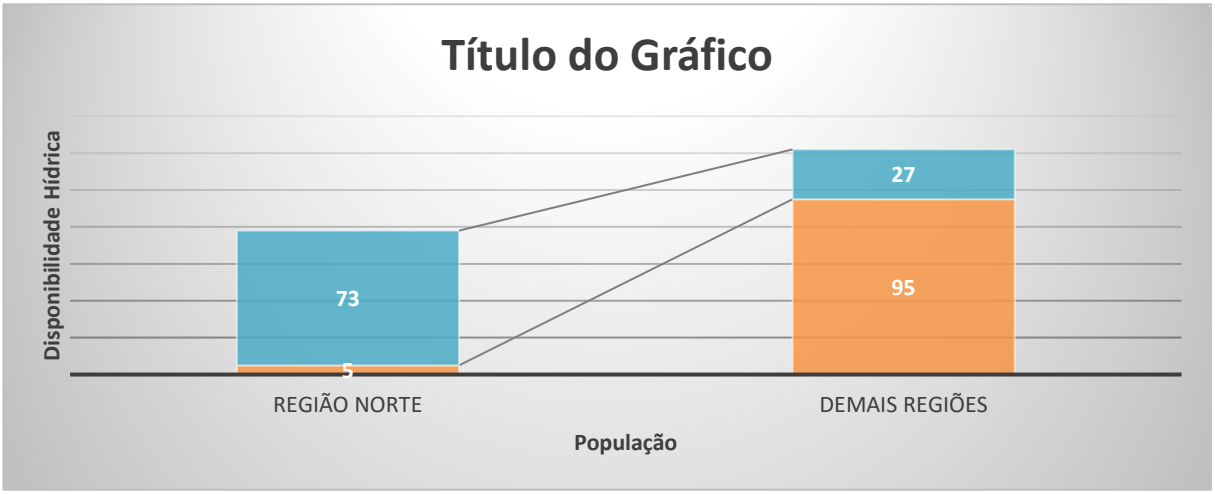
Figura 1 - Percentual da Distribuição de água doce disponível na Terra



Fonte: Libânio; Marcelo, 2005.

Embora seja vultoso a disponibilidade hídrica quando comparada à de outros países do Planeta, o Brasil apresenta uma desuniformidade na distribuição de água de acordo com a população. A análise da Figura 1, comprova essa desigualdade.

Figura 2 - Relação entre a disponibilidade Hídrica e a população.



Fonte: Libânio; Marcelo, 2005.

O Brasil contém 8% da reserva de água doce do planeta. Cerca de 80% estão localizadas na região amazônica, onde habita uma pequena parcela da população brasileira. Apenas 20% das reservas hídricas estão disponíveis para o consumo de 95% da população, mostrando assim, que a distribuição de água no nosso território não é uniforme. (NETTO; RICHTER, 2000).

Percebe-se, a partir da Figura 2, que quase toda a população brasileira (95%) habita as quatro regiões (Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-oeste) que corresponde aproximadamente (27%) da disponibilidade hídrica do País, mostrando assim, a desigualdade da distribuição de água no país.

4.2 QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade da água pode ser definida através da sua composição química, física e bacteriológica. As propriedades desejáveis da água irão depender para qual finalidade ela terá. Para o consumo humano, há a necessidade de ser uma água pura e saudável, ou seja, livre de matérias suspensa visível, cor, gosto e odor, de quaisquer substâncias orgânicas ou inorgânicas que possam produzir efeitos fisiológicos prejudiciais e quaisquer organismos capazes de provocar enfermidades.

A avalição da sua qualidade, tendo como base uma ou em poucas análises, frequentemente é acarretada em erros, pois, a qualidade da água está ligada a inúmeros fatores, podendo apresentar grande variação no decorrer do tempo, e só pode ser suficientemente

conhecida através de uma série de análises, que abranja as diversas estações do ano. (NETTO; RICHTER, 2000).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) estima-se que mais de 25 milhões de pessoas no mundo morrem por ano em virtude de doenças transmitidas pela água, como hepatite A, cólera; diarreia; rotavírus, leptospirose e febre tifoide.

4.3 PADRÃO DE POTABILIDADE

O conceito de qualidade encontra-se relacionado a utilização e as características apresentadas pela água, por sua vez determinadas pelas substâncias nela encontrada. Para a avaliação das características são utilizados parâmetros de qualidade que são divididos em físicos, químicos e biológicos. O padrão de potabilidade da água é composto por um conjunto de características que lhe confere qualidade própria para o consumo humano.

No Brasil, estes padrões são estabelecidos segundo a definição da Organização Mundial da Saúde (OMS), onde estes foram regulamentados pela Portaria Nº 2.914 de 12/12/2011 que estabelece os valores máximos de potabilidade - VMP da água para consumo humano.

O capítulo V da Portaria nº 2.914 trata dos padrões de potabilidade da água começando com os microbiológicos para o consumo humano, conforme (Anexo 01). Mostrando os valores máximo permitido para cada tipo de parâmetro, indicando se há contaminação por coliforme fecal, averiguando-se a eficiência de tratamento.

O Art. 27º desta portaria, relata que água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico, (conforme anexo 02), pois, quando não demonstram resultados satisfatórios, as amostras são coletadas novamente em dias sucessivos e feitas análises novamente, até apresentarem resultados satisfatórios. Quando esses padrões não forem cumpridos, medidas corretivas devem ser tomadas imediatamente.

Segundo o Art. 28º desta portaria,

> A determinação de bactérias heterotróficas deve ser realizada como um dos parâmetros para avaliar a integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede). § 1º A contagem de bactérias heterotróficas deve ser realizada em 20% (vinte por cento) das amostras mensais para análise de coliformes totais nos sistemas de distribuição (reservatório e rede). § 2º Na seleção dos locais para coleta de amostras devem ser priorizadas pontas de rede e locais que alberguem grupos populacionais de risco à saúde humana. § 3º Alterações bruscas ou acima do usual na contagem de bactérias heterotróficas devem ser investigadas para identificação de irregularidade e providências devem ser adotadas para o restabelecimento da integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede), recomendando-se que não se ultrapasse o limite de 500 UFC/mL. (BRASIL, 2011)

Com isso, foi criado o artigo 29º da portaria nº2.914 onde recomenda-se a inclusão de monitoramento de vírus entéricos no(s) ponto(s) de captação da água proveniente(s) de manancial(is) superficial(is) de abastecimento, com o intuito de dar o suporte necessário para estudos de avaliação de risco microbiológico. (BRASIL, 2011)

Para a garantia da qualidade microbiológica da água, foi criado o artigo 30º para a complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, onde precisa ser atendido o padrão de turbidez da água, conforme mostra a imagem 1. (BRASIL, 2011)

> § 1º Entre os 5% (cinco por cento) dos valores permitidos de turbidez superiores ao VMP estabelecido no Anexo II a esta Portaria, para água subterrânea com desinfecção, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 uT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).
> § 2º O valor máximo permitido de 0,5 uT para água filtrada por filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta), assim como o valor máximo permitido de 1,0 uT para água filtrada por filtração lenta, estabelecidos no Anexo II desta Portaria, deverão ser atingidos conforme as metas progressivas definidas no Anexo III a esta Portaria.
> § 3º O atendimento do percentual de aceitação do limite de turbidez, expresso no Anexo II a esta Portaria, deve ser verificado mensalmente com base em amostras, preferencialmente no efluente individual de cada unidade de filtração, no mínimo diariamente para desinfecção ou filtração lenta e no mínimo a cada duas horas para filtração rápida. (BRASIL, 2011)

Imagem 1- Padrões de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção.

Tratamento da água	VMP[1]
Desinfecção (para águas subterrâneas)	1,0 uT[(2)] em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	0,5[(3)] uT[(2)] em 95% das amostra
Filtração lenta	1,0[(3)] uT[(2)] em 95% das amostras

Fonte: BRASIL, 2011.

1- Valor máximo permitido
2- Unidade de Turbidez,
3- Este valor deve atender ao padrão de turbidez de acordo com o especificado no § 2º do art. 30.

O monitoramento mensal de Escherichia coli no(s) ponto(s) de captação de água, deve ser empregado para sistemas de abastecimento e soluções alternativas coletivas de abastecimento, conforme descrito no artigo 31º da portaria em estudo. (BRASIL, 2011)

> § 1º Quando for identificada média geométrica anual maior ou igual a 1.000 Escherichia coli/100mL deve-se realizar monitoramento de cistos de Giardia spp. e oocistos de Cryptosporidium spp. no(s) ponto(s) de captação de água.
> § 2º Quando a média aritmética da concentração de oocistos de Cryptosporidium spp. for maior ou igual a 3,0 oocistos/L no(s) pontos(s) de captação de água, recomenda-se a obtenção de efluente em filtração rápida com valor de turbidez menor ou igual a 0,3 uT em 95% (noventa e cinco por cento) das amostras mensais ou uso de processo

> de desinfecção que comprovadamente alcance a mesma eficiência de remoção de oocistos de Cryptosporidium spp.
> § 3º Entre os 5% (cinco por cento) das amostras que podem apresentar valores de turbidez superiores ao VMP estabelecido no § 2º do art. 30 desta Portaria, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser menor ou igual a 1,0 uT, para filtração rápida e menor ou igual a 2,0 uT para filtração lenta.
> § 4º A concentração média de oocistos de Cryptosporidium spp. referida no § 2º deste artigo deve ser calculada considerando um número mínino de 24 (vinte e quatro) amostras uniformemente coletadas ao longo de um período mínimo de um ano e máximo de dois anos. (BRASIL, 2011)

Em relação às substâncias químicas que apresentam riscos a saúde, a Portaria nº 2.914 estipula os padrões de potabilidade, conforme anexo 03.

O artigo 37º relata que a água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco à saúde e cianotoxinas.

> § 1º No caso de adição de flúor (fluoretação), os valores recomendados para concentração de íon fluoreto devem observar a Portaria nº 635/GM/MS, de 30 de janeiro de 1976, não podendo ultrapassar o VMP.
> § 2º As concentrações de cianotoxinas desta Portaria devem representar as contribuições da fração intracelular e da fração extracelular na amostra analisada.
> § 3º Em complementação ao previsto esta Portaria, quando for detectada a presença de gêneros potencialmente produtores de cilindrospermopsinas no monitoramento de cianobactérias previsto no § 1º do art. 40 desta Portaria, recomenda-se a análise dessas cianotoxinas, observando o valor máximo aceitável de 1,0 μg/L.
> § 4º Em a esta Portaria, quando for detectada a presença de gêneros de cianobactérias potencialmente produtores de anatoxina-a(s) no monitoramento de cianobactérias previsto no § 1º do art. 40 a esta Portaria, recomenda-se a análise da presença desta cianotoxina. (BRASIL, 2011)

Relata também, que a água potável deve estar conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco à saúde e cianotoxinas, conforme anexo 04.

A água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco à saúde e cianotoxinas, conforme anexo 04.

> § 1º Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.
> § 2º Recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2 mg/L.
> § 4º Para os parâmetros ferro e manganês são permitidos valores superiores ao VMPs estabelecidos na portaria, desde que sejam observados os seguintes critérios:
> I - os elementos ferro e manganês estejam complexados com produtos químicos comprovadamente de baixo risco à saúde, conforme preconizado no art. 13 desta Portaria e nas normas da ABNT;
> II - os VMPs dos demais parâmetros do padrão de potabilidade não sejam violados;
> III - as concentrações de ferro e manganês não ultrapassem 2,4 e 0,4 mg/L, respectivamente.
> § 5º O responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água deve encaminhar à autoridade de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios informações sobre os produtos químicos utilizados e a comprovação de baixo risco à saúde, conforme preconizado no art. 13 e nas normas da ABNT. (BRASIL, 2011)

4.4 ASPECTOS DA ÁGUA

As características físicas, químicas e biológicas das águas naturais sucedem uma vasta gama de processos que acontecem na estrutura hídrica e na bacia hidrográfica, com a decorrência das mencionadas capacidades de dissolução de uma ampla série de substâncias e de meio de transporte pelo escoamento superficial e subterrâneo.

4.4.1 Características Físicas

As características físicas da água vão depender de que tipo de matéria particulado e organismos vivos estão presentes nela, pois, a presença de substâncias contidas na água, seja ela de origem animal ou vegetal, modifica sua coloração tornando seu aspecto físico indesejável, que consequentemente afeta sua aceitabilidade, podendo também provocar risco patológicos à saúde.

Segundo Di Bernardo (2003), as características físicas da água apresentam importância relativamente baixa do ponto de vista sanitário, porém elas podem ser fundamentais na seleção da tecnologia do tratamento da água.

4.4.1.1 Cor

A água quando pura apresenta aspecto transparente. A presença de substâncias que podem estar dissolvidas ou em suspensão pode afetar a cor da água, dependendo-se da natureza e da quantidade de materiais presentes. A cor na água é devida a ácidos húmicos e tanino, dos quais são naturais da decomposição de vegetais e, assim, não representam riscos algum para a saúde. (NETTO; RICHTER, 2000).

4.4.1.2 Turbidez

A turbidez é uma característica da água que se dá pela presença de partículas suspensas na água variando o seu tamanho desde suspensões grosseiras aos coloides, dependendo do grau de turbulência. A presença dessas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, causando na água um aspecto turvo, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa. A turbidez pode ser causada por uma variedade de materiais, tais como partículas de argila ou lodo, descarga de esgoto doméstico ou industrial ou até mesmo a presença de um grande número de microrganismos. (NETTO; RICHTER, 2000).

4.4.1.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O termo pH é utilizado para expressar a intensidade de uma condição ácida ou alcalina de uma determinada solução. Trata-se de medir a concentração de íon hidrogênico ou sua atividade, importante em cada fase do tratamento, sendo referido frequentemente na coagulação, floculação. (NETTO; RICHTER, 2000).

4.4.2 Características Químicas

A característica química da água, se dá pela presença de materiais químicos presentes na água, muitos deles são prejudiciais à saúde como por exemplo o Ferro e Alumínio que quando em excesso trazem danos à saúde.

4.4.2.1 Ferro e Manganês

O Ferro e Manganês geralmente estão presentes nas águas brutas na forma de bicarbonatos. Suas concentrações podem variar grandemente dependendo da região. Os depósitos de ferro, sendo muito porosos, permite a possibilidade de produtos altamente corrosivos se concentrarem debaixo deles.

> Certos sais férricos e ferrosos como os cloretos, são bastante solúveis nas águas. Os sais ferrosos são facilmente oxidados nas águas naturais de superfície, formando hidróxidos férricos insolúveis, que tendem a flocular e decantar ou a serem adsorvidos superficialmente, razão pela qual a ocorrência de sais de ferro em águas superficiais bem aeradas dificilmente se das concentrações de elevado teor. (RICHTER et al., 1998, p 33).

O manganês quando presente nas águas causa inconvenientes semelhantes, porém muito mais graves do que os provocados pela impureza de ferro. Os processos gerais de remoção são semelhantes para os compostos de ambos.

4.4.3 Características Biológicas

As características biológicas das águas são determinadas por meios de exames bacteriológicos e hidrobiológicos. Estes exames são capazes de detectar diversos tipos de organismos presentes no meio aquático, os quais devem ser eliminados para o consumo. No

entanto, estes organismos possuem papeis fundamentais na vida aquática, tal como alimento para outros animais ou até mesmo para o próprio ser humano.

As bactérias do grupo coliforme habitam normalmente o intestino de homens e animais, servindo, portanto, como indicadoras da contaminação de uma amostra de água por fezes. Como a maior parte das doenças associadas com a água é transmitida por via fecal, isto é, os organismos patogênicos, ao serem eliminados pelas fezes, atingem o ambiente aquático, podendo vir a contaminar as pessoas que se abasteçam de forma inadequada desta água. (BRASIL, 2006).

Contudo, podemos analisar que as bactérias do tipo coliformes podem ser utilizadas como indicadoras de contaminação de água, pois, quanto maior for a quantidade de coliformes em uma determinada amostra de água natural, maior é a capacidade de contaminação por organismos patogênicos.

> As doenças de veiculação hídrica, causadas por bactérias, vírus, protozoários, helmintos e outros micro-organismos patogênicos são os problemas de saúde públicas mais comuns dos países em desenvolvimento. Essas doenças transmitem-se principalmente por meio de excretas de origem humana ou animal, por sua introdução nas fontes de água, tornando-a imprópria para o consumo humano. A transmissão dessas doenças pode ocorrer de forma direta ou indireta: na ingestão direta da água, no preparo dos alimentos, na higiene pessoal, na agricultura, na indústria e lazer. As bactérias constituem-se nos mais numerosos seres distribuídos na natureza, sendo os micro-organismos mais amplamente difundidos na água. Algumas bactérias apresentam formas resistentes, esporuladas, que podem permanecer inativas em condições inadequadas, podendo reativar-se com o retorno de condições propícias. Em geral, são úteis para o homem na degradação da matéria orgânica morta, no tratamento de águas residuárias etc. No entanto, são mais conhecidas devido ao caráter patogênico de várias espécies que ocasionam doenças no homem, nos animais e nos vegetais. São os principais agentes das doenças de veiculação hídrica. Os principais micro-organismos presentes na água contaminada são Salmonella spp., Shigella spp., Escherichia coli e Vibrio cholerae, e são responsáveis pelos numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas – como a febre tifoide – que constituem grave risco para a saúde humana. (BRASIL, 2006)

Existem outros meios de contaminação que se encontram relacionadas com a água, com a presença de protozoários e helmintos presentes na água, são causadores da maior parte de infecção parasitárias no homem. Como são diversas as infecções que podem ser causadas por esses protozoários, podemos citar a amebíase, giardíase e a balantidíase.

Algumas helmintíases, como a esquistossomose, possuem caráter endêmico e são graves problemas de saúde pública no Brasil. Helmintíases intestinais podem também ser adquiridas pela água (ascaridíase e ricocefalose), embora a maneira habitual de transmissão seja através da ingestão de alimentos contaminados. A água tem ainda papel importante na transmissão de algumas doenças endêmicas, atuando como ambiente propício ao ciclo

evolutivo de vetores responsáveis pela propagação da malária, dengue, filariose e febre amarela. (BRASIL, 2006)

Diante disto, cabe salientar a importância que o tratamento de água traz, pois, para a água ser consumida pelo homem, não pode haver presença de substâncias dissolvidas em níveis tóxicos e nem apresentar microorganismos suspensos, no entanto, a água quando natural podem apresentar caráter patogênico que provocam doenças. Sendo assim, é de extrema importância realizar este tipo de avaliação para a qualidade da água, pois, exames e tratamentos próprios para cada etapa são realizadas, garantindo a segurança microbiológica da água em termos de saúde pública.

4.5 PROCEDIMENTOS PARA O TRATAMENTO DA ÁGUA

A água quando natural, possui características físicas e químicas muitas vezes inadequadas para a ingestão, possuindo partículas indesejáveis e prejudiciais a saúde, contudo, é preciso que ela passe por processos de tratamentos químicos para que fique apropriada para o consumo.

Em uma ETA são diversas as etapas que a água bruta precisa passar para se tornar potável, essas etapas podem ser classificadas como: coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção, para poder assim, estar dentro dos padrões de potabilidade para o consumo. Essas etapas são essenciais para que resulte uma água de qualidade e que não traga riscos à saúde.

4.5.1 Coagulação

Diversos tipos de contaminantes orgânicos e inorgânicos geralmente estão presentes na água, como também a cor, turbidez, o sabor e odor que estão diretamente associados a partículas suspensas ou dissolvidas que podem dificultar a remoção das mesmas, sendo necessário o processo de coagulação química da água para facilitar a remoção dessas impurezas.

Os coagulantes comumente empregados em Estações de Tratamento de Água (ETA) são o sulfato de alumínio, cloreto férrico, sulfato ferroso clorado, sulfato férrico e o hidróxi-cloreto de alumínio (PAC).

Em razão da grande gama de produtos químicos e da natureza distinta das águas brutas, é essencial a realização de experimento em instalação-piloto ou em Jar-Test para definir

as condições adequadas de coagulação e mistura rápida. A escolha do tipo de coagulante dependerá de criteriosa avaliação técnica e econômica.

> As substâncias químicas usadas na coagulação dependem das características da água e de considerações econômicas. (HAMMER, 1979)

As impurezas que precisam ser removidas da água bruta das ETA's apresentam grande variação de tamanho, as que se apresentam como matéria particulada causam turbidez à água. Substâncias dissolvidas são responsáveis pela coloração, havendo evidência que o sabor e odor estejam associados às partículas coloidais.

> O objetivo da coagulação química, no tratamento da água, é desestabilizar os contaminantes em suspenção de modo que as partículas entrem em contato e se aglomerem, formando flocos que decantam. A desestabilização de coloides hidrofóbicos é obtida através da adição de coagulante químicos como, por exemplo, os sais de alumínio e de ferro. (HAMMER, 1979)

4.5.2 Floculação

Após o processo de coagulação, é necessária agitação relativamente lenta, pois o objetivo é de proporcionar contato entre as partículas menores para se agregarem e formarem partículas maiores ou flocos.

> A unidade linear de mistura e floculação, apresenta hélices para prover a mistura rápida dos condicionantes na água bruta e pás horizontais para mistura lenta, com objetivo de estabelecer flocos decantáveis. (HAMMER, 1979)

Na ETA, a floculação representa a etapa onde se torna mais favoráveis para a agregação de partículas previamente desestabilizadas por coagulação química, facilitando a formação de flocos com pesos e tamanhos dos quais favorecem sua remoção seja ela por sedimentação, flotação ou filtração direta. Sua eficiência depende diretamente do desempenho da unidade de mistura rápida, a qual pode ser levada em consideração fatores tais como coagulante, pH de coagulação, qualidade da água bruta, temperatura da água, entre outros. O desempenho dos processos influência diretamente na qualidade da água produzida em uma Estação de Tratamento de Água.

4.5.3 Decantação

Decantação ou clarificação é a remoção das partículas da suspensão, por ação da gravidade. Os critérios comuns para o dimensionamento são: período de retenção, taxa de aplicação superficial, taxa do vertedouro e, para tanques retangulares, velocidade horizontal. O

período de retenção, expresso em horas, é calculado dividindo-se o volume do tanque pela vazão média diária.

$$t = \frac{V.24}{Q}$$

Onde:

t = período de retenção(h);

V = volume do tanque (m^3);

Q = vazão média diária (m^3/d)

24 = nº de horas por dia.

4.5.4 Filtração

Segundo Richter (1998), a filtração é um processo de separação sólido-líquido, envolvendo fenômenos físicos, químicos e, às vezes, biológicos. Visa a remoção das impurezas da água por sua passagem através de um meio poroso. Quando a velocidade com que a água atravessa o leito filtrante é baixa, o filtro é denominado filtro lento. Quando é elevada, é denominada filtro rápido.

O filtro de areia rápido por gravidade é o tipo mais usado no tratamento de água, para a remoção de flocos não decantáveis remanescentes, após a coagulação química e a decantação.

Os filtros descendentes ou filtração lenta, apresentam diversas vantagens quando comparadas às demais tecnologias. O fato de prescindir da coagulação química e equipamentos eletromecânicos torna a operação muito mais simples quando comparada às demais tecnologias. (LIBÂNO, Marcelo, 2005)

4.5.5 Desinfecção e Fluoretação

Segundo Richter (1998),

> A desinfecção tem por finalidade a destruição de microrganismos patogênicos presentes na água, tais como bactérias, protozoários, vírus e vermes. A desinfecção é responsável por destruir parte ou todo um grupo de organismos patogênicos.

A desinfecção é de extrema importância, pois ela assegura a remoção total dos microrganismos que não foram eliminados pelos processos físico-químico, frequentemente utilizados no tratamento de água.

Entre os agentes da desinfecção o mais frequentemente empregado na purificação da água é o cloro, pois, além de ser barato, pode ser facilmente aplicado devido sua alta solubilidade. O cloro deixa um resíduo em solução, de concentração que pode ser facilmente determinado, sendo que, não são perigosos para o homem e é capaz de destruir a maioria dos microrganismos patogênicos presentes na água.

O flúor é utilizado com o objetivo principal de auxiliar no combate a cárie dentária, sendo também importante para a prevenção da decomposição do esmalte dos dentes, aumentando a resistência do mesmo.

Segundo Hammer (1979),

> Excesso de íons de flúor na água potável causa a fluorose dental ou manchas nos dentes. Por outro lado, as comunidades, cuja água potável não contém flúor, apresenta uma alta incidência de carie dentária.

Durante as últimas três décadas, centenas de estudos foram realizados para correlacionar a concentração natural do flúor e a incidência de cárie dentária, o exame da dentição de crianças, consumindo água natural com flúor, demonstrou que flúor em excesso aumenta ocorrência e severidade da fluorose dentária.

4.5.6 Teste de Jarros

O ensaio de jarros, também conhecido como Jar-Test, é de fundamental importância para reprodução do tratamento de água convencional em escala de laboratório. Este equipamento é composto por jarros e pás que giram sob velocidade controlada. A partir deste, é possível simular a coagulação, floculação e decantação, etapas do tratamento de água, este equipamento determina a dosagem ótima dos produtos. Ao variar a concentração do produto químico utilizado em cada jarro, são obtidos resultados diferentes, que posteriormente analisados permitirão definir a concentração que resultou uma maior eficiência no tratamento da água.

> Este teste é o mais indicado para se estimar as concentrações e os tipos de produtos químicos a se adotar na obtenção de ótima clarificação de uma água em determinadas condições. (SANTOS FILHO, 1932).

5 TIPOS DE ETA'S

Na potabilização das águas naturais, são diversos os tipos de tecnologias que podem ser empregadas para o tratamento. Essas tecnologias possuem basicamente, três fases nas quais processos e operações unitárias fazem parte como: *clarificação, filtração* e *desinfecção.* Conforme mencionado, quando as propriedades da água permitirem apenas a desinfecção, faz-se necessária estar de acordo com o padrão de potabilidade. Da maneira que se identifica menos qualidade da água bruta à filtração, deve-se introduzir a clarificação, com objetivo de reduzir as partículas às unidades filtrantes. Em última análise, as fases da potabilização funcionam como barreiras à passagem de partículas, suspensas e dissolvidas, e microrganismos para água tratada.

Segundo Libânio, Marcelo, para águas superficiais, as tecnologias de tratamento de água para abastecimento público podem ser divididas a partir da existência ou não do processo de coagulação química. A inexistência da coagulação inevitavelmente conduz ao emprego da filtração lenta, com ou sem unidades de pré-tratamento em função das características da água bruta. (LIBÂNIO, Marcelo, 2005).

A sequência apresentada na imagem 3, mostra o processo usualmente empregado para filtração lenta.

Figura 3 - Fluxograma típico da tecnologia de filtração lenta.

Fonte: LIBÂNIO, Marcelo, 2005

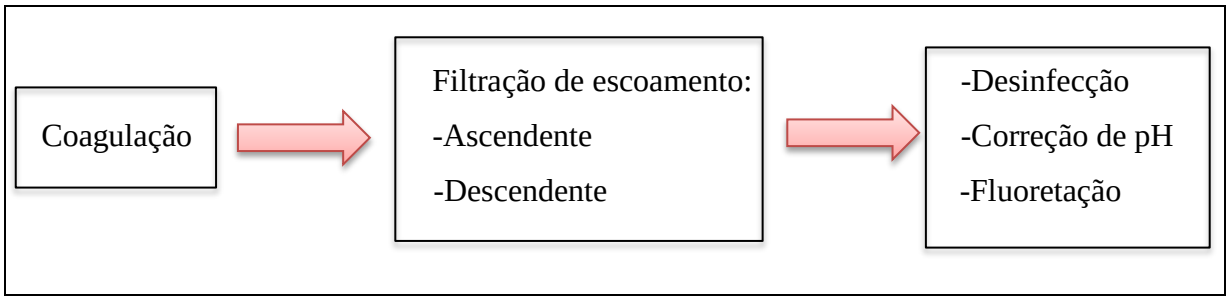
A tecnologia de filtração lenta apresentada a imagem acima, distingue-se de tecnologias alternativas, nas quais são utilizados filtros lentos a jusante de filtro rápido com o intuito de eliminar cistos e oocistos de protozoários presentes na água.

Segundo Libânio, Marcelo, quando adicionado a etapa de coagulação química, as tecnologias de tratamento passam a apresentar, associadas à filtração rápida, duas variantes básicas dependentes da existência da unidade de decantação precedendo a etapa de filtração. As tecnologias que não contam com essa etapa para a sedimentação dos flocos denominam-se filtração direta. Estas subdividem-se em função da presença de unidade especificamente

construída para floculação, podendo ainda contar com duas unidades de filtros rápidos de escoamento ascendente e descendente em série, nesse caso denomina-se *dupla filtração* ou *filtração em dois estágios*. Quando a unidade de floculação não se faz presente, a tecnologia passa a ser denominada de *filtração direta em linha* mantendo a denominação anterior para as estações dotadas de unidade de floculação.

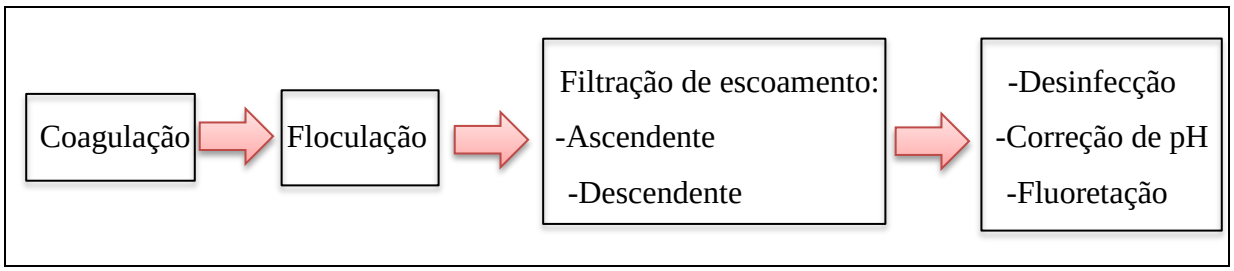
As imagens a seguir, apresentam os respectivos fluxogramas para as tecnologias de *filtração direta em linha* e *filtração direta.*

Figura 4 - Fluxograma típico da tecnologia de filtração direta em linha.



Fonte: Libânio, Marcelo, 2005

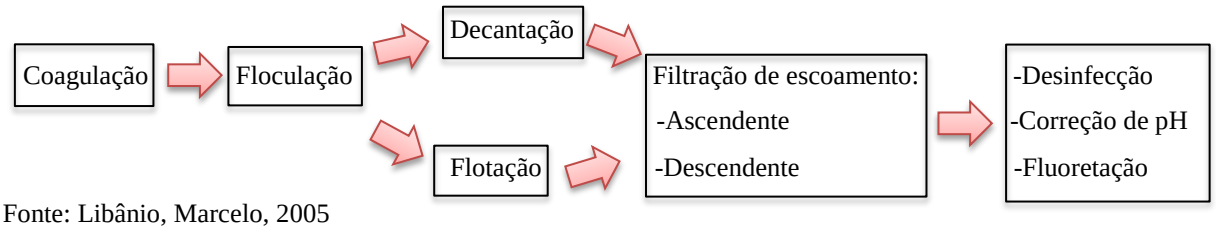
Figura 5 - Fluxograma típico da tecnologia de filtração direta



Fonte: Libânio, Marcelo, 2005

Por fim, quando adicionado a etapa de sedimentação ou flotação no tratamento de água, a tecnologia empregada denomina-se usualmente estação-convencional, ou seja, é a etapa onde ocorre a clarificação antes da filtração.

Figura 6 - Fluxograma típico de tecnologia de tratamento convencional



Fonte: Libânio, Marcelo, 2005

Com análise da figura 6, podemos concluir que sistemas de tratabilidade da água que aplica o processo de coagulação, floculação, sedimentação e filtração passou a ser chamado de convencional.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo realizado foi caracterizado como pesquisa explicativa, do tipo estudo de caso e de abordagem quantitativa. Neste tipo de investigação, o “caso” estudado foi a avaliação e monitoramento de uma Estação de Tratamento de Água – ETA.

Os estudos de caso requerem a circunscrição do objeto de estudo para que seja investigado sem a relação com fatores estranhos ao fenômeno determinado.

> O estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados. Pode incluir tantos estudos de caso único quanto de múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa. (YIN, 2001, p. 56).

Entretanto, a constatação da existência de variáveis, levou a uma profunda revisão de literatura para que fosse possível determinar as possibilidades oriundas nas relações entre as mesmas. Estudos quantitativos requerem, sobretudo, a descrição fidedigna da investigação científica para, simultaneamente, contribuir para a apresentação dos resultados experimentais buscados no estudo. Para isso, incorpora o caráter conceitual e analítico desenvolvido na investigação realizada. Assim, é estabelecida a importância da fundamentação bibliográfica:

> A revisão bibliográfica é sempre útil para fazer comparações com outros casos semelhantes, buscar fundamentação teórica e também para reforçar a argumentação de quem está descrevendo o caso. A discussão permite avaliar os caminhos seguidos (como se desenvolve o caso), desde a elaboração dos objetivos (por que estudar o caso) até as conclusões (o que se aprendeu com o estudo do caso) (VENTURA, 2007, p. 132).

Assim, a análise e discussão dos resultados obtidos apenas foi possível em função da adequada revisão de literatura realizada.

Como pesquisa científica experimental onde se determinou previamente as variáveis, independentes, dependentes e intervenientes, as hipóteses devem ser enunciadas formalmente, como se verifica nos passos necessários para este tipo de pesquisa, conforme descreve Gil (2002).

A partir destas definições elencou-se a seguinte hipótese:

a) A avaliação e o monitoramento de uma estação de tratamento de água garantirão o fornecimento do produto com contínua estabilidade e qualidade para o consumo?

Na sequência, a partir da definição da hipótese, iniciaram-se as análises das relações entre as variáveis estabelecidas e suas relações.

Os passos da investigação foram inicialmente acompanhados da definição precisa do objeto, a particularização de aspectos críticos e a descrição das variáveis, suas características e a determinação da hipótese da pesquisa, todos em rigorosa sintonia com o problema maior da investigação e com o objetivo geral, previamente estabelecido. Em seguida foram estabelecidos os critérios para a determinação das unidades amostrais quantitativas e a relação entre elas (variáveis) para a coleta de dados.

Depois dessa fase inicial, identificou-se claramente o alcance do problema a ser respondido, para, então, iniciar-se a sistemática análise dos dados e subsequente discussão dos resultados. (NISBET E WATT, apud LÜDKE E ANDRÉ, 1986).

Ordenadamente, a coleta de dados deu-se por meio de anotações dos resultados das unidades amostrais definidas.

6.1 CAPTAÇÃO DA ÁGUA BRUTA

A água é captada por bombas, onde passa por tubulações de adução de água que é encaminhada até a estação de tratamento – ETA, conforme apêndice 01. A água é captada do rio D'Una, onde é localizado em Imbituba-SC, conforme apêndice 02. A água do rio, possui problemas com turbidez, provenientes de chuvas fortes e por plantação de arrozais na redondeza do rio.

6.2 PROCESSO DE TRATABILIDADE DA ÁGUA

Assim que a água bruta é captada, ela é encaminhada para a estação de tratamento -a estação de tratamento em estudo, é denominada estação de tratamento convencional, ou seja, é o sistema mais completo para o tratamento de água, onde são necessários os processos de coagulação, floculação, sedimentação e filtração-. A quantidade de água bruta que chega à estação é medida na Calha Parshall -conforme imagem 7-, que mostra a vazão de água em litros por segundo, resultando na seguinte equação: $\frac{l}{seg} = \left(\frac{m^3}{h} / 36\right)$. Sendo que a estação trata 206 l/s de água bruta.

Figura 7 - Calha Parshall

Fonte: a autora, 2017.

Para que a água chegue em nossa residência com os parâmetros permitidos pela portaria 2.914/2011, ela passa por diversas etapas de tratamento, tais como ajuste de pH, coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção.

Assim que a água é captada do rio, primeiramente é adicionado Hidróxido de Sódio para que haja o devido ajuste de pH. Após a adição do Hidróxido de Sódio, é dosado sulfato de alumínio com o intuito de normalizar a turbidez e a cor.

Para que ocorra uma boa floculação, o pH da água bruta tem que estar entre 6,8 e 8,5. Depois, deve-se adicionar o coagulante/floculante para a haja a formação dos flocos. Para que os flocos se formem, é preciso que o pH esteja adequado, agitação rápida para misturar o produto e mistura lenta para a formação dos flocos. Sendo que, a mistura rápida, pode ser feita diretamente na calha Parshall, visando que o melhor ponto para a dosagem do alcalinizante seria antes do sulfato. A mistura lenta, ocorre nos floculadores -conforme imagem 8-.

Figura 8 – Floculadores da ETA

Fonte: a autora, 2017.

A Figura 8, mostra os floculadores da estação de tratamento de água de Imbituba-SC. Sendo que, a ETA possuí 3 floculadores instalados no sistema, dividindo-se em F1A – F1B, F2A – F2B, F3A – F3B.

Após a formação dos flocos, a água é direcionada para os decantadores, onde ela vai passar lentamente permitindo que os flocos afundem com a ajuda da gravidade. Para melhor a capacidade de decantação dos flocos, o decantador é preenchido por lamelas que auxiliam na decantação dos flocos.

Figura 9 - Decantadores da ETA.

Fonte: a autora, 2017.

A Figura acima, mostra a etapa de decantação. O presente sistema, possuí 3 decantadores.

Após esta etapa, ela vai para o passo seguinte, a filtração. O sistema de filtração é composto por 4 filtros descendentes, ou seja, a água que vem do decantador, entra pela parte superior do filtro e saí pela parte de baixo do mesmo, finalizando assim o processo de filtração.

Figura 10 – Filtros da ETA

Fonte: a autora, 2017.

O sistema de tratamento de água desta unidade, conta com 4 filtros descendentes, como mostra a imagem 10.

Logo em seguida a filtração, acontece a desinfecção e fluoretação. Ambas são realizadas em reservatórios que tem como função, dar um tempo para que aconteça o devido contato entre a água e o produto químico. Esse reservatório é chamado de caixa de contato.

A desinfecção tem como função destruir as paredes celulares dos microrganismos presentes na água que carregam com si doenças. O produto que é utilizada para a realização da desinfecção é o Hipoclorito de Sódio.

Na fluoretação, a solução com base de flúor é preparada no saturador e dosada no sistema conforme necessidade.

Após a água passar por todos esses processos e estar dentro dos padrões de potabilidade como descrito na Portaria Federal Nº2.914, ela é destinada para o abastecimento da rede pública.

6.3 PLANO DE MONITORAMENTO: ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

A ETA possui um laboratório próprio no qual são realizadas análises físico-química, destinadas à avaliação da qualidade da água, desde a sua captação até a distribuição da mesma.

O monitoramento da água tratada é realizado diariamente, as análises são realizadas a cada 2 horas, sua frequência se dá devido a importância que esses parâmetros analisados

trazem a nossa saúde, o monitoramento de rotina segue as especificações da Portaria Federal nº 2.914.

Para a garantia desses resultados, todos os equipamentos utilizados para a realização das análises, conforme tabela 1, são calibrados semanalmente a parte interna do aparelho e anualmente o externo, verificando assim, a necessidade de algum reparo ou troca do mesmo.

Figura 11 - Tipos de equipamentos e parâmetros analisados

Equipamento	**Medidor de**
pHmetro	pH
Turbidimetro	Turbidez
Colorímetro	Cor
Fluorine	Flúor
Chlorine	Cloro
Colorímetro Multiparâmetros	Alumínio
Colorímetro Multiparâmetros	Ferro
Colorímetro Multiparâmetros	Manganês

Fonte: a autora, 2017.

Todos os resultados brutos são registrados em uma tabela de controle diário, onde são mantidos no laboratório durante o mês vigente, sendo que os demais resultados são arquivados sob responsabilidade de garantia da qualidade.

6.3.1 Análises Físico-Química realizadas

As análises realizadas no laboratório, são todas feitas em equipamentos especializados para cada tipo de análise, como pH, cor, turbidez, cloro, flúor, ferro e manganês. Sendo que todos os resultados são expressos nas unidades correspondente para cada tipo de parâmetro analisado.

6.3.1.1 pH

O pH foi medido por um método padrão, que é praticamente isento de interferentes. O eletrodo foi colocado nas amostras de água a ser analisada, medindo assim, o pH

correspondente para aquela amostra. O aparelho utilizado para realizar essa análise é da Digimed, cujo modelo é DM-2P.

Figura 12 – pHmetro DM-2P

Fonte: a autora, 2017.

Sendo que, os resultados aparecem no visor do aparelho e a leitura é feita no mesmo instante. Este aparelho possui Certificações Relativas ao Produto CE, onde certifica que os mesmos foram avaliados, e cumprem com os requisitos necessários tornando-se seguros e confiáveis.

6.3.1.2 Turbidez

A medição da turbidez foi efetuada através do aparelho turbidímetro da marca Digimed, modelo DM-TU que indica o resultado em NTU (unidade de turbidez nefelométrica). Onde coloca-se o líquido que deseja ser analisado.

Figura 13 – Turbidímetro DM-TU

Fonte: a autora, 2017.

Todos os resultados de turbidez são lidos no visor do aparelho e os resultados são expressos em NTU (unidade de turbidez nefelométrica). Sendo que este aparelho, possui certificado ISO 7027/USEPA 180.1 e certificado ISO-9001:2015, certificando-se que é excelente em termos de controle de qualidade.

6.3.1.3 Cor

As análises de cor foram realizadas no calorímetro da marca Digimed, modelo DM-Cor. Onde coloca-se o líquido que deseja ser analisado.

Figura 14 – Colorímetro DM-Cor

Fonte: a autora, 2017.

O aparelho mostrado na imagem acima, foi utilizado para realizar todas as análises de cor, onde os resultados são lidos no visor e expressos na unidade Pt-Co (Platina-Cobalto). O equipamento operado possui ISO-9001:2015, certificando assim, que é excelente em termos de controle de qualidade.

6.3.1.4 Cloro

As análises de cloro foram realizadas no Chlorine da marca Hach. Primeiramente foi colocado a cubeta com a amostra em branco para poder zerar o equipamento, logo em seguida, adiciona-se na cubeta o reagente Chlorine Free - DPD e por fim, é colocado a amostra no equipamento para ser analisado.

Figura 15 - Chlorine

Fonte: a autora, 2017.

A Figura 15, mostra o aparelho utilizado na realização de análise de cloro, medindo assim, a quantidade de cloro residual presente na água após tratamento, seus resultados são expressos em mg/l. Equipamento possui ISO 9000, ou seja, garante os resultados, pois o seu sistema é inaudito no teor de controle da qualidade.

6.3.1.5 Flúor

As análises de flúor foram realizadas no aparelho Fluorine da marca Hach. Primeiramente é colocado a cubeta com a amostra em branco para zerar o equipamento e só depois é colocado uma outra cubeta com a amostra que necessita de análise.

Figura 16 - Fluorine

Fonte: a autora, 2017.

O equipamento acima, é utilizado para a realização de análise de flúor, onde os resultados são dados em mg/L. Por possuir ISO 9000, o equipamento traz garantia em seus resultados.

6.3.1.6 Ferro

Para a análise de concentração de ferro, foram colocados 10mL de amostra em uma cubeta, logo após adicionou-se 2 gotas do reagente EDTA 1M, misturou-se a solução e colocou-se no equipamento para zerar. Em seguida, na mesma cubeta, adicionou-se o reagente FerroVer, onde é preciso aguardar alguns minutos para que a reação aconteça. Por fim, colocou-se a cubeta no equipamento para ser analisado. Todas as análises de ferro, é realizada no aparelho da Hach DR-900 (conforme figura 17).

Figura 17 - Aparelho para a determinação de Ferro.

Fonte: a autora, 2017.

Equipamento utilizado para a determinação de Ferro nas amostras, todos os resultados de Ferro são dados em mg/l e lidos no visor do aparelho. Este aparelho, possui um sistema que possibilita a realização de outros parâmetros, como Alumínio e Manganês, também possui ISO 9000, ou seja, garante os resultados, pois o seu sistema é inaudito no teor de controle da qualidade.

6.3.1.7 Manganês

Para a análise de contração de Manganês, é preciso de duas cubetas, onde uma é colocado 10mL de amostra e em outra, é colocado 10mL de água deionizada. Em ambas as cubetas foi adicionado os mesmos reagentes e na mesma proporção. Primeiramente foi adicionado ácido ascórbico, misturou-se a solução, em seguida adicionou-se 0,6mL de cianeto alcalino, misturou-se novamente a solução e adicionou-se 0,6mL de PAN. Feito isto, é preciso aguardar alguns minutos para que a reação aconteça por completo e só depois é realizado a leitura no equipamento da Hach DR-900 (conforme figura 17). Sendo que é colocado

primeiramente a cubeta que contém a amostra em branco (cubeta com água deionizada) para poder zerar o equipamento, e só depois é colocado a cubeta com a amostra de água a ser analisada.

Todos os resultados são lidos no visor do aparelho e expressos em mg/l.

6.4 ANÁLISES BIOLÓGICAS REALIZADAS

As análises biológicas necessárias, são feitas por laboratório terceirizado que possuí a ISO 17025 que seguem normas, regulamentos e padrões para garantir a segurança e qualidade em cada análise.

A coleta das amostras é realizada por um profissional competente e altamente treinado para a realização da mesma, para que não haja nenhum tipo de contaminação no ato da coleta da amostra.

São feitas as análises da água bruta, água tratada e água distribuída. Para água bruta é analisado a densidade de cianobactérias, a Escherichia Coli, Cryptosporidium e a Giardia no ponto de coleta. Análises de Escherichia Coli e coliformes totais são realizadas em água tratada. Já para a água distribuída é efetuada análise de Escherichia Coli, coliformes e bactérias heterotróficas.

Todos os resultados são arquivados sob responsabilidade de garantia da qualidade.

7 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

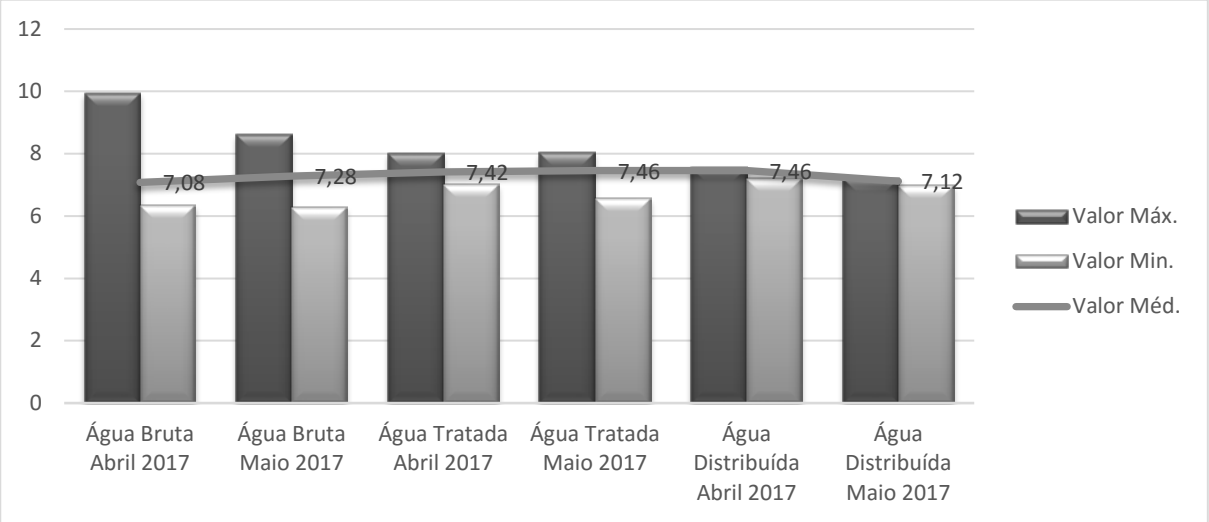
No laboratório da Estação de Tratamento de Água, são realizadas mensalmente mais de duas mil análises físico-química, sendo elas divididas em parâmetros distintos e variedades de água. Para cada parâmetro são utilizadas cerca de 200 amostras de água mensal.

Diante dos resultados obtidos através das análises no período em estudo, será apresentado imagens, que permitirá uma ponderação clara e objetiva para cada parâmetro analisado no processo de tratamento da água bruta, até sua distribuição. Comparando assim, os valores médios obtidos nas análises diárias, por valores recomendáveis pela portaria Nº 2.914 de padrão da qualidade da água.

7.1 PH

Para as análises de pH realizada durante o período de Abril a Maio de 2017, as imagens a seguir, trazem resultados dos valores máximos, mínimos e médios colhidos nas análises feita para água bruta, água tratada e água distribuída.

Imagem 2 - Resultados de Análises de pH correspondentes aos meses de estudo, para águas distintas.



Fonte: O autor, 2017.

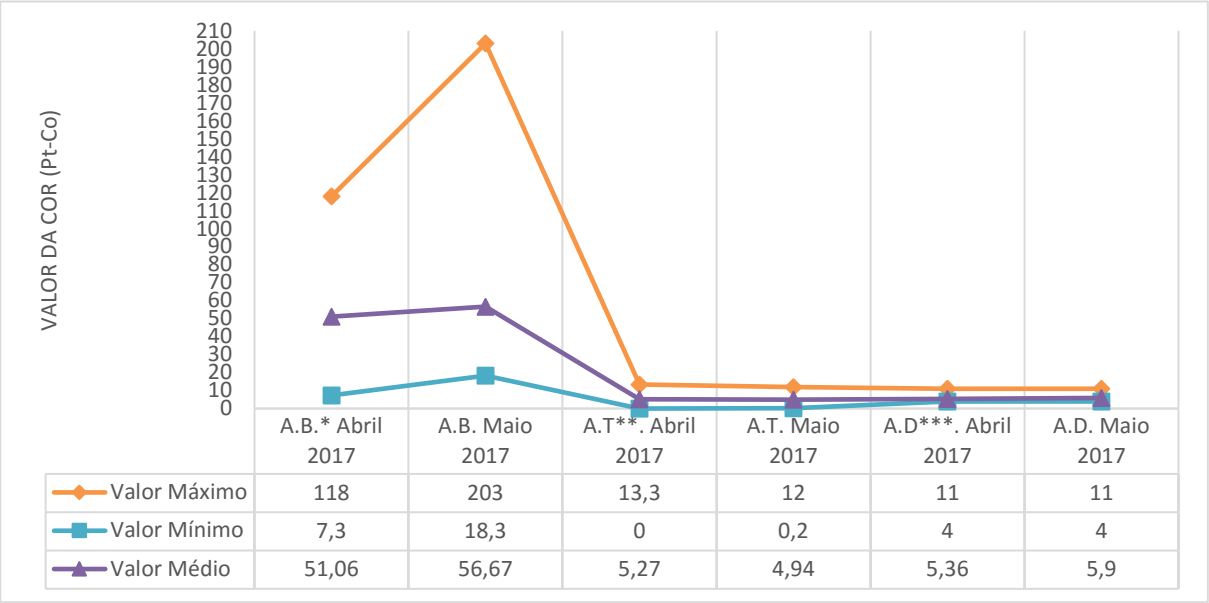
Em relação ao pH das amostras de água analisadas, grande parte das amostragens podem ser consideradas com pH neutro ou levemente alcalino, já que o maior valor de pH colhido nos meses em estudo foi 7,58 e o menor 6,98. De acordo com o primeiro parágrafo do Art. 39 da Portaria Federal Nº: 2.914, recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da

água seja mantido entre a faixa de 6,0 a 9,5, logo, os resultados obtidos estão dentro do VMP, podendo ser consumida e distribuída com segurança.

7.2 COR

Para as análises de cor realizadas durante os meses em estudos, as imagens a seguir, trazem os resultados médio, máximos e mínimos obtidos para este parâmetro.

Imagem 3 - Resultados de Análises de cor

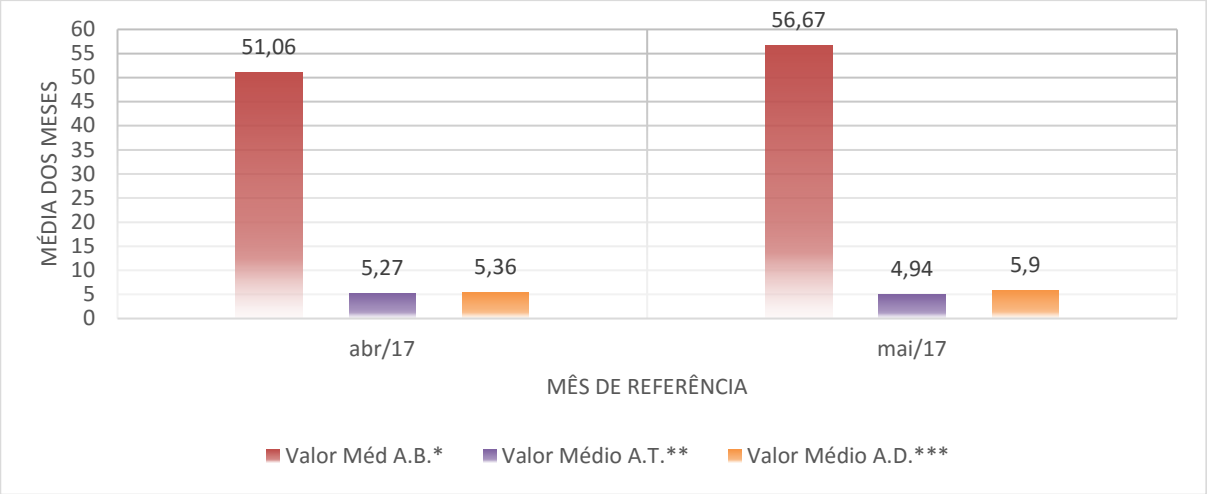


	A.B.* Abril 2017	A.B. Maio 2017	A.T**. Abril 2017	A.T. Maio 2017	A.D***. Abril 2017	A.D. Maio 2017
Valor Máximo	118	203	13,3	12	11	11
Valor Mínimo	7,3	18,3	0	0,2	4	4
Valor Médio	51,06	56,67	5,27	4,94	5,36	5,9

Fonte: O autor, 2017.
*Abreveatura para Água Bruta
** Abreveatura para Água Tratada
***Abreveatura para Água Distribuída.

Os resultados aqui apresentados, encontram-se dentro do valor máximo permitido, pois, de acordo com a Portaria de referência, os valores permitidos para a cor aparente em água potável têm que ser inferiores a 15 Pt-Co. Mostrando assim, que os valores obtidos nas análises da água tratada na ETA, se enquadra dentro dos valores permitidos na legislação para este parâmetro.

Imagem 4 - Valores de cor dos tipos de Água analisada nos meses de Abril e Maio de 2017.



Fonte: O autor, 2017.

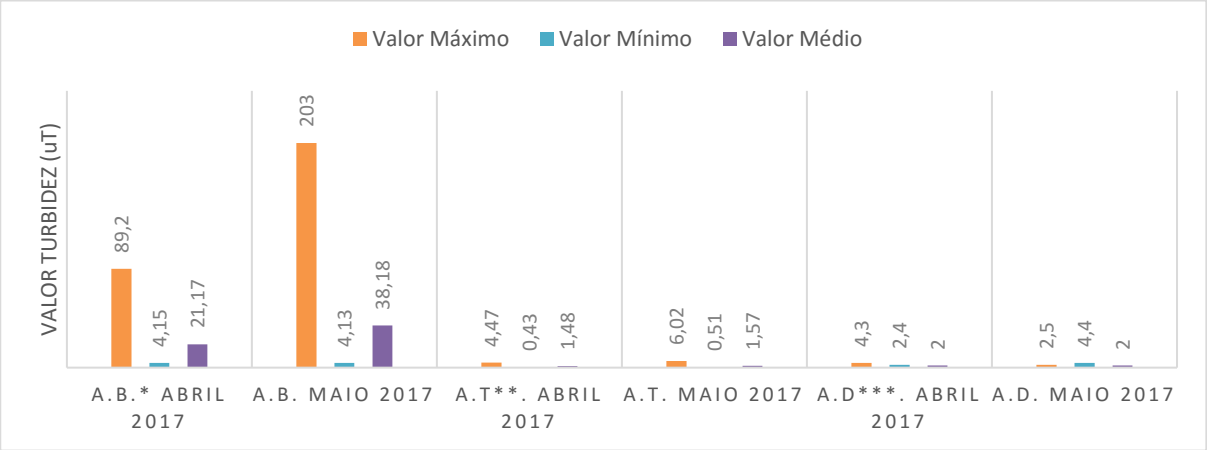
*Abreveatura para Água Bruta
** Abreveatura para Água Tratada
***Abreveatura para Água Distribuída.

Dos resultados apresentados na figura 4, podemos analisar a eficiência no processo de tratamento da água, pois, a água quando natural possuí cor relativamente alta, com valor médio de 51,06 Pt-Co, Após ela passar por todos os processos físico-químicos da estação de tratamento de água, ela se tornou água potável, segura e apropriada para o consumo, se enquadrando nas exigências que a Portaria Federal Nº 2.914 descreve, sendo que, depois de tratada passou a ter valores médio mensal de 5,27 Pt-Co, tendo 90% na redução da cor.

7.3 TURBIDEZ

Os resultados de turbidez correspondente aos meses em estudo, estão expressos na imagem a seguir demonstrando valores máximos, médios e mínimos obtidos nas análises realizadas no laboratório.

Imagem 5 - Valores Máximos, Mínimos e Médios, obtidos nas análises de turbidez nos meses de Abril e Maio de 2017, na estação de tratamento de água de Imbituba-SC.



Fonte: a autora, 2017.

*Água Bruta

**Água Tratada

*** Água Distribuída.

Os valores para turbidez apresentam resultados dentro dos VMP, que estão descritos na Portaria Federal Nº 2.914, onde o valor máximo permitido para turbidez nessa portaria é 5 NTU. Todos os valores para A.T. e A.D. expressos na imagem acima, seja ele valores máximos, mínimos ou médios estão enquadrados dentro do padrão de potabilidade permitido para o consumo humano.

Imagem 6 - Média dos resultados da análise de Turbidez, colhidas nos meses em estudo.

Fonte: a autora, 2017.

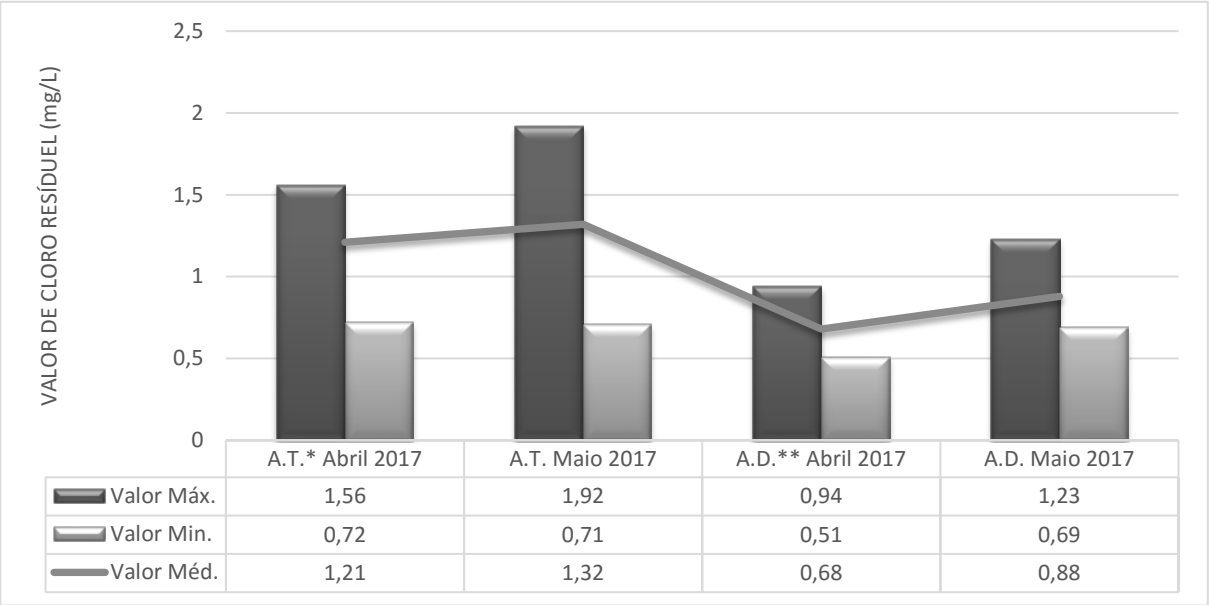
Ao observar a imagem 6, percebe-se que a turbidez diminuiu significativamente, pois seu valor médio inicial é de 38,18 uT para a água bruta, quando a água passa pelos processos de tratamento como físico-química, a mesma atribui valores médios de aproximadamente 2 uT para a água trata e distribuída, mostrando que houve uma redução de

aproximadamente 95% de sua turbidez inicial, logo podemos perceber, que o sistema implantado para o tratamento de água para o abastecimento público, cumpri com o que a legislação descreve, pois o VMP na portaria federal 2.914 para o parâmetro de Turbidez, não pode ser superior a 5 NTU.

7.4 CLORO

Para as amostras de Cloro coletadas e analisadas durante os meses de Abril e Maio de 2017, a figura a seguir mostra os resultados máximos, médios e mínimos adquiridos nos ensaios laboratorial, sendo que esse parâmetro, não é feito em águas brutas.

Imagem 7 - Resultados das análises de Cloro Residual nos meses em estudo.



	A.T.* Abril 2017	A.T. Maio 2017	A.D.** Abril 2017	A.D. Maio 2017
Valor Máx.	1,56	1,92	0,94	1,23
Valor Min.	0,72	0,71	0,51	0,69
Valor Méd.	1,21	1,32	0,68	0,88

Fonte: a autora, 2017.

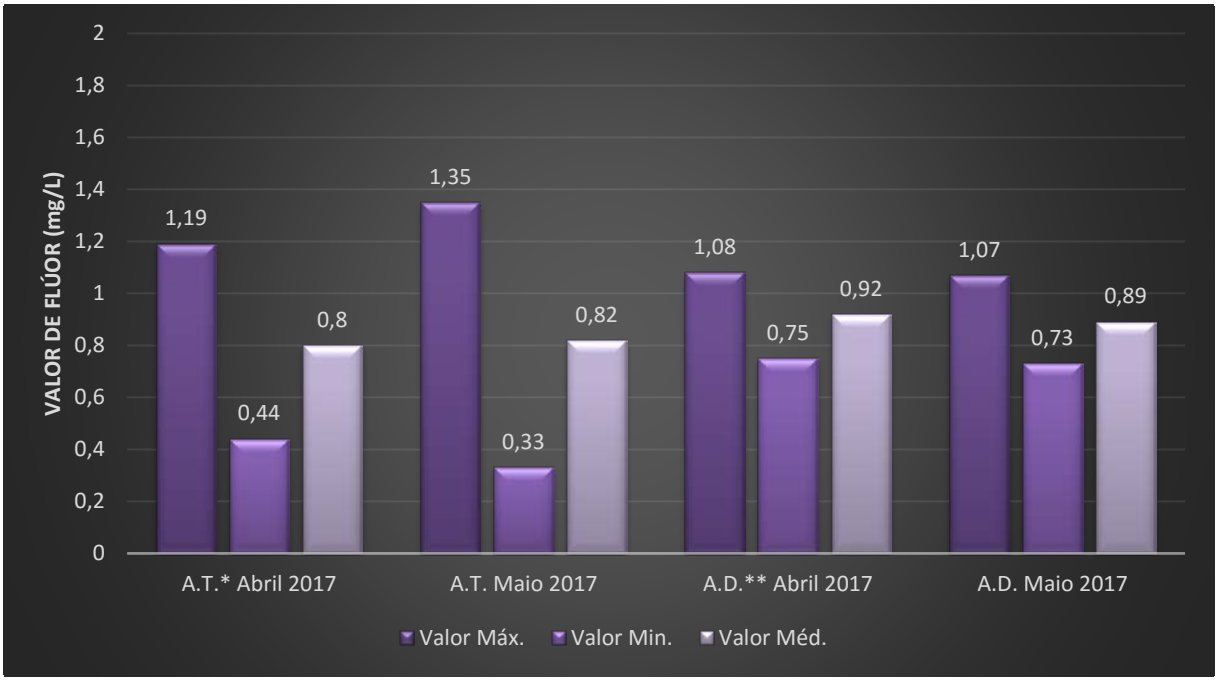
*Água Tratada
**Água Distribuída.

A imagem acima representa os valores máximos, mínimos e médios colhidos nas análises de Cloro. De acordo com Art. 38, parágrafo segundo da Portaria Federal Nº 2.914, o valor máximo permitido para o cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento pode ser até 2 mg/L., contudo, podemos ressaltar que os resultados estão todos dentro dos valores permitidos, sendo que para este caso, a presença de Cloro para água tratável, é uma característica desejável.

7.5 FLÚOR

Os resultados de Flúor correspondentes aos meses de Abril e Maio de 2017, serão mostrados na imagem a seguir, exibindo resultados máximos, mínimos e médios para este parâmetro. Este parâmetro é realizado em água tratada e distribuída.

Imagem 8 - Resultado da análise de flúor nos meses em estudo.



Fonte: a autora, 2017.

*Água Tratada
**Água Distribuída.

Para os meses em estudo, a imagem 8 revela resultados satisfatórios, pois, todos os valores estão dentro do VMP estabelecido na portaria federal 2.914. De acordo com o Anexo VII desta portaria, o VMP para este composto é de 1,5 mg/L, sendo que, o valor máximo colhido nas análises foi de 1,35 mg/L e mínimo 0,33 mg/L, com isso, podemos concluir que a ETA opera corretamente.

Figura 18 - Limites máximos permissíveis dos parâmetros físico-química analisados, fazendo um comparativo de resultados colhidos nas análises com VMP da Portaria 2.914

Parâmetro	**VMP* Portaria Nº 2.914/11**	**Média dos Resultados****	
Ph	6,0 a 9,5	Abril: 7,46	Maio: 7,12
Cor (Pt-Co)	15	Abril: 5,36	Maio: 5,9
Turbidez (NTU)	5	Abril: 2,0	Maio: 2,0

Cloro (mg/L)	2	Abril: 0,68	Maio: 0,88
Flúor(mg/L)	1,5	Abril: 0,92	Maio: 0,89

Fonte: a autora, 2017.

*Valor máximo permitido

**Para água distribuída.

Ao analisarmos a imagem 18, podemos verificar a eficiência que a estação de tratamento de água do tipo convencional de Imbituba-SC possui, pois, apresentam resultados satisfatórios em todas as etapas dos processos. Mostrando assim, que uma água totalmente inapropriada para o consumo, após ganhar seus devidos tratamentos e passar por determinados processos físico-químicos, se tornam potáveis, seguras –diante do que é descrito pela portaria de referência do padrão de qualidade da água 2.914- e apropriadas para o consumo.

7.6 BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS, COLIFORMES TOTAIS E ESCHERICHIA COLI.

Com relação as análises biológicas efetuadas nos meses em estudo, não constam vestígios de bactérias, vírus, protozoários ou qualquer outro tipo de meio contaminantes, a água após passar por todas as etapas na estação de tratamento, ela consta isenta de substâncias altamente prejudiciais à saúde humana e se encontra dentro dos VMP descrito pela Portaria Nº 2.914/2011.

Figura 19 - Resultados das análises biológicas dos meses de Abril e Junho de 2017.

Parâmetro	Valor Max Mês Abril	Valor Méd Mês Abril	Valor Min Mês Abril	Valor Max Mês Maio	Valor Med Mês Maio	Valor Min Mês Maio
B.Heterotróficas*	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Coliformes T.**	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
E. Coli***	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Fonte: a autora, 2017.

*Bactérias Heterotróficas

**Coliformes Totais

***Escherichia Coli.

Ao analisarmos a imagem 19, podemos avaliar a estação como eficiente para os parâmetros bacteriológico analisado.

8 CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou os diversos tipos de tecnologias que podem ser empregadas para o tratamento da água. Para este caso, o tipo de tratamento é o convencional, possuindo etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção. Essas etapas possuíram papeis fundamentais no processo de tratabilidade da água, pois, esses processos foram essenciais para a garantia de uma água potável.

Cabe salientar que o monitoramento físico-químico tem um papel importante, avaliando se o processo de tratabilidade está sendo satisfatório, ou seja, caso alguma etapa falhe, os resultados das análises indicam possíveis problemas no processo, no qual são verificadas e sanadas o quanto antes, para não causar qualquer tipo de danos a população receptora. Os resultados das análises monitorada nos meses em estudo, mostraram resultados adequados em todo processo. Mostrando assim, que a estação de tratamento do tipo convencional é eficiente e segura, pois, os resultados colhidos estão dentro da legislação vigente, Portaria Nº 2.914/2011.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria MS Nº 2914 DE 12/12/2011 (Federal).** 2011. 32 f.

BRASIL, Ministério da Saúde. **VIGILÂNCIA E CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO.** 2006. 213 f.

DI BERNARDO, Luiz (Coord.). Tratamento de água para abastecimento por filtração direta. Rio de Janeiro: ABES/RJ, 2003.

HAMMER, Mark J.. **Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotos.** 1979. 443 f.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 2005. 443 f.

LÜDKE, Menga e ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

RICHTER, Carlos A.; AZEVEDO NETTO, José M. de. **Tratamento de água: tecnologia atualizada,** 1998. 332 p.

RICHTER, Carlos A.; AZEVEDO NETTO, José M. de. **Tratamento de água.** 2000. 279 p.

SANTOS FILHO, Davino Francisco dos. **Tecnologia de Tratamento de água – Água para Indústria.** 1932. 346 f.

UNIDAS, Onu - Organização das Nações. **"Declaração Universal dos Direitos da Água".:** "Declaração Universal dos Direitos da Água".. 1992. 2 f.

VENTURA, Magda Maria. O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa. Rev SOCERJ. Vol. 20, nº. 5, p.383-386, setembro/outubro 2007. Disponível em: [http://unisc.br/portal/upload/com_arquivo/o_estudo_de_caso_como_modalidade_de_pesquisa.pdf]. Acesso em 23 mai 2017.

YIN, Robert K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Tradução: Daniel Grassi. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ANEXOS

ANEXO 01 – Padrão Microbiológico da água para o consumo humano

<table>
<tr><th colspan="2">Tipo de água</th><th colspan="2">Parâmetro</th><th>VMP[1]</th></tr>
<tr><td colspan="2">Água para consumo humano</td><td colspan="2">Escherichia Coli[2]</td><td>Ausência em 100 ml</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Água tratada</td><td>Na saída do tratamento</td><td colspan="2">Coliformes totais[3]</td><td>Ausência em 100 ml</td></tr>
<tr><td rowspan="3">No sistema de distribuição (reservatório e redes)</td><td colspan="2">Escherichia coli</td><td>Ausência em 100 ml</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Coliformes totais[4]</td><td>Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes</td><td>Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo</td></tr>
<tr><td>Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes</td><td>Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês.</td></tr>
</table>

ANEXO 02 – Art. 27º. A água potável deve estar em conformidade com Padrão Microbiológico

§ 1º No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios.

§ 2º Nos sistemas de distribuição, as novas amostras devem incluir no mínimo uma recoleta no ponto onde foi constatado o resultado positivo para coliformes totais e duas amostras extras, sendo uma à montante e outra à jusante do local da recoleta.

§ 3º Para verificação do percentual mensal das amostras com resultados positivos de coliformes totais, as recoletas não devem ser consideradas no cálculo.

§ 4º O resultado negativo para coliformes totais das recoletas não anula o resultado originalmente positivo no cálculo dos percentuais de amostras com resultado positivo.

§ 5º Na proporção de amostras com resultado positivo admitidas mensalmente para coliformes totais no sistema de distribuição, expressa no Anexo I a esta Portaria, não são tolerados resultados positivos que ocorram em recoleta, nos termos do § 1º deste artigo.

§ 6º Quando o padrão microbiológico estabelecido no Anexo I a esta Portaria for violado, os responsáveis pelos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano devem informar à autoridade de saúde pública as medidas corretivas tomadas.

§ 7º Quando houver interpretação duvidosa nas reações típicas dos ensaios analíticos na determinação de coliformes totais e Escherichia coli, deve-se fazer a recoleta.

ANEXO 03 – Padrões de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde.

Parâmetro	Unidade	VMP[1]
INORGÂNICAS		
Antimônio	mg/L	0,005
Antimônio	mg/L	0,01
Bário	mg/L	0,7
Cádmio	mg/L	0,005
Cianeto	mg/L	0,07
Chumbo	mg/L	0,01
Cobre	mg/L	2
Cromo	mg/L	0,05
Fluoreto[(2)]	mg/L	1,5
Mercúrio	mg/L	0,001
Nitrato (como N)	mg/L	10
Nitrito (como N)	mg/L	1
Selênio	mg/L	0,01
ORGÂNICAS		
Acrilamida	µg/L	0,5
Benzeno	µg/L	5
Benzo[a]pireno	µg/L	0,7
Cloreto de Vinila	µg/L	5
1,2 Dicloroetano	µg/L	10
1,1 Dicloroeteno	µg/L	30
Diclorometano	µg/L	20
Estireno	µg/L	20
Tetracloreto de Carbono	µg/L	2
Tetracloroeteno	µg/L	40
Triclorobenzenos	µg/L	20
Tricloroeteno	µg/L	70
AGROTÓXICOS		
Alaclor	µg/L	20,0

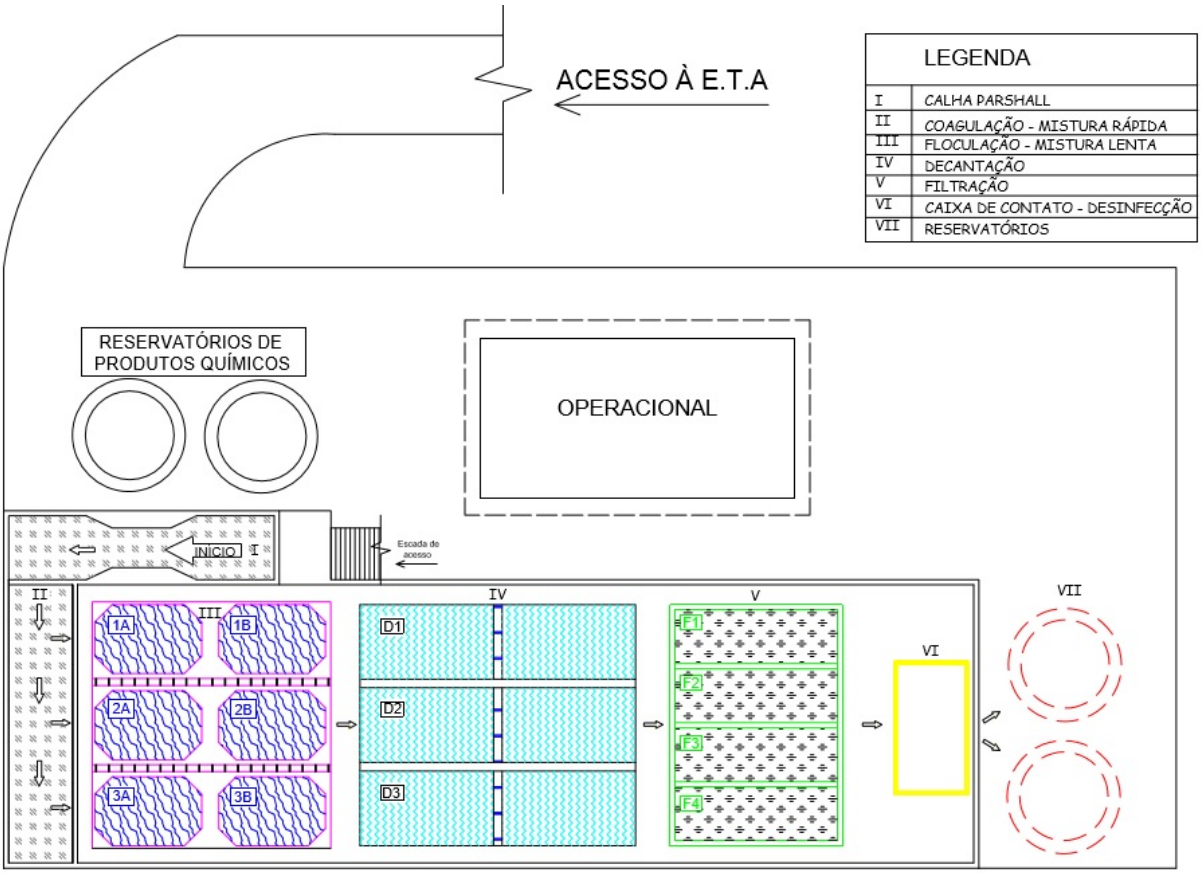
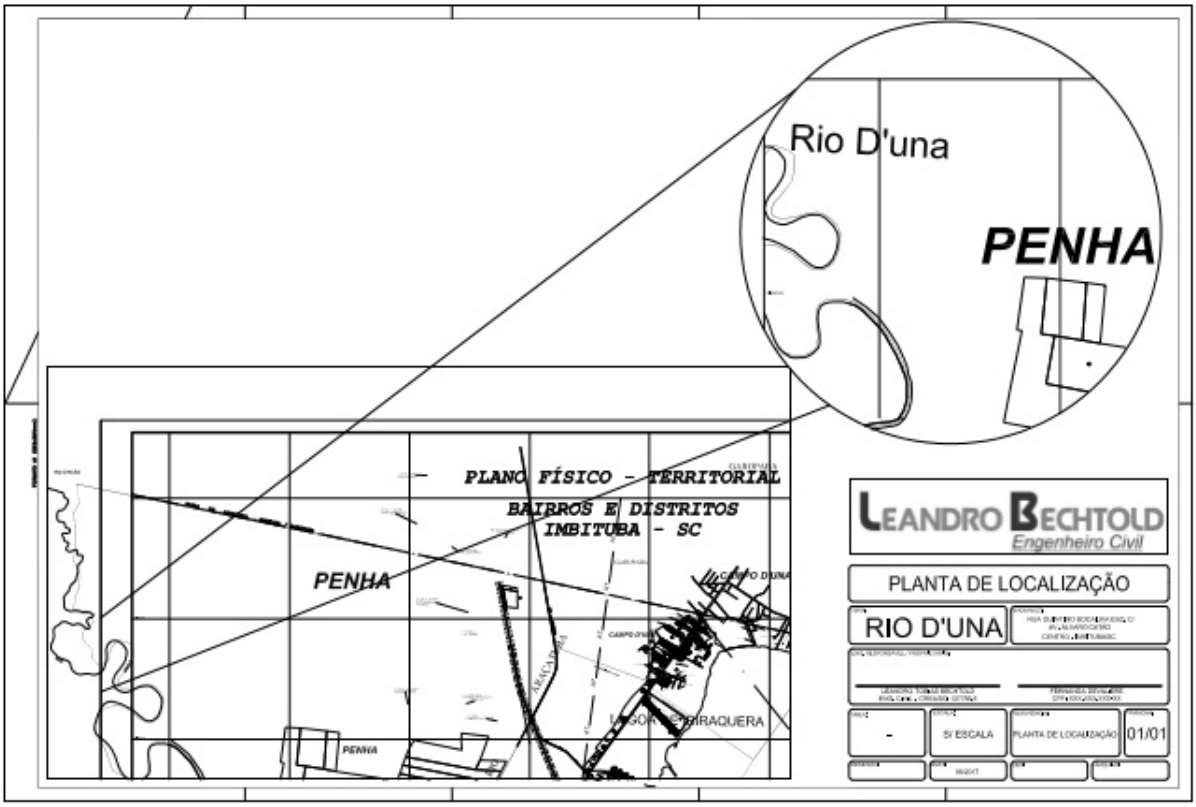
Aldrin e Dieldrin	µg/L	0,03
Atrazina	µg/L	2
Bentazona	µg/L	300
Clordano (isômeros)	µg/L	0,2
2,4 D	µg/L	30
DDT (isômeros)	µg/L	2
Endossulfan	µg/L	20
Endrin	µg/L	0,6
Glifosato	µg/L	500
Heptacloro e Heptacloro epóxido	µg/L	0,03
Hexaclorobenzeno	µg/L	1
Lindano (g-BHC)	µg/L	2
Metolacloro	µg/L	10
Metoxicloro	µg/L	20
Molinato	µg/L	6
Pendimetalina	µg/L	20
Pentaclorofenol	µg/L	9
Permetrina	µg/L	20
Propanil	µg/L	20
Simazina	µg/L	2
Trifluralina	µg/L	20
Microcistinas(3)	µg/L	1,0
DESINFETANTES E PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA DESINFECÇÃO²		
Ácidos haloacéticos total	mg/L	0.08
Bromato	mg/L	0.01
Clorito	mg/L	1,0
Cloro residual livre	mg/L	5,0
Cloraminas Total	mg/L	4,0
2,4,6 Triclorofenol	mg/L	0,2
Trihalometanos Total	mg/L	0,1

ANEXO 04- Padrão Organoléptico de potabilidade.

Parâmetro	Unidade	VMP[1]
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH3)	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente [(2)]	uH	15
1,2 diclorobenzeno	mg/L	0,01
1,4 diclorobenzeno	mg/L	0,03
Dureza total	mg/L	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3
Gosto e odor [(3)]	Intensidade	6
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de hidrogênio	mg/L	0,1
Surfactantes (como LAS)	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez [(4)]	Ut	5
Zinco	mg/L	5
Xilenos	mg/L	0,3

APÊNDICE

APÊNDICE 01 – Fluxograma da estação de tratamento de água convencional de Imbituba-SC.



APÊNDICE 02 – Localização Rio D'Una