



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO - UAE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE - CES
CAMPUS DE CUITÉ



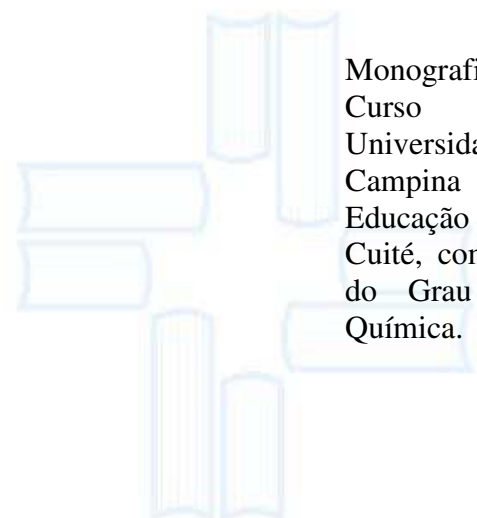
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE
ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE CUITÉ-PB.

CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE

CUITÉ – PB
2010

JOSÉ FABIANO DA ROCHA SILVA

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE
ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE CUITÉ-PB.**



Monografia apresentada ao
Curso de Química da
Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de
Educação e Saúde, Campus de
Cuité, como forma de obtenção
do Grau de Licenciado em
Química.

Orientadora: **Prof^ª. Marta Maria da Conceição.**

Co-orientadora: **Prof^ª. Cláudia Patrícia Fernandes dos Santos.**

CUITÉ – PB

2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE
Responsabilidade Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

S586a

Silva, José Fabiano da Rocha.

Avaliação físico-química e microbiológica da água de abastecimento do Município de Cuité - PB. / José Fabiano da Rocha Silva – Cuité: CES, 2010.

77 fl.

Monografia (Curso de Licenciatura em Química) – Centro de Educação e Saúde – UFCG, 2010.

Orientadora: Dr^a Marta Maria da Conceição.

Co-orientadora: Dr^a Cláudia Patrícia F. Santos.

1. Água - potabilidade. 2. Abastecimento – água - tratamento. 3. Água potável – análise - Cuité. I. Título.

CDU 628.1

JOSÉ FABIANO DA ROCHA SILVA

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE
ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE CUITÉ-PB.**

Monografia apresentada ao Curso de Química da UFCG, Campus de Cuité, para obtenção
do grau de Licenciado em Química.

Aprovada em **17 de Junho de 2010.**

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Marta Maria da Conceição/UFCG
Orientadora

Prof^ª. Dra. Cláudia Patrícia F. Santos/UFCG
Co-orientadora

Prof^ª. Dra. Roberlúcia Araújo Candeia/UFCG/CFP
Examinadora Externa

Prof^ª. Dra. Denise Domingos da Silva/UFCG
Examinadora Interna

DEDICATORIA

A Deus, pois sem ele não sou nada, sem a ajuda dele não terei forças para alcançar as minhas metas.

Ao meu Pai, Josimaldo Costa e minha Mãe, Marinês Lopes, que mesmo com muitas dificuldades, me educaram e me ensinando sempre os bens morais e valorização do caráter.

A minha namorada Nhayagra, que com seu carinho sempre me trouxe paz, nas minhas horas de aflição.

Enfim, a todos que me ajudaram a vencer esse primeiro degrau de minhas infinitas conquistas.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo benéfico da vida, pela fé e perseverança que ele me dá para vencer os obstáculos que me são impostos todos os dias. Aos meus pais, pela orientação, dedicação, compreensão e incentivo nessa fase em que me encontro neste curso de graduação e durante toda minha vida.

Aos meus colegas de curso pelo incentivo e conselhos com relação à prática educativa e conclusão de um curso superior.

Aos professores que colaboraram com as diversas discussões sobre a prática docente, a Professora, Dr^a. Cláudia Patrícia, Professor Dr^a Ramilton Marinho, Professor Dr^o Paulo Sergio, Professor Dr^o Gecilio, Professor Dr^o Otavio Santana, o Professor Dr^o José Carlos, Professor Dr^o Marciano Henrique, Professora Dr^a Joana Barros, a Professora Dr^a Josivânia Mariza, Ms^o. Lucas Pereira, Professor Dr^o Ângelo Roncale, Professor Dr^o Daniel Judson, Professor Dr^o João Batista, Professor Dr^o Lauro Xavier, Professora Dr^a Ana Maria.

E principalmente a Professora e Orientadora, Dr^a. Marta Maria da Conceição, que sempre confiou no meu trabalho.

Ao Prof. Dr. Valderi Leite, coordenador do Laboratório de Análise de Água, EXTRABES da UEPB.

Enfim, sou grato a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

“Posso enfrentar o que for, Deus é quem luta
por mim, meus planos não podem ser frustrados...”

Ministério Apascentar de Nova Iguaçu.

RESUMO

A água é um componente essencial para a sobrevivência humana. Além disso, sabe-se que grande parte das doenças que se alastram em países em desenvolvimento são provenientes da qualidade insatisfatória das águas. Deste modo é necessário conhecer as características físico-químicas e microbiológicas da água de consumo humano, tais procedimentos proporcionam um melhor monitoramento das condições ambientais da água em um sistema de águas naturais ou em sistemas com águas tratadas, indicando a sua qualidade. As águas consideradas potáveis devem estar dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água de abastecimento do município de Cuité, localizado na Região do Curimataú Paraibano e apresentar resultados comparativos da mesma antes (in natura) e pós-tratamento convencional. Foram analisadas amostras de água em seis pontos distintos: três amostras no Açude do Cais (manancial) e três amostras em residências no município, todas as análises foram realizadas em triplicata. Os métodos utilizados para as análises físico-químicas foram os titulométricos clássicos de precipitação, neutralização e complexação e para análises de sólidos os métodos gravimétricos. As águas in natura do Açude do Cais apresentaram não conformidade com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação em níveis microbiológicos e também em alguns parâmetros físico-químicos tais como: Cor, Turbidez, Sólidos Totais Dissolvidos e Oxigênio Consumido, devido a ausência de rede coletora de esgoto dos moradores circunvizinhos do manancial. As águas tratadas apresentaram conformidade com os padrões de potabilidade, exceto nas análises microbiológicas no ponto P.04 com presença de Coliformes Totais, fato atribuído a intermitência do sistema que recebe novas águas do Açude, as quais estavam contaminadas, a deficiência no tratamento e as más condições das tubulações. A não conformidade nos parâmetros de Cloro Livre nos Pontos P. 05 e P. 06, com valor acima do permitido, foi atribuída à adição em excesso de Cloro Livre no processo de tratamento. O excesso de Cloro pode ter um efeito benéfico contra bactérias, mas em níveis elevados podem trazer danos as tubulações e a saúde de quem a consome. Os valores de Sólidos Totais dissolvidos no Ponto P. 05 ficaram acima do valor permitido atribuído também a deficiência no tratamento. Os parâmetros microbiológicos e físico-químicos em não conformidade, com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde e com a Resolução 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, devem servir de alerta aos gestores municipais para revisar os procedimentos de tratamento e realizar manutenção constante no sistema de distribuição, visando evitar doenças de veiculação hídrica.

Palavras-chave: Potabilidade, Tratamento, Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos

ABSTRACT

Water is an essential component for human survival. Moreover, it is known that the majority of diseases that spread in developing countries are from the poor quality of water. Thus it is necessary to know the physico-chemical and microbiological water for human consumption, such procedures provide a better monitoring of environmental conditions of water in a water system or in nature systems with treated water, indicating its quality. The potable water must be considered within the drinking water standard established by decree 518/2004 of the Ministry of Health. This study aimed to evaluate the physico-chemical and microbiological water supply in the city of Cuité, located in the region of Paraíba Curimataú and present comparative results of that before (fresh) and after conventional treatment. We analyzed water samples at six different points: three samples in Weir Quay (spring) and three samples in homes in the county, all tests were performed in triplicate. The methods used for physical-chemical analysis were the classic titrimetric precipitation, neutralization and complexation and solid analysis of the gravimetric methods. The fresh waters of the Dam Quay showed non-compliance with the drinking water standard established by law in microbiological levels and also in some physicochemical parameters such as color, turbidity, total dissolved solids and oxygen consumption due to lack of collection network sewage of the residents surrounding the source. The waters were treated according to the standards for drinking water, except for microbiological testing at point P.04 with the presence of coliform, a fact attributed to intermittency of the system that receives water from the new dam, which were contaminated, the deficiency in the treatment and poor condition of pipes. Non-conformity in the parameters of Free Chlorine in Points P. 05 and P. 06, above the allowed value was attributed to the addition in excess of Free Chlorine in the treatment process. Excess chlorine can have a beneficial effect against bacteria, but high levels can be damaging pipes and health of those who consume it. The values of total dissolved solids at Point P. 05 were above the allowable value also attributed the deficiency in treatment. The microbiological and physicochemical not in accordance with the Order 518/04 of the Ministry of Health and Resolution 357/05 of the National Council on the Environment, should serve as a warning to municipal managers to review the treatment procedures and conduct constant maintenance in the distribution system, aiming to avoid waterborne diseases.

Keywords: Potability, Treatment, Physical-Chemical Parameters and Microbiological.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	-- Distribuição da água no planeta. -----	18
Figura 02	-- Rede de Distribuição de água. -----	25
Figura 03	-- Extensão do Açude do Cais, foto por satélite ano 2007, obtido no Software Google Earth. -----	26
Figura 04	-- Extensão do Açude do Cais, foto atual. -----	26
Figura 05	-- Extensão da cidade de Cuité/PB, foto satélite ano 2007, obtido no Software Google Earth. -----	27
Figura 06	-- Extensão da cidade de Cuité/PB. Foto atual. -----	27
Figura 07	-- Lagoa de Cuité. -----	28
Figura 08	-- Pontos de coleta do Açude do Cais, foto satélite ano 2007, obtido no Software Google Earth. -----	30
Figura 09	-- Pontos de coleta da cidade, foto satélite ano 2007, obtido no Software Google Earth. -----	30
Figura 10	-- Sacola de Coleta 300 mL e Sacola de Análises de 100 mL. -----	59
Figura 11	-- Frasco de vidro, borossilicato, 300 mL. -----	59
Figura 12	-- Representação das amostras de água submetidas ao teste de presença/ausência de bactérias: a coloração “amarela”, indicando a presença de Coliformes Totais. -----	77
Figura 13	-- Representação das amostras de água submetidas ao teste de presença/ausência de bactérias: após exposto a luz ultravioleta, apresentou o bloqueio da passagem da luz com uma cor “roxa-violeta”, indicando a presença de Bactérias do grupo Escherichia Coli. -----	77

Figura 14 -- Representação das amostras de água submetidas ao teste de presença/ausência de bactérias: a coloração “amarela”, apenas na amostra **P. 04**, indicando a presença de Coliformes Totais. Nas amostras **P. 05** e **P. 06**, não apresentam cor característica (amarela) indicando a ausência do grupo de bactérias, Coliformes Totais. ----- **77**

Figura 15 -- Representação das amostras de água submetidas ao teste de presença/ausência de bactérias: após exposto a luz ultravioleta, nenhuma das amostras apresentou bloqueio da passagem da luz, indicando a ausência de Bactérias do grupo Escherichia Coli. ----- **77**

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 01	-- Procedimento de coleta. -----	36
Fluxograma 02	-- Procedimento de determinação do pH. -----	40
Fluxograma 03	-- Procedimento de determinação da Cor. -----	41
Fluxograma 04	-- Procedimento de determinação da Turbidez. -----	43
Fluxograma 05	-- Procedimento da determinação da Condutividade. -----	44
Fluxograma 06	-- Procedimento de Determ. da Acidez. -----	45
Fluxograma 07	-- Procedimento de Determ. da Alcalinidade. -----	46
Fluxograma 08	-- Procedimento de Determ. da Dureza. -----	49
Fluxograma 09	-- Procedimento de Determ. de Cloretos (Cl ⁻). -----	50
Fluxograma 10	-- Procedimento de Determinação de Cloro Residual Livre. -----	52
Fluxograma 11	-- Procedimento de Determinação de DBO. -----	54
Fluxograma 12	-- Procedimento de Determinação dos Sólidos Totais Dissolvidos. -----	55
Fluxograma 13	-- Procedimento das Análises microbiológicas. -----	58

LISTA DE QUADRO

Quadro 01	--	Classificação da Dureza. -----	48
------------------	----	--------------------------------	-----------

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01	--	Valores do pH e linha de tendência. -----	60
Gráfico 02	--	Valores da Cor Aparente. -----	61
Gráfico 03	--	Valores de Turbidez. -----	64
Gráfico 04	--	Valores da Condutividade. -----	65
Gráfico 05	--	Valores de Alcalinidade. -----	66
Gráfico 06	--	Valores de Acidez. -----	67
Gráfico 07	--	Valores de Dureza. -----	69
Gráfico 08	--	Valores de Cloro Residual Livre. -----	70
Gráfico 09	--	Valores de Cloretos. -----	71
Gráfico 10	--	Valores de Sólidos Totais Dissolvidos. -----	73
Gráfico 11	--	Valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio. -----	74
Gráfico 12	--	Valores de Oxigênio Dissolvido. -----	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	--	Comparação entre recipiente de vidro e plástico. -----	31
Tabela 02	--	Características de preservação e período entre coleta e análise. -----	32
Tabela 03	--	Resultados segundo os íons básicos causadores da alcalinidade. -----	48
Tabela 04	--	Resultados das análises de pH. -----	60
Tabela 05	--	Resultados das análises de Cor Aparente. -----	61
Tabela 06	--	Resultados das análises de Oxigênio Consumido. -----	62
Tabela 07	--	Resultados das análises de Turbidez. -----	63
Tabela 08	--	Resultados das análises da Condutividade. -----	65
Tabela 09	--	Resultados das análises de Alcalinidade. -----	66
Tabela 10	--	Resultados das análises de Acidez. -----	67
Tabela 11	--	Resultados das análises de Dureza. -----	68
Tabela 12	--	Resultados das análises de Cloro Residual Livre. -----	69
Tabela 13	--	Resultados das análises de Cloretos. -----	71
Tabela 14	--	Resultados das análises de Sólidos Totais Dissolvidos. -----	72
Tabela 15	--	Resultados das análises de DBO. -----	74
Tabela 16	--	Resultados das análises de Oxigênio Dissolvido. -----	75
Tabela 17	--	Resultados das análises Microbiológicas. -----	76
Tabela 18	--	Comparação dos resultados das análises, antes e pós-tratameto. -----	79

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO. -----	18
2. OBJETIVO. -----	20
2.1 Objetivo Geral. -----	20
2.2 Objetivos Específicos. -----	20
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA. -----	21
3.1 - Marco Legal Existente. -----	23
3.2 - Áreas de Estudo (Local das Coletas das amostras). -----	25
4. METODOLOGIA. -----	29
4.1 Amostra e Amostragem. -----	29
4.2 Coleta das Amostras de Água. -----	29
4.2.1 Recipientes para coletas das amostras. -----	31
4.2.1.1 <i>Recipientes de coleta destinadas as análises microbiológicas.</i> -----	31
4.2.1.2 <i>Recipientes de coleta destinadas as análises físico-químicas.</i> -----	32
4.2.2 Métodos de conservação das amostras. -----	33
4.2.2.1 <i>Descrição dos métodos de conservação.</i> -----	34
4.2.3 Procedimentos para coleta no açude. -----	35
4.2.4 Procedimentos para coleta em residências. -----	35
4.3 Análises Físico-Químicas. -----	37
4.3.1 Análises de pH. -----	39
4.3.2 Análises de Cor. -----	41
4.3.3 Análises de Turbidez. -----	42
4.3.4 Análises de Condutividade. -----	43
4.3.5 Análises de Acidez. -----	44
4.3.6 Análises de Alcalinidade. -----	46
4.3.7 Análises de Dureza. -----	48
4.3.8 Análises de Cloretos. -----	49
4.3.9 Análises de Oxigênio Consumido. -----	51
4.3.10 Análises de Oxigênio Dissolvido. -----	51
4.3.11 Análises de Cloro Residual Livre. -----	52
4.3.12 Análises de Demanda Bioquímica de Oxigênio. -----	53

4.3.13	Análises de Sólidos Totais Dissolvidos. -----	55
4.4	Análises Microbiológicas. -----	56
4.4.1	Análises de Coliformes Totais e Escherichia Coli. -----	56
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES. -----	59
5.1	Resultados de pH. -----	60
5.2	Resultados de Cor. -----	61
5.3	Resultados de Oxigênio Consumido. -----	62
5.4	Resultados de Turbidez. -----	63
5.5	Resultados de Condutividade. -----	64
5.6	Resultados de Alcalinidade. -----	66
5.7	Resultados de Acidez. -----	67
5.8	Resultados de Dureza. -----	68
5.9	Resultados de Cloro Residual Livre. -----	69
5.10	Resultados de Cloretos. -----	71
5.11	Resultados de Sólidos Totais Dissolvidos. -----	72
5.12	Resultados de DBO. -----	73
5.13	Resultados de Oxigênio Dissolvido. -----	74
5.14	Resultados de Análises de ausência e presença de Coliformes Totais e Coliformes Fecais (Escherichia Coli). -----	76
6.	CONCLUSÃO. -----	80
	REFERÊNCIAS. -----	81
	ANEXOS. -----	83

1 – INTRODUÇÃO.

A água é considerada um recurso natural e escasso, levando-se em considerações que o nosso planeta ela está distribuída da seguinte forma (figura 01):

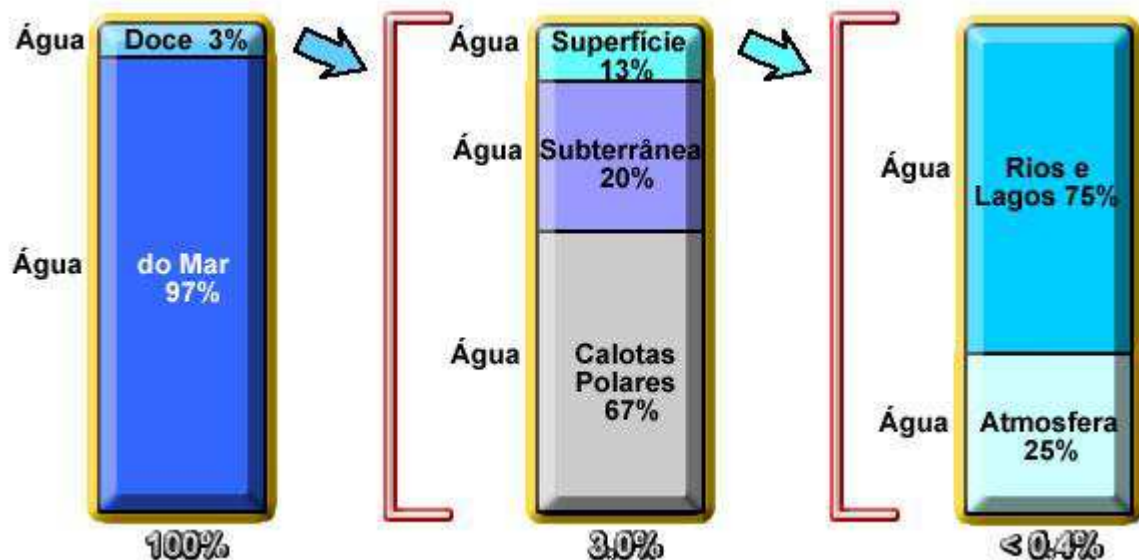


FIGURA 01 – Distribuição da água em nosso planeta.
 FONTE: OMS, 1998.

A água é de suma importância a vida e ao desenvolvimento das espécies. Trata-se de um recurso sobre o qual serão conduzidos muitos estudos e discursos ao longo de todo este século. Diversos artigos ampliam as discussões relativas à água quanto a sua importância no planejamento ambiental e territorial sobretudo seus aspectos físicos, químicos e biológicos, o que nos desperta o interesse pelas questões relativas à qualidade e quantidade de água encontrada, bem como suas diversas formas de utilização (SOUZA, 2002 *apud* CÂMARA, 2007).

Apesar dessa preocupação com a água em nosso planeta, pouco se observa em termos de progresso no tratamento e cuidados com esse recurso tão escasso. Os poderes políticos juntos as comunidades científicas e públicas devem trabalhar em harmonia para que possa melhorar a qualidade dos sistemas naturais de recursos hídricos.

O uso desordenado deste recurso tem causado sérios problemas, principalmente nos centros urbanos, onde a maioria dos problemas relacionados com o uso da água tem sido ocasionada pela crescente contaminação dos corpos d'água, gerando a sua minimização.

A contaminação e poluição desse recurso tão escasso podem ser dadas em função da falta de saneamento básico, agrotóxicos, chorume dos aterros sanitários, que certamente contaminam os lençóis freáticos, despejos domésticos, industriais e etc. Os constituintes químicos das águas subterrâneas podem ser influenciados por vários fatores, entre os quais, deposição atmosférica, processos químicos de dissolução e/ou hidrólise no aquífero e mistura com esgoto e/ou água salinas por intrusão, fatores esse que modificam as características qualitativa e quantitativamente dos mananciais subterrâneos (FREITAS et al, 2001).

As ações da vigilância ambiental tais como, por exemplo, o controle da qualidade da água para o consumo humano, tem uma fundamental importância, assessorando quanto à necessidade, qualidade e promoção de medidas de intervenção, sendo preventivas ou corretivas, garantindo água de boa qualidade para o consumo humano (CARVALHO *et al*, 2009).

Apesar de todos os esforços para diminuir o seu consumo, a água torna-se, cada vez mais, um bem escasso e sua quantidade se deteriora rapidamente. A água subterrânea, por exemplo, além de ser um bem econômico é considerada mundialmente uma fonte indispensável de abastecimento para as populações que não tem acesso a rede pública de abastecimento ou para aqueles que tendo acesso a uma rede de abastecimento, mas têm o fornecimento com frequência irregular.

Deste modo é necessário conhecer as características físico-químicas e microbiológicas da água do sistema de abastecimento. As alterações das condições do ambiente sejam elas causadas por ações do homem ou naturais poderão ser detectadas por meios de parâmetros tais como, pH, Cor, Turbidez, Acidez, Alcalinidade, Oxigênio Dissolvido, Oxigênio Consumido, análises microbiológicas dentre outros. Essas análises proporcionam um melhor monitoramento das condições ambientais da água em um sistema de águas naturais ou em sistemas com águas tratadas e garantirá a qualidade da água no presente e no futuro (XAVIER, 2005, *apud* CÂMARA, 2007).

Com o intuito de conhecer a qualidade física, química e microbiológica da água de abastecimento do município de Cuité, o trabalho foi desenvolvido tendo como foco avaliar essas características antes e após o tratamento convencional, fazendo um comparativo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação brasileira.

2 – OBJETIVOS

2.1 – Objetivo Geral.

Avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água de abastecimento do município de Cuité, fazendo um comparativo antes e após o tratamento, para fornecer um diagnóstico das condições próprias ou impróprias para consumo humano.

2.2 – Objetivos Específicos.

- Determinar as variações dos fatores Físico-Químicos da água do Açude do Cais antes e após o tratamento convencional e compará-los com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Legislação Vigente no País.
- Avaliar a presença/ausência de microorganismos patogênicos e compará-los com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Legislação Vigente.
- Verificar a eficiência do tratamento convencional da água através da comparação entre os fatores físico-químicos e microbiológicos antes e depois do tratamento.

3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.

A água doce corresponde a 3% da água do planeta, no seu estado natural e potável, representa um dos componentes mais puros, porém ao longo do tempo esta característica vem sendo modificada, e hoje ela é um dos maiores veículos de transmissão de doenças por causa de sua contaminação. (REIS; HOFFMANN, 2006 *Apud* CARVALHO, 2009).

Nos locais de tratamento de água, a qualidade da mesma podem sofrer várias mudanças, fazendo com que a água que chega às torneiras das residências dos usuários seja de boa qualidade ou não, se diferenciando da água que sai diretamente das represas e mananciais. Em um tratamento errôneo essas mudanças podem ser maléficas, uma vez que podem ser causadas por variações químicas e biológicas ou por uma perda de integridade do sistema. (FREITAS, 2001).

Alguns fatores que influenciam tais mudanças incluem:

- Qualidade química e biológica da fonte hídrica;
- Efeito do processo de tratamento, reservatório, armazenamento e sistema de distribuição;
- O tempo de durabilidade das encanações, tipo de encanação, projeto da empresa responsável e manutenção da rede;
- E a qualidade da água que esta sendo tratada. (FREITAS, 2001).

Alguns metais naturais ou inseridos no sistema de distribuição de água podem causar variabilidades na qualidade dessa água. Duas origens podem ser indicadas: a primeira diz respeito ao próprio sistema que fornece o metal, principalmente por meio de corrosão química ou microbiológica; a segunda fonte diz respeito à origem da água que entra na estação de tratamento, onde principalmente alumínio e ferro formam compostos, os mesmos são utilizados no processo de coagulação cujo objetivo é a remoção de partículas em suspensão na água que flui para a estação de tratamento.

Metais na água são absorvidos pelo nosso corpo através do nosso intestino, essa absorção pode ser afetada pelo pH e pela presença de outras substâncias. Combinações dessas substâncias podem causar uma absorção pelo organismo e trazer efeitos benéficos ou maléficos caso a ingestão seja em excesso.

Segundo a Organização Mundial Saúde, cerca de 80% das doenças que ocorrem em países pobres e em desenvolvimento são veiculadas pelas águas contaminadas por microrganismos patogênicos. Isso devesse pelo fato de menos de 30% da população mundial ter acesso à água tratada, boa para consumo humano e mais de 70% da população tem poços com fonte de água, facilitando assim sua contaminação (Organização Mundial de Saúde, 1998).

O isolamento e a identificação de cada microrganismo exigem metodologias diferentes e a ausência ou presença de um agente patogênico não exclui a presença de outros. A avaliação da presença de organismos patogênicos na água é determinada pela presença ou ausência de um organismo indicador e sua respectiva população.

Os coliformes são os microrganismos mais estudados para indicar contaminação fecal de humanos ou animais em água, o que torna essa água imprópria para consumo humano. Nos países onde encontra-se uma precária condição de saneamento básico, e da má qualidade da água, neles desenvolveram-se inúmeras doenças diarréicas de veiculação hídrica como, por exemplo:

- Febre tifóide;
- Cólera;
- Salmonelose;
- Poliomielite;
- Hepatite A;
- Verminose.

Essas têm sido as responsáveis por vários surtos epidemiológicos e elevadas taxas de mortalidade infantil relacionadas à água de consumo humano. Crianças pequenas, principalmente as menores de 03 (três) anos de idade, são bastante frágeis ao desenvolvimento dessas doenças, por causas de suas condições alcalinas do seu sistema intestinal (FREITAS, 2001). Esses fatos também podem ser observados em pessoas mais velhas que apresentam alguns problemas gastrointestinais, anemias, e em mulheres grávidas.

A água considerada potável deve estar de acordo com os padrões de potabilidade da Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, que define a água para consumo humano, aquela que apresente “**ausência**” de *Escherichia Coli* ou Coliformes Termotolerantes, em 100 ml de amostra de água. (BRASIL, 2004).

3.1– Marco Legal.

A efetivação de um programa de vigilância em saúde ambiental, relacionada à qualidade da água para consumo humano, depende de um conjunto de leis que estejam associadas a situações jurídicas e constitucionais do país. Esse marco legal deve contemplar os mecanismos necessários para o cumprimento das mesmas em diversos campos do governo.

O decreto Federal n.º 79.367/1977 dispõe sobre a competência do Ministério da Saúde para elaborar normas e o padrão de potabilidade de água para consumo humano a fim de serem observados em todo o território nacional. O decreto também estabelece que caberá ao Ministério da Saúde, um trabalho em conjunto com secretarias municipais e estaduais, a competência para a fiscalização e o exato cumprimento das normas que tratam o decreto. Além disso pelo texto legal cabe também ao Ministério em articulação com os outros órgãos competentes a elaboração de normas sanitárias sobre: proteção de mananciais; serviços de abastecimento de água; instalações prediais de água e controle de qualidade de água do sistema de abastecimento público. (BRASIL, 1999)

O mesmo Decreto determina que os órgãos e entidades dos estados, municípios, Distrito Federal e territórios responsáveis pela operação de abastecimento público, deveram adotar obrigatoriamente as normas e o padrão de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

É importante saber que a Constituição Federal de 1988 estabelece o princípio de que é um direito de todos e dever do Estado e constitui o SUS (Sistema Único de Saúde) que, entre outras atribuições, no seu artigo 200 determina que compete ao sistema:

- IV Participar da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico;
- VI Fiscalizar e inspecionar alimentos, compreendido o controle de seu teor nutricional, bem como bebidas e água para consumo humano;
- VII Colaborar na proteção do meio ambiente nele compreendido o do trabalho. (BRASIL, 1988, art. 200, p. 115, grifo nosso).

A Lei Federal n.º 8080/1990, dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes. Esta Lei estabelece em seu artigo 16 que compete à direção nacional do Sistema Único de Saúde, dentre outros:

- II Participar na formulação e na implementação das políticas:
- a) De controle das agressões ao meio ambiente;
 - b) De saneamento básico; e,
 - c) Relativas às condições e aos ambientes de trabalho. (BRASIL, 1990b, art. 16).

Com uma reestruturação institucional ocorrido a partir do início da década de 1990, com a criação da FUNASA - Fundação Nacional de Saúde unido ao Ministério da Saúde surgiram, novos marcos legais que fornecem essência jurídica as ações de vigilância da qualidade da água para o consumo humano, a saber:

- A Portaria do Ministério da Saúde n.º 1.399/1999, que regulamenta a Norma Operacional Básica (NOB) no que se refere às competências da União, estados, município e Distrito Federal na área de epidemiologia e controle de doenças. Em seu *artigo 1.º*, a Portaria define que compete a FUNASA (atual secretaria de vigilância em saúde) a gestão do sistema de vigilância epidemiologia e ambiental em saúde em âmbito nacional. (BRASIL, 1999).
- A Instrução Normativa n.º 01/2001 regulamenta a Portaria n.º 1.399/1999, no que se refere à competência da União, estados, municípios e Distrito Federal, na área de Vigilância em saúde ambiental. Em seu *artigo 1.º*, a instrução normativa dispõe

[...] O Sistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental (SINVSA), compreendendo o conjunto de ações e serviços prestados por órgãos e entidades públicas e privadas relativos à vigilância em saúde ambiental, visando ao conhecimento e a detecção ou a prevenção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiental que interfere na saúde humana com finalidade de recomendar e adotar medidas de prevenção e controle de fatores de risco relacionados as doenças e outros agravos a saúde, em especial água para consumo humano (BRASIL, 2001).

- A Portaria n.º 518/2004, do Ministério da Saúde *estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*. Em seu *artigo 5.º* a Portaria determina que:

[...] são deveres do Ministério da Saúde, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde, entre outros, promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água, em articulação com as secretarias de saúde de estados e do Distrito Federal e com os responsáveis pelo controle da água, nos termos da legislação que regulamenta o

SUS. As atribuições dos níveis estaduais e municipais estão definidas nos artigos 6.º e 7.º, de acordo com as diretrizes e hierarquização prevista no SUS (BRASIL, 2004).

3.2 - Áreas de Estudo (local de coleta das amostras)

A área de estudo esta situada no Município de Cuité, região do Curimataú, no Cariri Paraibano. Uma das áreas chama-se **Açude do Cais**, represa onde se retira água para abastecimento (figura 03 e 04) e no município de Cuité/PB (figura 05 e 06). A Empresa responsável pelo abastecimento, armazenamento e tratamento da água em Cuité, como em todo o estado da Paraíba é a CAGEPA.

Para ser classificada como sistema de abastecimento de água deve obedecer ao que diz a portaria. “Instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão” (BRASIL, 2004). A figura 02 demonstra como funciona a rede de tratamento no Município de Cuité.

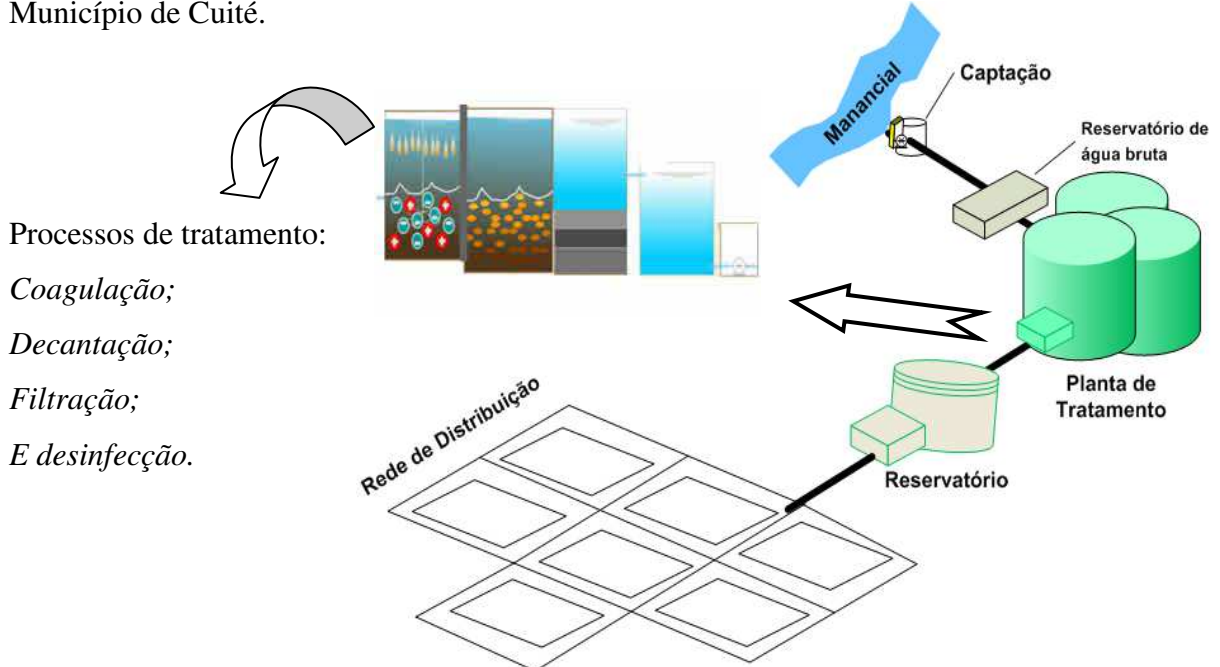


FIGURA 02: Rede de distribuição de água. **FONTE:** Dados da Pesquisa.



FIGURA 03 – Extensão do Açude do Cais, foto por satélite ano 2007.
FONTE: Software Google Earth. maio de 2010.



FIGURA 04 – Extensão do Açude do Cais, foto atual.
FONTE: Dados da Pesquisa, maio de 2010.



FIGURA 05 – Extensão da cidade de Cuité/PB, foto satélite ano 2007.
FONTE: Software Google Earth. maio de 2010.



FIGURA 06 – Extensão da cidade de Cuité/PB.
FONTE: Centro de educação e saúde – CES/Cuité/PB.

De acordo com o censo de 2007 (IBGE, 2007), a região possui uma população de aproximadamente 20.365 habitantes, vivendo em uma cidade onde não se tem condições sanitárias e de higiene no que se refere a redes de esgotos e aterros sanitários.

O abastecimento de água é feito para mais de 80% dos domicílios através de rede geral, e os restantes são abastecidos por poços e cisternas. A região não possui rede coletora de tratamento de esgoto e os resíduos que seriam jogados na rede de esgoto é lançada para uma grande lagoa (figura 07) nos arredores da cidade onde a mesma, tem seus córregos, “vazando” em suas épocas de cheias (início do ano) para o Açude do Cais.

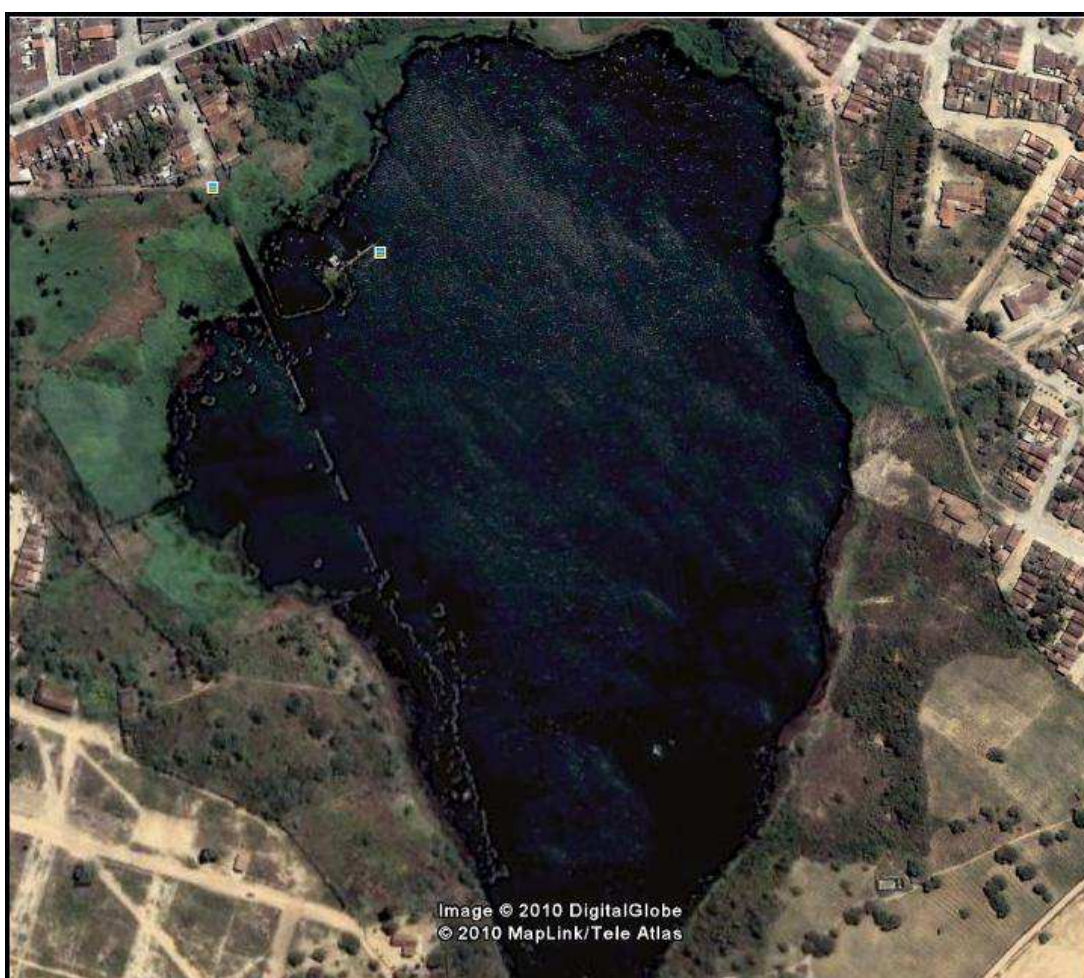


FIGURA 07 – Lagoa de Cuité, foto satélite ano 2007.
FONTE: Software Google Earth. Maio de 2010.

4 – METODOLOGIA

4.1 – Amostra e Amostragem

Para compor as amostras representativas necessárias à realização dos procedimentos analíticos, foi adotado o processo de amostragem. Dessa forma, uma amostra bruta, segundo sua composição, foi reduzida para uma quantidade de material homogêneo, a fim de se obter uma amostra de laboratório.

4.2 – Coletas das Amostras de Água

As amostras de água foram coletadas observando o conjunto de análises a que foram submetidas, físico-químicas e microbiológicas, no mês de abril onde a ocorrência de chuvas é quase nula, interferindo de maneira não significativa nas análises.

O trabalho realizado foi de caráter, qualitativo e quantitativo, analisando amostras de água de 06 (seis) pontos distintos: 03 (três) amostras no **Açude do Cais** e 03 (três) amostras em **localidades diferentes no município**. Distribuídos da seguinte maneira:

Pontos de coleta Açude (<i>figura 08</i>).	{ P. 01 - Próximo a Bomba de sucção da CAGEPA; P. 02 - Nas margens do Açude – Fazenda Tanque e Rede; P. 03 - No Meio do Açude.
Pontos de coleta Cidade (<i>figura 09</i>).	{ P. 04 - Residência na R.: Caetano Dantas, s/n – ao lado da CAGEPA, Oeste da cidade P. 05 - Residência na R.: Floriano Peixoto, 239 – Centro; P. 06 - Posto de Saúde – Rua: Projetada s/n – Leste da cidade.



FIGURA 08 – Pontos de coleta de amostra de água do Açude do Cais, foto satélite ano 2007.
FONTE: Software Google Earth. Maio de 2010.



FIGURA 09 – Pontos de coleta de amostra de água de residências da cidade, foto satélite ano 2007.
FONTE: Software Google Earth. Maio de 2010.

4.2.1 – Recipientes para Coleta das Amostras.

Os principais recipientes utilizados para coleta de amostras de água são de vidro e plástico. Esse dois tipos de material apresentam vantagens e desvantagens (Tabela 01). Os frascos de vidro são inertes à maioria dos constituintes. Os de plástico de polietileno possuem uma menor absorção de íons de metais, porventura presente na amostra. Tem também sacolas plásticas esterilizadas, comumente usadas para coletas destinadas a análises microbiológicas.

Tabela 01: Comparação entre recipiente de vidro e plástico.

CONDIÇÕES OPERACIONAIS	VIDRO (BOROSSILICATO)	PLÁSTICO (POLIETILENO)	SACOLA PLASTICA
Interferência com a amostra	Inerte a todos os constituintes, excerto a forte alcalinidade	Inerte a todos os constituintes, excerto a pesticidas, óleos e graxas.	Inerte a todos os constituintes, excerto a pesticidas, óleos e graxas.
Peso	Pesado.	Leve.	Leve.
Resistência e ruptura	Muito frágil.	Resistente.	Resistente.
Limpeza	Fácil	Alguma dificuldade na remoção de componentes absorvíveis	<i>Descartável</i>
Esterilização	Sim	Apenas os de alta densidade.	<i>Descartável</i>

Fonte: (BRASIL, 1999).

4.2.1.1 – Recipientes de Coleta Destinadas as Análises Microbiológicas.

Os frascos e as respectivas tampas utilizadas para coletar amostras de água destinadas a análise bacteriológica devem ser de material resistente às condições de esterilização e à ação solvente da água. Não deve liberar compostos químicos, nem substancias nutritivas durante a esterilização. Pode-se optar pela coleta em sacolas plásticas esterilizadas que após seu uso deve ser descartadas.

Utilizando os frascos de vidro de borossilicato, será necessária a esterilização a quente, os frascos de vidro devem ser mantidos em estufa a 170/180 °C por 02 (duas) horas. Os frascos de plástico devem ser esterilizados em autoclave a 121 °C 0,1 MPA (1atm) durante 30 minutos. (CETESB – SÃO PAULO)

Nesse trabalho foi utilizado para análises microbiológicas, sacolas plásticas esterilizadas de 300 mL e para incubação das amostras, sacolas esterilizadas de 100 mL.

4.2.1.2 – Recipientes de Coleta Destinadas as Análises Físico-Químicas.

A limpeza dos frascos é de suma importância para impedir a introdução de contaminação nas amostras. São necessários cuidados especiais e evitar a utilização de materiais de limpeza cujas formulas contemham as substancias que se quer determinar na amostra de água. O exemplo mais comum e que pode trazer valores irreais as suas analises é o uso de detergentes para lavas os frascos quando os mesmo serão utilizados para determinar o teor de surfactantes, ou ainda, uso de sabão com fosfato, quando se quer determinar esse constituinte.

Os tipos de frascos mais recomendados para alguns parâmetros físico-químicos encontram-se na tabela 02, onde expressa às características de qual o melhor tipo de frasco, preservação e período máximo entre coleta e análise.

Tabela 02: Características de preservação e período máximo entre coleta e análise.

PARÂMETROS	TIPO DE FRASCO (*)	PRESERVAÇÃO (*)	PERÍODO ENTRE COLETA E ANÁLISE	OBSERVAÇÃO
Alcalinidade	P. V.	R.	-	Reduzir ao Maximo a exposição ao ar. Encher totalmente o frasco com a amostra
Cloro Residual Livre	Medida em campo	-	-	-
Cloro Residual Total	Medida em campo	-	-	-
Cor	P. V.	R.	24 h	-
Acidez	P. V.	R.	6 h	-
pH	P. V.	R.	6 h	Parâmetro usualmente medido em campo
Turbidez	P. V.	Refrigerar e evitar exposição da amostra a	24 h	-

		luminosidade / R.		
Ferro	P. V.	02 mL HCl conc. para cada 100 mL de amostra / R.	O mais rápido possível	-
Dureza	P. V.	R.	07 dias	-
Nitrato	P. V.	H ₂ SO ₄ até pH < 2 / R.	24 h	-
Oxigênio Dissolvido (OD)	V. – Frasco especial para OD	02 mL de solução de sulfato manganoso e 02 mL de reagente álcaliodeto azida / R.		
Fluoreto	P.	R.	07 dias	-
Prata	P. V. âmbar	HNO ₃ até pH < 2 / R.	07 dias	-
Fenóis	V. cor âmbar	H ₂ SO ₄ até pH < 2 / R.	O mais rápido possível	-

(*) Abreviaturas: P. = Polietileno / V. = Vidro neutro ou borossilicato / R. = Refrigerar a 4°C.

FONTE: (BRASIL, 1999)

Para as análises Físico-Químicas foram utilizados, recipientes de vidro de borossilicato do tipo âmbar com capacidade para 1000 mL de amostra.

4.2.2 – Métodos de Conservação das Amostras.

Devido ao intervalo de tempo que geralmente existe entre a coleta das amostras e realização das análises e que na maioria delas é um intervalo curto, será necessário adotar métodos específicos para conservação das amostras, com a finalidade de manter as condições similares do ponto de amostragem.

As alterações que podem ocorrer na estrutura dos constituintes acontecem em função das condições físico-químicas da amostra. Assim:

- Metais podem precipitar-se como hidróxidos ou formar complexos com outros constituintes;
- Os cátions e ânions podem mudar seu estado de oxidação;
- Outros constituintes podem dissolver-se ou volatilizar-se com o tempo
- E há a possibilidade de absorção de íons pela superfície do recipiente de coleta.

Os métodos de conservação relativamente limitados têm por objetivo, retardar a ação biológica e a hidrólise dos compostos químicos e complexos, reduzirem a volatilidade dos constituintes, os efeitos da absorção e preservar organismos vivos, evitando ou minimizando alterações morfológicas e fisiológicas. Os métodos de conservação das amostras mais empregados são as seguintes:

4.2.2.1 – Descrição dos Métodos de Conservação. (BRASIL, 1999)

- ✚ **Adição Química:** é um dos métodos mais convenientes. Uma substância conservadora é adicionada prévia ou imediatamente após a coleta da amostra, provocando a estabilidade do constituinte de interesse por um período mais longo de tempo. Contudo, devido à natureza biológica de alguns testes (especificamente DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio) e também ao fato de que a composição química da amostra pode ser afetada pela conservação (ex: adicionar ácido nítrico quando o objetivo é analisar nitratos ou a acidez da água) **tal procedimento não é indicado para conservação das amostras destinadas a todos os tipos de análises.**
- ✚ **Congelamento:** trata-se de um método no qual o agente conservador é a temperatura. Contudo componentes como resíduos sólidos (filtráveis ou não filtráveis) alteram-se com o congelamento quando é submetido ao descongelamento. É um método aceitável para algumas análises, mas não para a conservação no geral. É certo de que para algumas determinações biológicas e microbiológicas mostra-se inadequado.
- ✚ **Refrigeração:** utilizado para conservação de vários parâmetros e é o método mais comum em trabalhos de campo. Embora a refrigeração não mantenha completamente o estado inicial da amostra quando foi coletada para todos os parâmetros, interfere de modo insignificante na maioria das determinações laboratoriais. A refrigeração é sempre utilizada na preservação de amostras microbiológicas e algumas determinações químicas e biológicas.

4.2.3 - Procedimentos Para Coleta no Açude. (BRASIL, 1999)

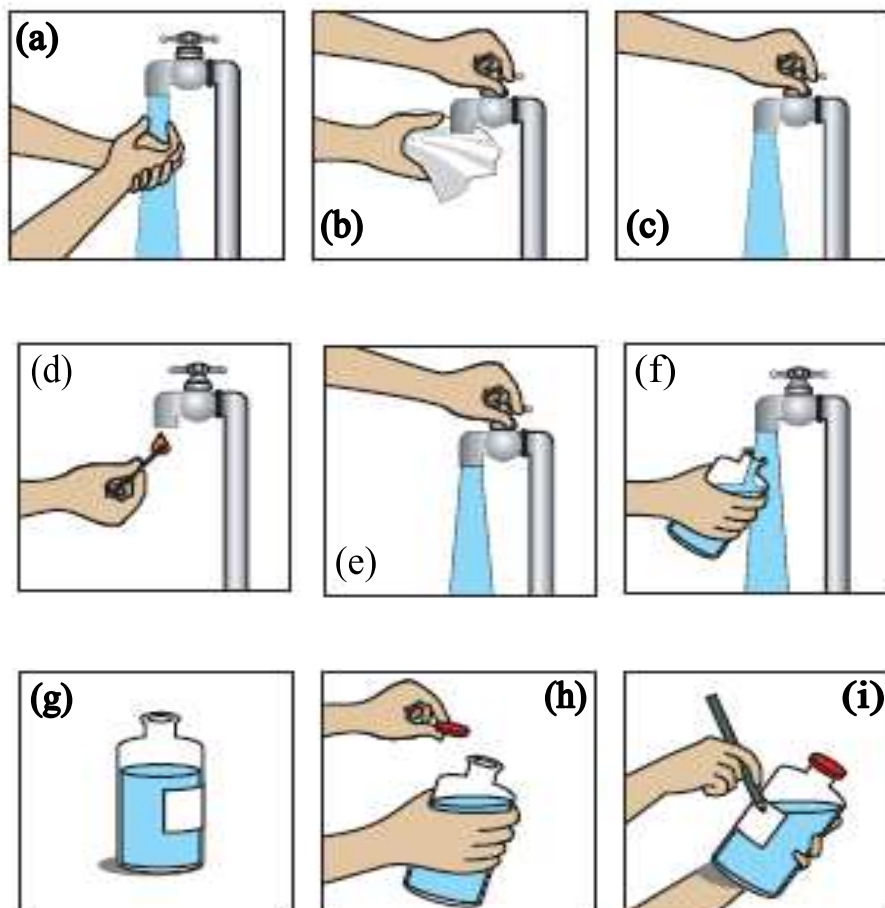
- a) Lavar bem as mãos com água e sabão, e para coleta destinadas a análises microbiológicas, desinfetar as mãos lavando-as com álcool 70%;
- b) Coletar a amostra de água. Mergulhar o recipiente no leito do rio com no mínimo 20 cm de profundidade, para que nenhuma partícula em suspensão na superfície do açude interfira nas análises;
- c) Encher com pelo menos $\frac{3}{4}$ de seu volume;
- d) Tampar o frasco e identificá-lo, anotando endereço, à hora e a data da coleta, o estado do tempo, o nome do coletor, etc.;
- e) Preencher corretamente a ficha de identificação da amostra de água;(Anexo I)
- f) Colocar o frasco da amostra na caixa térmica com gelo;
- g) Lacrar, identificar e enviar a caixa para o laboratório. O tempo de coleta e a realização do exame não devem exceder 24 horas. Análises de pH e microbiológicas não deve exceder 6 horas após a coleta.

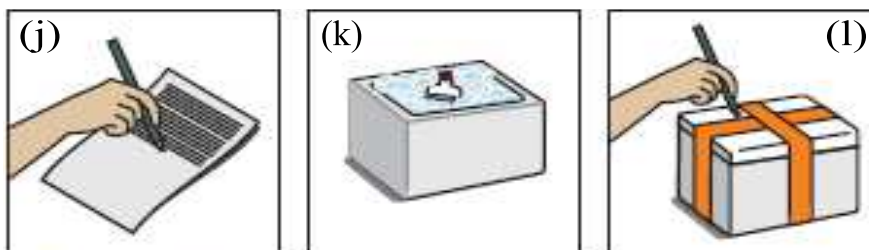
4.2.4 - Procedimentos Para Coleta em Residências (BRASIL, 1999) (Fluxograma 01).

- a) Lavar bem as mãos com água e sabão e para coleta destinadas a análises microbiológicas, desinfetar as mãos lavando-as com álcool 70%.
- b) Limpar toda a torneira, da saída de água ate o encaixe na parede ou pia, do usuário com um pedaço de algodão umedecido em álcool;
- c) Abrir a torneira e deixar escorrer a água durante 01 ou 02 minutos, esse processo serve para que a água que se encontra no encanamento saia e não fique nenhuma interferência do algodão ou do álcool que foi usado na limpeza da torneira;
- d) Fechar e flambar a torneira. Esse procedimento é opcional.
- e) Abrir novamente a torneira e deixar escorrer por mais 02 ou 03 minutos, caso ainda opte por flambar a torneira.
- f) Coletar a amostra de água. No recipiente para análises microbiológicas.
- g) Encher com pelo menos $\frac{3}{4}$ de seu volume;

- h) Tampar o frasco;
- i) Identificá-la, anotando endereço, à hora e a data da coleta, o estado do tempo, o nome do coletor, etc.;
- j) Preencher corretamente a ficha de identificação da amostra de água;
- k) Colocar o frasco da amostra na caixa térmica com gelo;
- l) Lacrar, identificar e enviar a caixa para o laboratório. O tempo de coleta e a realização do exame não devem exceder 24 horas. Análises de pH e as análises microbiológicas não deve exceder 6 horas após a coleta.

Nota: segundo a CETESB a torneira pode ser flambada se o coletador achar necessário. Entretanto esse procedimento não é muito aconselhável, pois além de provocar danos às torneiras, comprovou-se não ter efeito letal sobre as bactérias. Atualmente o processo de flambagem é opcional. A CETESB e o *Standard Methods* recomendam utilizar álcool 70% ou Hipoclorito de sódio a 100 mg/L e utilizando esse procedimento deve-se remover completamente o álcool ou o hipoclorito, antes da coleta, deixando a água escoar por pelo menos uns 02 a 03 minutos.





FLUXOGRAMA 01 – *Procedimento de coleta* - **FONTE:** (BRASIL, 1999)

4.3 – Análises Físico-Químicas.

A água para ser consumida pelo homem não pode conter substâncias dissolvidas em níveis tóxicos e nem transportar as mesmas em suspensão. Uma das formas de avaliar a sua qualidade é através das análises físico-químicas em laboratórios especializados. Com os padrões de potabilidade regidos pela Portaria 518/04 Ministério da Saúde no da subsídios em laboratórios na expedição dos resultados para uma água em conformidade ou não conformidade para água de consumo humano.

A necessidade do monitoramento deve-se ao fato de possíveis mudanças nas características da água que podem ocorrer com o tempo ou devido a condições externas que venham a poluir os mananciais com substâncias tóxicas, sais, etc.

Para a avaliação da qualidade Físico-Química da água, foram selecionados os seguintes parâmetros: pH, Cor Aparente, Turbidez, Condutividade, Acidez, Alcalinidade, Dureza, Cloretos, Oxigênio Consumido, Oxigênio Dissolvido, Cloro Residual Livre, DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio e Sólidos Totais Dissolvidos.

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Química Geral da UFCG/CES. As análises de DBO foram realizadas no Laboratório de Análise de Água, EXTRABES – situado na cidade de Campina Grande/PB.

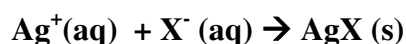
As Análises Microbiológicas foram realizadas no LACQA – Laboratório de Análise, Controle e Qualidade da Água/Cuité-PB de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Cuité. As fichas de identificação de amostras de água (*anexo I*) foram cedidas pelo LACEN – Laboratório Central de Saúde Pública – João Pessoa/PB.

Os métodos utilizados para determinação dos parâmetros físico-químicos foram os titulométricos. As titulações são amplamente usadas em química analítica para determinar ácidos, bases, oxidantes, redutores, íons metálicos, proteínas e muitas outras espécies. (SKOOG et al, 2008)

Foram utilizados:

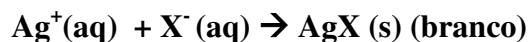
- **Titulometria de precipitação**, baseia-se nas reações que produzem os compostos iônicos de solubilidade limitada, é uma das mais antigas técnicas analíticas. Sem dúvida o mais amplamente utilizado e o reagente precipitante mais importante é o nitrato de prata, que é empregado para determinação de haletos, anions semelhantes aos haletos (SCN⁻, CN⁻, CNO⁻) e outros.

Reação:

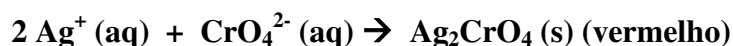


O método de Mohn para Cloreto.

Reação de titulação:



Reação do indicador



- **Titulometria de Complexação**, os processos de formação de íons complexos podem ser descritos pelo termo geral complexação. Uma reação de complexação com um íon metálico envolve a substituição de uma ou mais moléculas de solvente, que estão coordenadas por outros grupos nucleofílicos. Os grupos ligados ao íon central são chamados de ligantes e, em água, a reação pode ser representada: (VOGEL, 2002)



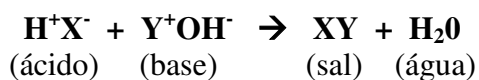
Aqui o L pode ser uma molécula neutra ou um íon.

- **Titulometria de neutralização** são largamente empregadas para determinar as quantidades de ácidos e bases. Além disso, podem ser utilizados para monitorar o progresso das reações que produzem ou consomem íons hidrogênio.

Os reagentes padrões utilizados nas titulações ácido/base são sempre ácidos ou bases fortes mais comumente são: HCl, HClO₄, H₂SO₄, NaOH, KOH. Os ácidos e bases fracas nunca são empregados como reagentes padrões porque reagem de forma incompleta com os analitos (SKOOG, 2008)

Um grande número de substâncias, chamadas indicadores de neutralização ou indicadores Ácido/base, mudam de cor de acordo com a concentração de íons hidrogênio na solução. A característica principal destes indicadores é que a mudança de cor observada em meio ácido para a cor observada em meio básico não ocorre abruptamente, mas dentro de um pequeno intervalo de pH. Denominado faixa de viragem. (VOGEL, 2002)

Reação:



4.3.1 – Análises de pH

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, este fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento. Na rotina dos laboratórios das estações de tratamento, o pH é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e também o controle da desinfecção. (BRASIL, 1999)

O valor do pH varia de 0 a 14,0. Abaixo de 7,0 a água é considerada ácida e acima de 7,0, alcalina. Água com pH 7,0 é neutra. (BROWN, 2005)

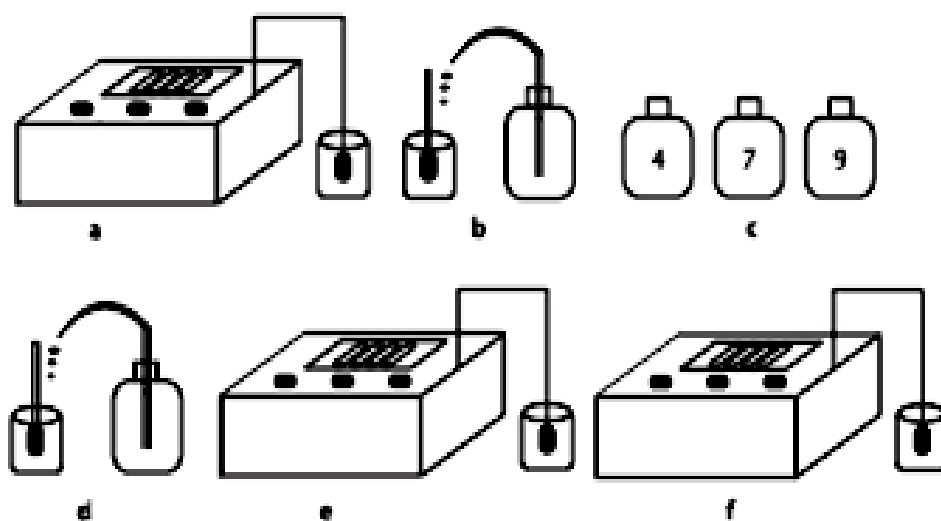
O Conhecimento do Potencial hidrogênio iônico de uma água permite o:

- Monitoramento do poder de corrosão;
- Monitoramento da quantidade de reagentes necessários à coagulação melhorando o processo;
- Monitoramento do crescimento de microorganismos;

- E o monitoramento do processo de desinfecção, que tem a finalidade de reduzir os níveis de microorganismos.

A água em questão precisa estar dentro da legislação vigente antes de ser distribuída e/ou utilizada para consumo humano. (MACEDO, 2001).

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde recomenda que, no sistema de distribuição, **o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5**. (BRASIL, 2004). O fluxograma 02, ilustra o procedimento operacional da determinação do pH.



FLUXOGRAMA 02 – Procedimento de determinação do pH. *FONTE: dados da pesquisa. Maio de 2010.*

A seqüência operacional, ilustrada no fluxograma 02 é:

a) Potenciômetro; b) Calibração; c) amostras; d) lavar o eletrodo; e) examinar as amostras; f) fazer a leitura.

Existem no mercado vários aparelhos para determinação do pH, denominados de Potenciômetros.

O pH das amostras de água foi determinado por potenciometria, utilizando Potenciômetro (pHmetro) digital, nome: pH METER MODEL, da marca PHTEK, modelo: PHS-3B digital, com termômetro acoplado proporcionando o monitoramento da temperatura.

4.3.2 – Análises de Cor.

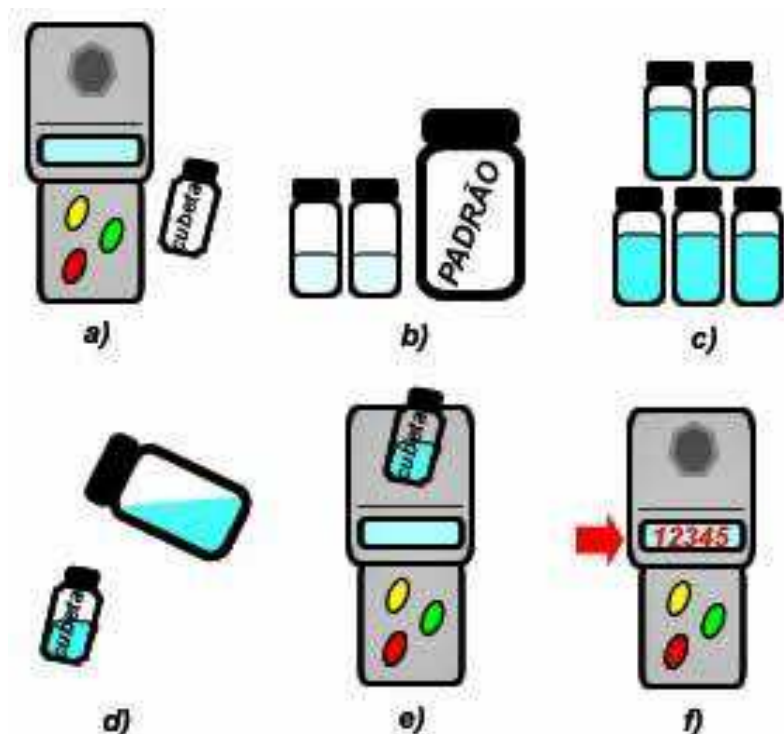
As amostras foram observadas em boas condições de visibilidade, devendo-se apresentar límpidas, sem cor e livres de partículas em suspensão.

A cor da água é proveniente da matéria dissolvida (orgânica ou inorgânica) e resíduos industriais. (BRASIL, 1999) A cor, em sistemas públicos de abastecimento de água, é esteticamente indesejável. A sua medida é de fundamental importância, visto que, água de cor elevada provoca a sua rejeição por parte do consumidor e o leva a procurar outras fontes de suprimento muitas vezes inseguras.

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece para **cor aparente o Valor Máximo Permitido de 15,0 uH – Unidade Hazen (mg de Pt-Co/L)**. Como padrão de aceitação para consumo humano. (BRASIL, 2004)

A Cor Aparente das amostras de água será determinada por análises Colorimétrica, utilizando o Colorímetro digital, modelo DM – C3, da empresa DIGIMED.

O fluxograma 03 mostra o procedimento operacional da determinação da cor.



FLUXOGRAMA 03 – Procedimento de determinação da Cor. FONTE: dados da pesquisa. Maio de 2010

A seqüência operacional a ser seguida é:

a) Colorímetro; b) Calibração; c) amostras; d) Colocar 10 mL de amostra na cubeta; e) levar a cubeta ao aparelho e examinar a amostra; f) fazer a leitura.

4.3.3 – Análises de Turbidez

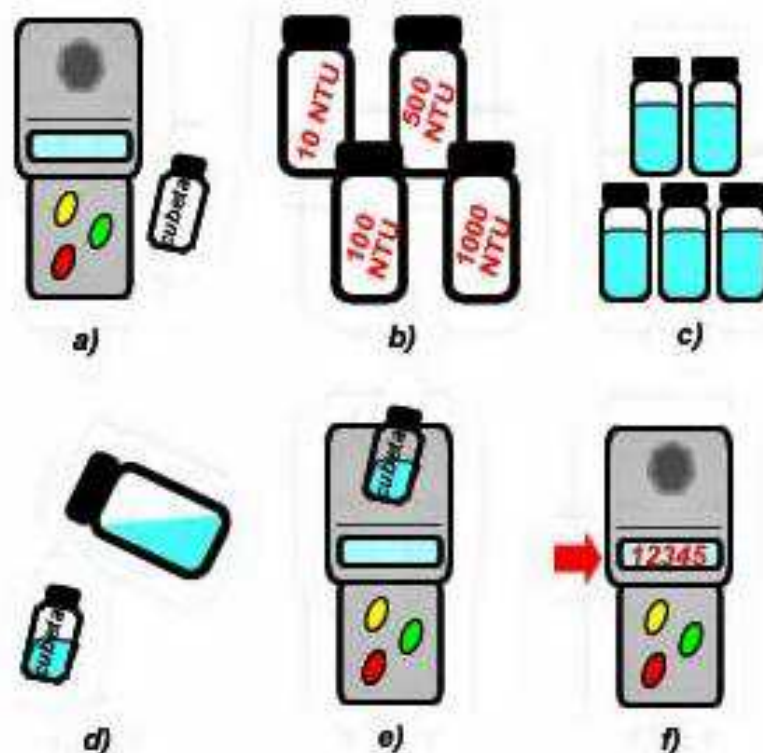
A turbidez da água é devida à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais. (BRASIL, 1999)

O método é baseado na comparação da intensidade da luz espalhada pela amostra em condições definidas, com a intensidade da luz espalhada por uma suspensão considerada padrão. Quanto maior a intensidade da luz espalhada maior será a turbidez da amostra analisada. O turbidímetro é o aparelho utilizado para a leitura. (MACEDO, 2001).

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que o Valor Máximo Permitido seja de 1,0 UT – Unidade de Turbidez, para água subterrânea desinfetada e água filtrada após tratamento completo ou filtração direta, e **5,0 UT como padrão de aceitação para consumo humano**. Para água resultante de **filtração lenta o Valor Máximo Permitido é 2,0 UT**. (BRASIL, 2004)

A turbidez das amostras será observada por uso de um turbidímetro digital modelo DM-C4, da empresa DIGIMED. As amostras de água podem ser coletadas em recipientes de plásticos ou vidro e acondicionadas ao abrigo da luz e calor. A referida análise deve ser realizada em um período máximo de vinte e quatro horas.

O fluxograma 04 mostra o procedimento operacional da determinação da Turbidez.



FLUXOGRAMA 04 – Procedimento de determinação da Turbidez. **FONTE:** dados da pesquisa.

A seqüência operacional a ser seguida é:

a) Colorímetro; b) Calibração; c) amostras; d) Colocar 10 mL de amostra na cubeta; e) levar a cubeta ao aparelho e examinar a amostra; f) fazer a leitura.

4.3.4 – Análises de Condutividade

A medida da condutividade é um procedimento muito sensível para a medição de concentrações iônicas, mas deve ser usada com cautela, pois qualquer espécie com carga elétrica presente numa solução, contribuirá para o resultado total final.

Deve-se Ressaltar que a condutividade de uma solução eletrolítica em qualquer temperatura depende somente dos íons presentes e das respectivas concentrações.

A pureza da água destilada, ou deionizada, e verificada comumente por medições condutimétricas. A condutividade da água destilada varia de $0,5 \cdot 10^{-6}$ a $3 \cdot 10^{-6} \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ou 0,5 a 3 $\mu\text{mhos/cm}$ e o menor traço de impureza iônica leva a um grande aumento da condutividade. (MACEDO, 2001).

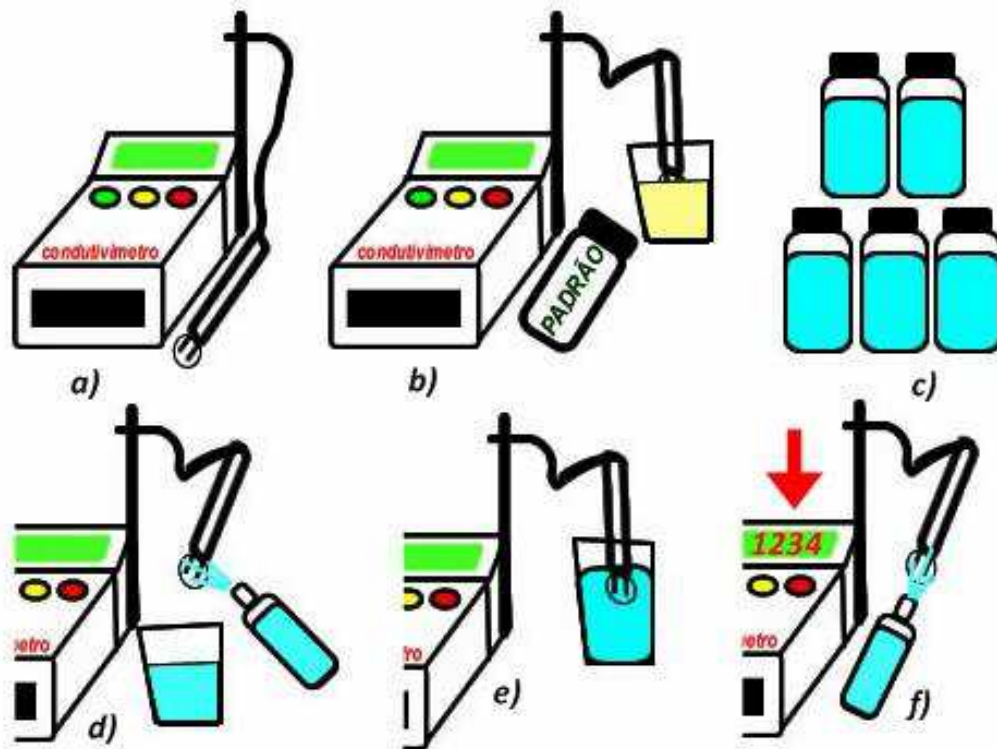
Relação entre as unidades de condutividade:

$$1 \text{ mS} / \text{m} = 10 \text{ } \mu\text{mhos} / \text{cm}$$

$$1 \text{ } \mu\text{S} / \text{cm} = 1 \text{ } \mu\text{mhos} / \text{cm}$$

A condutividade foi determinada com uso de Condutivímetro Digital – Modelo: mCA

150.



FLUXOGRAMA 05 – Procedimento da determinação da Condutividade. **FONTE:** dados da pesquisa.

A seqüência operacional é:

a) Condutivímetro; b) Calibração; c) amostras; d) lavar o eletrodo; e) examinar as amostras; f) fazer a leitura. (MACÊDO, 2001)

Na Portaria 518/04 do Ministério da Saúde não especifica um valor máximo permitido. Mas relacionamos seus valores com a presença de sólidos, pois os mesmos aumentam a condutividade da água.

4.3.5 – Análises de Acidez

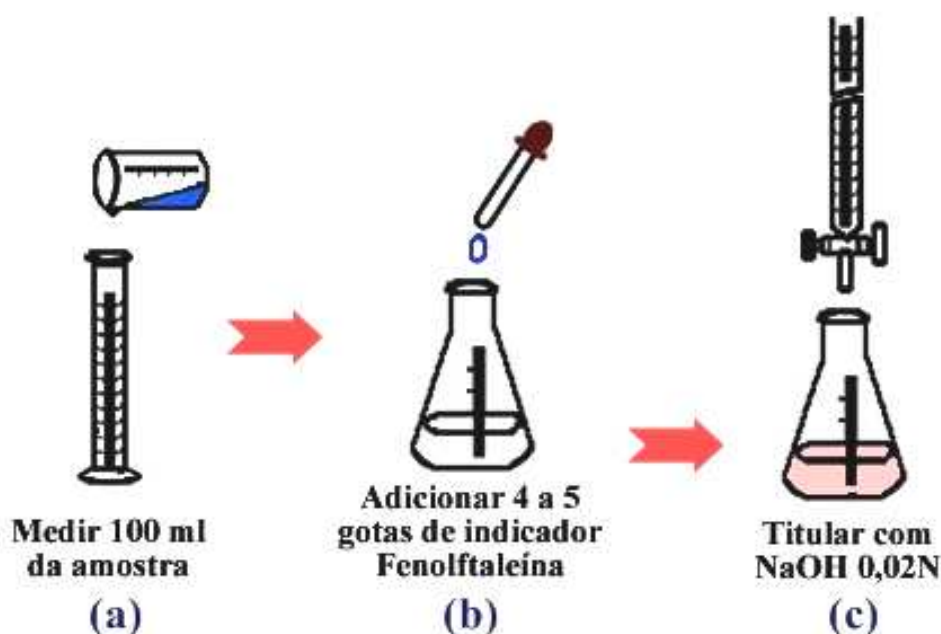
A acidez existente em águas superficiais normalmente está em concentração menor do que 10 mg/L, enquanto que em águas subterrâneas pode existir em maior concentração.

O gás carbônico livre, os ácidos minerais e orgânicos contidos na água podem contribuir significativamente para a corrosão das estruturas metálicas e de materiais à base de cimento (tubos de fibra-cimento) de um sistema de abastecimento de água e por essa razão o seu teor deve ser conhecido e controlado. (BRASIL, 1999)

A importância da determinação da acidez se prende ao fato de que sua variação brusca pode caracterizar o lançamento de algum resíduo industrial. A maioria das águas é considerada alcalina, embora possa conter gás carbônico, ou seja, a água pode apresentar ao mesmo tempo, acidez e alcalinidade. (ANDRADE E MACEDO, 1996)

O gás carbônico será responsável pela acidez das águas naturais. Já a acidez mineral e orgânica é resultante de resíduos industriais. Como já foi citado a acidez apresenta como inconveniente a corrosividade e em função deste fato, ressalta-se que uma água utilizada na indústria deva apresentar um pH acima de 8,3, pois acima deste pH não existe gás carbônico, reduzindo assim sua agressividade. (MACEDO, 2001).

A acidez total da água será determinada por titulação das amostras com solução de hidróxido de sódio de concentração adequada, utilizando fenolftaleína como indicador ácido-base. Segue um esquema do procedimento da determinação da acidez ilustrado no fluxograma 06.



FLUXOGRAMA 06 – Procedimento de Determinação da Acidez. *FONTE:* (BRASIL, 1999).

A seqüência operacional a ser seguida é:

a) medir 100 mL de amostras; b) adicionar o indicador; c) titular com NaOH 0,02 N. (MACÊDO, 2001).

A Portaria 518/04 do Ministério da Saúde não especifica um valor permitido, mas relacionamos a acidez de uma amostra de água com seus valores de pH o qual apresenta valores máximo e mínimo.

4.3.6 – Análises de Alcalinidade.

A alcalinidade da água é composta pelos íons hidróxido (OH^-), carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-). A quantificação desses íons será dada por titrimetria ácido-base. Através de titulação de um determinado volume de amostra com uma solução aquosa de ácido sulfúrico de concentração conhecida. Para determinação dos íons OH^- e CO_3^{2-}

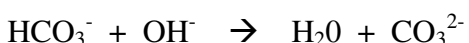
Todos os íons causadores da alcalinidade têm características básicas, sendo assim, reagem quimicamente com soluções ácidas, ocorrendo à reação de neutralização. (BROWN, 2005). Para determinação final da alcalinidade utilizaremos dois indicadores, com pontos de viragem em função das diversas formas de alcalinidade:

$\text{pH} > 9,4 \rightarrow$ Alcalinidade causada por hidróxidos e carbonatos;

$8,3 < \text{pH} < 9,4 \rightarrow$ Alcalinidade causada por carbonatos e bicarbonatos;

$4,4 < \text{pH} < 8,3 \rightarrow$ Alcalinidade causada apenas bicarbonatos.

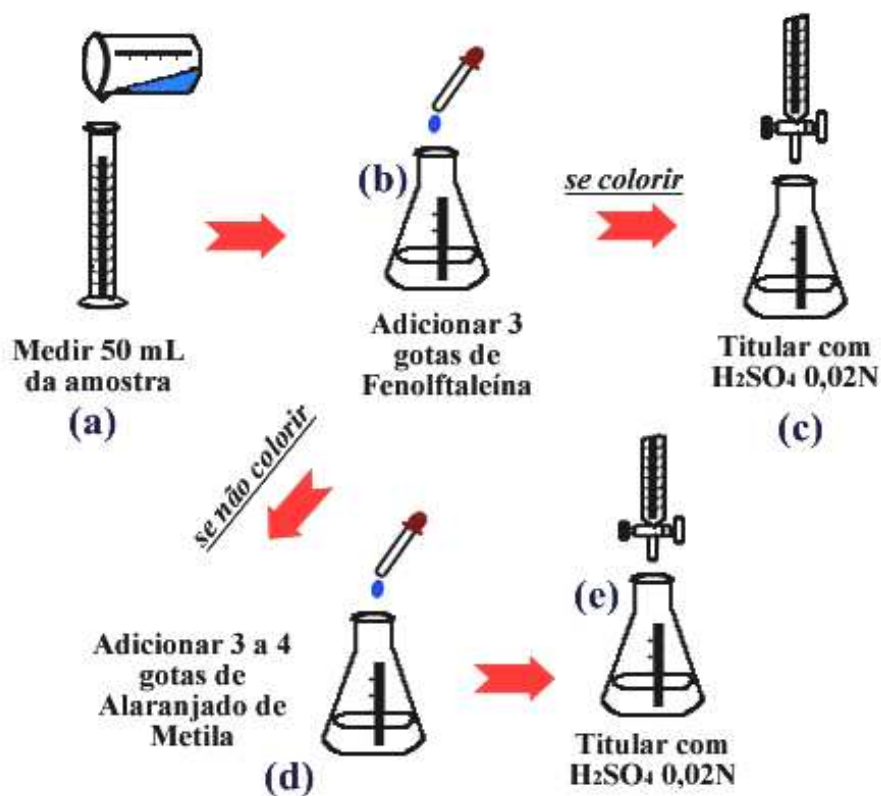
Não é possível a coexistência das três formas de alcalinidade numa mesma amostra, em função da reação química do íon bicarbonato com o íon hidróxido. O íon bicarbonato age como se fosse um ácido fraco na presença de uma base forte: (MACEDO, 2001).



Será utilizado em sua quantificação o indicador fenolftaleína, sua faixa de pH de atuação é de 8,3 a 9,8, em pH menor que 8,3 não apresenta coloração (incolor) enquanto acima desse valor, assume a cor rosa. Na quantificação do íon HCO_3^- , será utilizado qualquer um dos seguintes indicadores: Alaranjado de Metila, vermelho de metila ou indicador misto (constituído de vermelho de metila e verde de bromocresol).

O cloro residual reage com os indicadores utilizados no experimento. Dessa forma, é necessário o uso de uma solução de tiosulfato de sódio, para anular esse efeito interferente.

Segue em esquema o procedimento da determinação da alcalinidade usando fenolftaleína e alaranjado de metila para 50 ml de amostra, ilustrado no fluxograma 07.



FLUXOGRAMA 07 – Procedimento de Determinação da Alcalinidade. **FONTE:** (BRASIL, 1999).

A seqüência operacional a ser seguida é:

a) medir 50 mL de amostras; b) adicionar o indicador; c) titular com H₂SO₄ 0,02 N. (MACÊDO, 2001)

Como na acidez, na Portaria 518/04 do Ministério da Saúde não especifica valor máximo permitido, mas relacionamos seus valores com os obtidos nas análises de pH.

Para expressar os resultados segundo os íons básicos causadores da alcalinidade utilize, nos cálculos, a seguinte tabela:

Tabela 03. Resultados segundo os íons básicos causadores da alcalinidade

Resultado da Titulação	ALCALINIDADE		
	Hidróxidos	Carbonatos	Bicarbonatos
$F = 0$	0	0	T
$F < \frac{1}{2} \cdot T$	0	$2 \cdot F$	$T - 2 \cdot F$
$F = \frac{1}{2} \cdot T$	0	$2 \cdot F$	0
$F > \frac{1}{2} \cdot T$	$2 \cdot F - T$	$2 (T - F)$	0
$F = T$	T	0	0

F = Volume gasto na titulação da alcalinidade de fenolftaleína;
OBS: *M = Volume gasto na titulação da alcalinidade de alaranjado de metila;*
T = Volume total = F + M.

FONTE: (MACÊDO 2001).

4.3.7 – Análises de Dureza.

Os sais de magnésio e cálcio na água determinam sua dureza que pode ser classificada como temporária ou permanente. A dureza temporária é caracterizada pela presença dos sais de carbonatos. Esse tipo de dureza resiste à ação dos sabões e provoca incrustações. É denominada de temporária porque os bicarbonatos, pela ação do calor, se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis que se precipitam.

A dureza permanente deve-se a presença de sulfatos ou cloretos de magnésio e cálcio. Também chamada de dureza de não carbonatos, resiste também à ação dos sabões, mas não produz incrustações por serem seus sais muito solúveis na água e não se decompõe pela ação do calor. (BRASIL, 1999)

A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece para dureza o teor de **500 mg/L em termos de CaCO₃ como o valor máximo permitido para água potável.** (BRASIL, 2004). A água pode ser classificada segundo o quadro 01.

Quadro 01 – Classificação da Dureza.

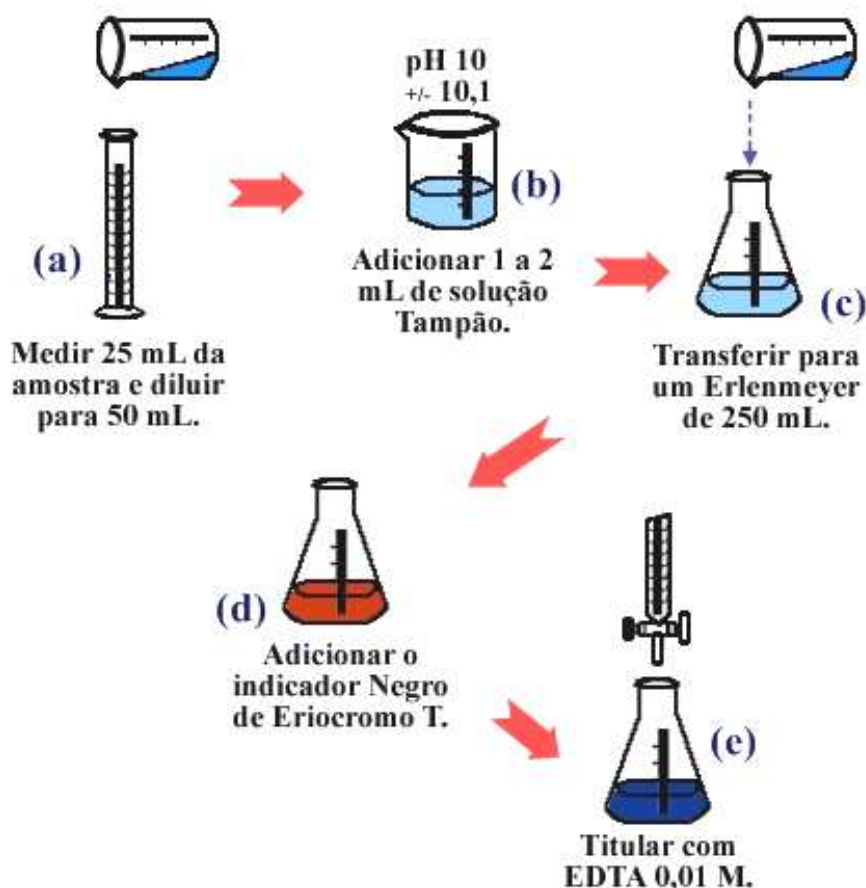
Água mole	Até 50 mg/L
Água moderadamente dura	De 50 a 150 mg/L
Água dura	De 150 a 300 mg/L
Água muito dura	Acima de 300 mg/L

Fonte: (MACÊDO, 2001).

A volumetria de complexação será o método adotado para determinação da dureza total nas amostras e água estudadas. Para tanto, serão realizado titulações de diferentes

volumes de amostras com uma solução de sal sódico de EDTA com uma concentração conhecida. Como indicador se fará uso do Negro de Eriocromo T.

O fluxograma 08 mostra o procedimento da determinação da Dureza:



FLUXOGRAMA 08 – Procedimento de Determinação da Dureza. *FONTE: (BRASIL, 1999).*

A seqüência operacional é:

a) medir a amostras; b) adicionar o tampão; c) transferir para erlenmeyer; d) adicionar o indicador; e) titular com EDTA. (MACÊDO, 2001)

4.3.8 – Análises de Cloretos

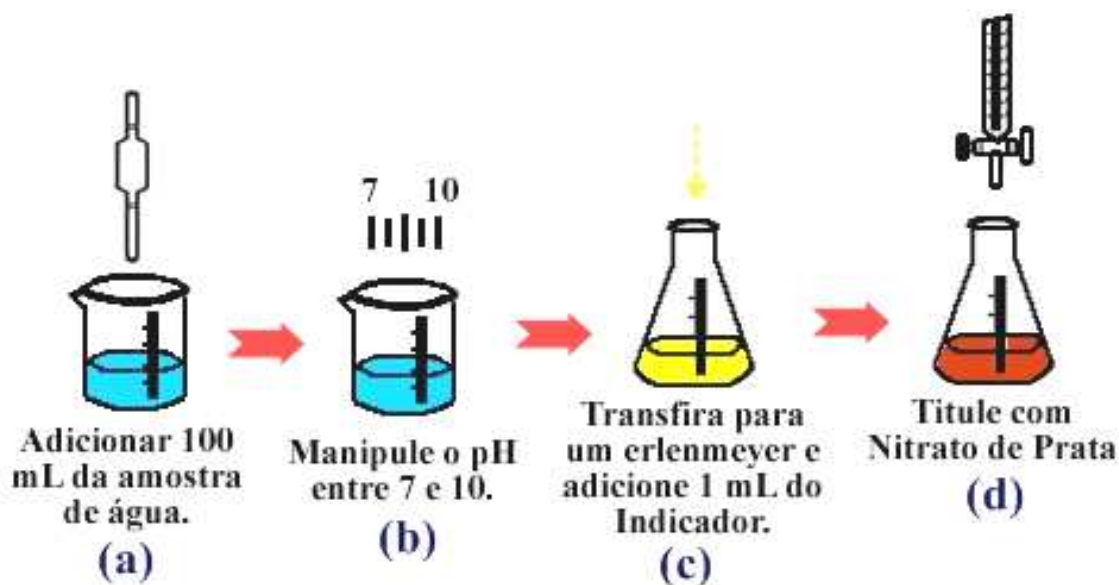
Geralmente os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até altas quantidades de mg/L. Estão presentes na forma de cloretos de sódio (NaCl), cálcio (CaCl₂) e magnésio (MgCl₂). A água do mar possui

concentração elevada de cloretos que está em torno de 26.000 mg/L. Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxante que eles podem provocar. (BRASIL, 1999)

A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece o **teor de 250 mg/l como o valor máximo permitido para água potável**. (BRASIL, 2004) Os métodos convencionais de tratamento de água não removem cloretos. A sua remoção pode ser feita por desmineralização (deionização) ou evaporação (destilação).

O teor de cloretos nas amostras de água analisadas será determinado por titrimetria de precipitação, por uso de uma solução de nitrato de prata de concentração conhecida como titulante e uma solução de cromato de potássio, como indicador.

O fluxograma 09 demonstra o procedimento da determinação de Cloretos:



FLUXOGRAMA 09 – Procedimento de Determinação de Cloretos (Cl⁻). FONTE: (BRASIL, 1999).

A seqüência a ser seguida é:

a) medir a amostras; b) manipular o pH entre 7,0 a 10,0; c) adicionar o indicador; d) titular com AgNO₃. (MACÊDO, 2001)

4.3.9 – Análises de Oxigênio Consumido (OC)

A determinação do oxigênio consumido indica a quantidade de matéria orgânica contida na amostra de água analisada. Este método se baseia na reação de oxigênio do permanganato de potássio (KMnO_4) em meio ácido, promovida por meio de titulação de óxido-redução.

Na Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, e na resolução 317/05 da CONAMA, não especifica valor um máximo permitido para oxigênio consumido.

4.3.10 – Análises de Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio proveniente da atmosfera dissolve-se nas águas naturais. A taxa de introdução de oxigênio dissolvido em águas naturais depende das características hidráulicas e é proporcional à velocidade. A taxa de aeração superficial em uma cascata é maior do que a de um rio de velocidade normal, que por sua vez apresenta taxa superior à de uma represa, com velocidade normalmente baixa.

A turbidez e a cor elevada dificultam à penetração dos raios solares e apenas algumas espécies resistentes às condições severas de poluição conseguem sobreviver. Este efeito pode “mascarar” a avaliação do grau de poluição de uma água, quando se toma por base apenas a concentração de oxigênio dissolvido. Sob este aspecto, águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas.

Através de medição do teor de oxigênio dissolvido, os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica, podem ser avaliados.

Na Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, não especifica valor máximo permitido para oxigênio consumido, no entanto na resolução 357/05 da CONAMA, estabelece que o Oxigênio Dissolvido, em qualquer amostra, não deverá ser inferior a **5,0 mg/L O₂**.

O aparelho utilizado para determinar o oxigênio dissolvido foi o “DISSOLVED OXIGEN METER” da marca YSI modelo 58.

4.3.11 – Análises de Cloro Residual Livre (CRL)

O Método mais comum para a desinfecção da água de abastecimento é a Cloração;



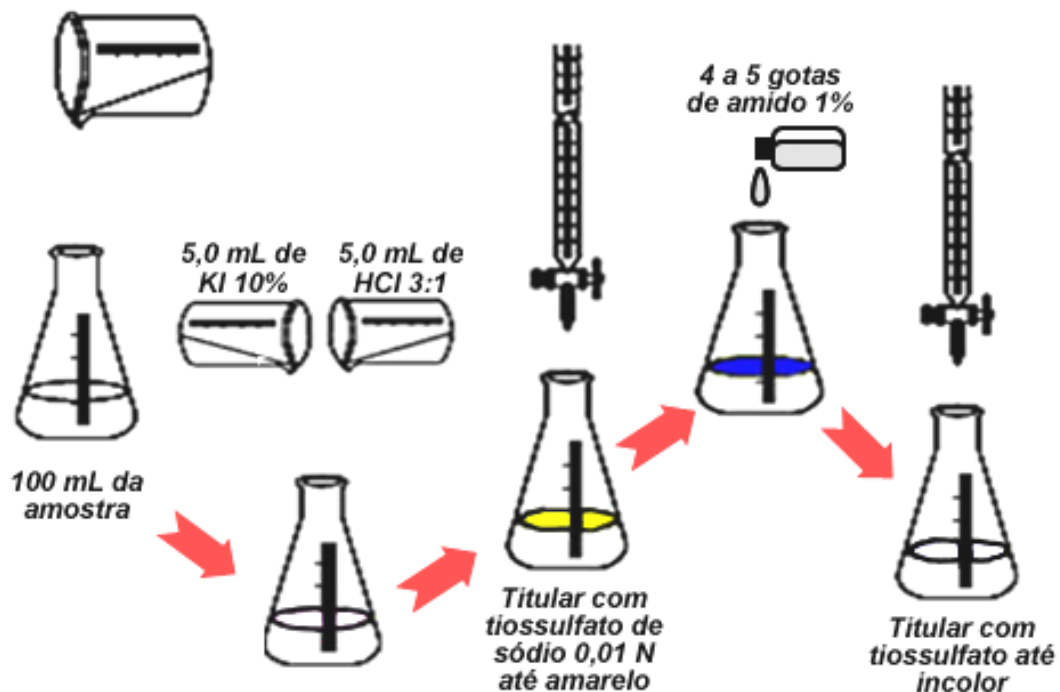
(ac. hipocloroso) (íon hidrogênio) (íon hipoclorito)

O Cloro existente na água, na forma de Ácido Hipocloroso (HOCl) e Íon Hipoclorito (OCl⁻), são definidos como Cloro Residual Livre.

A quantidade de cloro adicionada na água deve ser conhecida e controlar.

A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde determina a obrigatoriedade de se manter em qualquer ponto na rede de distribuição a concentração mínima de cloro residual livre de 0,2 mg/L. Recomenda, ainda, que **o teor máximo seja de 2,0 mg/L de Cloro Residual Livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento.** (BRASIL, 1999). Os principais produtos utilizados são: hipoclorito de cálcio, cal clorada, hipoclorito de sódio e cloro gasoso.

Segue no fluxograma 10 o procedimento da determinação de Cloro Residual Livre:



FLUXOGRAMA 10 – Procedimento de Determinação de Cloro Residual Livre. **FONTE:** Dados da pesquisa.

A seqüência ilustrada refere-se a:

a) 100 mL das amostras; b) Adicionar 5 mL de KI e 5 mL de HCl c) Titular com tiosulfato de sódio até a viragem para cor amarela; d) adicionar 4 a 5 gotas de solução de amido; e) titular com tiosulfato de sódio até viragem para incolor. (MACÊDO, 2001)

4.3.12 – Análises da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

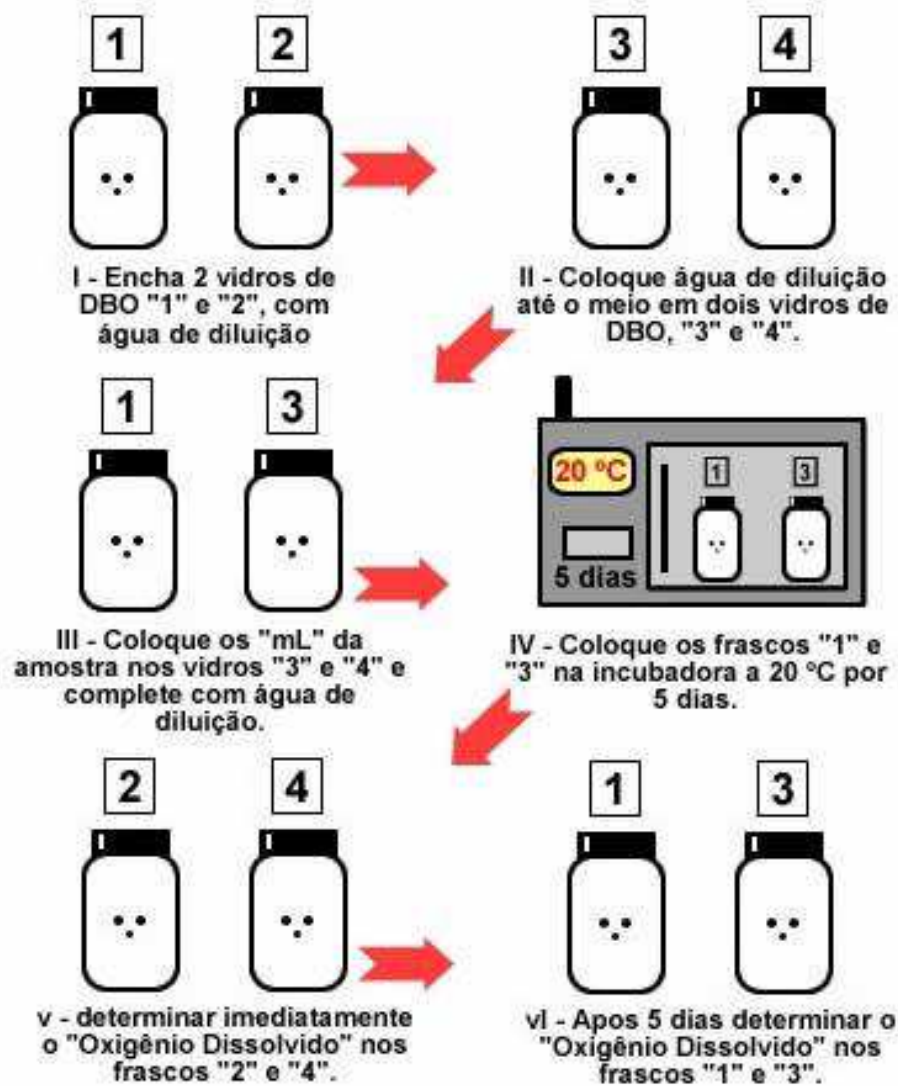
A demanda bioquímica de oxigênio será determinada pelo teste padrão $DBO_{5:20}$, a quantidade de oxigênio dissolvido será determinado e a seguir proceder-se-á a incubação das amostras por um período de cinco dias, a uma temperatura constante de 20°C. Será quantificado o oxigênio dissolvido após o período de incubação e, dessa forma, a quantidade de oxigênio consumido no processo de decomposição da matéria orgânica.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é uma das caracterizações fundamentais para saber a qualidade de uma água. É definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica sob condições aeróbicas, isto é, avalia a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) em mg/L de O_2 , que será consumido pelos organismos ao degradarem a matéria orgânica.

Portanto, a DBO_5 é um parâmetro que determina a qualidade da água que, de uma certa forma, quantifica a poluição orgânica pelo consumo do oxigênio, pelo ecossistema aquático (MACEDO, 2002).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, **Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), poderão ser elevados**, caso as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas. O aparelho utilizado para determinar o teor de oxigênio dissolvido foi o “DISSOLVED OXIGEN METER” da marca YSI modelo 58.

O fluxograma 11 demonstra procedimento da determinação da DBO:



FLUXOGRAMA 11 – Procedimento de Determinação de DBO. **FONTE:** (MACÊDO,2001).

A seqüência ilustrada no fluxograma 11 a ser seguida é:

I) encher 2 frascos de DBO "1" e "2", com água de diluição; II) Colocar água de diluição em dois frascos de DBO "3" e "4"; III) Colocar os mL de amostras nos frascos "3" e "4" e completar com água de diluição; IV) Colocar na incubadora por 5 dias a 20 °C; V) medir o Oxigênio dissolvido no primeiro dia dos frasco "2" e "4"; VI) após os 5 dias, determinar o oxigênio dissolvido nos frascos "1" e "3". (MACÊDO, 2001)

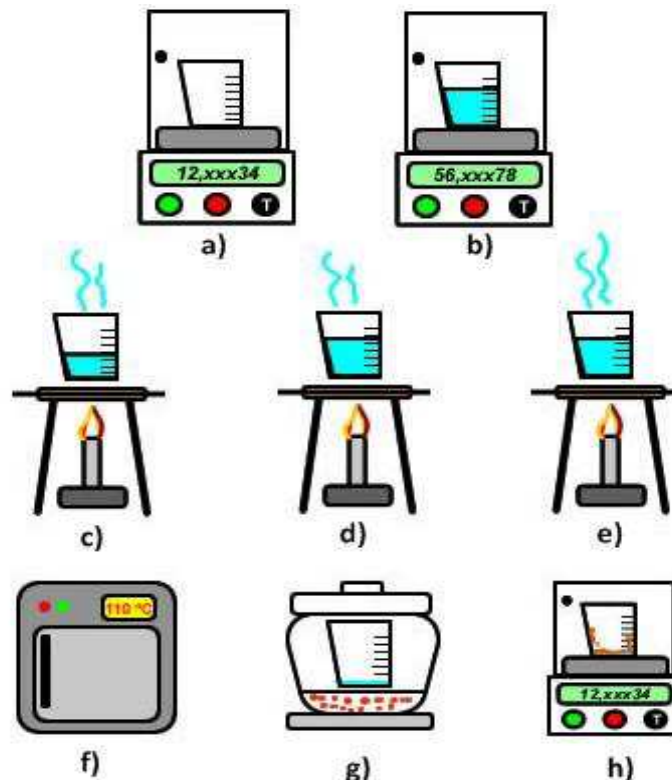
4.3.13 – Análises de Sólidos Totais Dissolvidos

Sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Os métodos empregados para a determinação de sólidos são gravimétricos (utilizando-se balança analítica ou de precisão).

Na rede natural, a presença dos sólidos dissolvidos pode afetar aos peixes e à vida aquática. Eles podem se sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes.

Na rede de distribuição, os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas.

A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde determina que **a concentração máxima de Sólidos Totais Dissolvidos seja de 1000 mg/L.** (BRASIL, 1999). O fluxograma 12 mostra o procedimento operacional da determinação de Sólidos Totais Dissolvidos.



FLUXOGRAMA 12 – Procedimento de Determinação dos Sólidos Totais Dissolvidos. **FONTE:** Dados da pesquisa.

A seqüência a ser seguida é:

a) Pesar o béquer seco; b) pesar o béquer com 200 mL amostra de água; c) evaporar a amostra usando bico de bunsen até quase secura; d) adicionar mais 200 mL de amostras e evaporar até quase secura; e) adicionar mais 100 mL de amostras e evaporar até quase secura; f) levar à amostra a estufa regulada para 110 °C e deixar até completa secura; g) Resfrie em dessecador; h) pesar o resíduo seco em balança analítica. (MACÊDO, 2001)

4.4 – Análises Microbiológicas

4.4.1 – Análises de Coliformes Totais e *Escherichia Coli*.

A água potável não deve conter microorganismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Os indicadores de contaminação fecal, tradicionalmente aceitos, pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes. O principal representante desse grupo de bactérias chama-se *Escherichia coli*. (BRASIL 1999).

Denomina-se de bactérias do grupo coliforme, bacilos gramnegativos, em forma de bastonetes, aeróbios ou anaeróbios facultativos que fermentam a lactose a 35-37°C, produzindo ácido, gás e aldeído em um prazo de 24-48 horas. (BRASIL, 2004)

Estes bacilos são também oxidase-negativos e não formam esporos. A razão da escolha desse grupo de bactérias como indicador de contaminação da água deve-se aos seguintes fatores:

- Estão presentes nas fezes de animais de sangue quente, inclusive os seres humanos;
- Sua presença na água possui uma relação direta com o grau de contaminação fecal;
- São facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água;
- Possuem maior tempo de vida na água que as bactérias patogênicas intestinais, por serem menos exigentes em termos nutricionais, além de ser incapazes de se multiplicarem no ambiente aquático;
- São mais resistentes à ação dos agentes desinfetantes do que os germes patogênicos.

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que sejam determinados, na água a presença/ausência de coliformes totais e termotolerantes de preferência *Escherichia coli*.

A mesma portaria no seu *Art. 11 – tabela 1* recomenda:

A ausência de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes e ausência de Coliformes totais em 100 mL de amostra. Em sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: tolera-se a ausência de coliformes totais em 100 ml em 95% das amostras examinadas no mês. Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 ml. (BRASIL, 2004)

Um teste de presença/ausência usando o método do substrato cromogênico foi utilizado e a amostra posta em incubação.

Decorridos 24 horas da incubação, retirar da estufa o material: ao observar a cor amarela, o resultado é **presença de Coliformes Totais** na amostra.

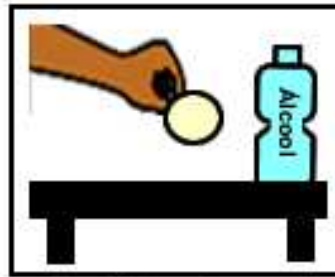
Com o auxílio de uma lâmpada ultravioleta 365 nm, observar a existência da fluorescência azul/violeta na amostra de 100 mL utilizada no teste. Caso isso aconteça, significa que há **presença de *Escherichia Coli*** na amostra examinada.

Caso a amostra permaneça transparente, o resultado é negativo, tanto para Coliformes Totais como para *E. coli*.

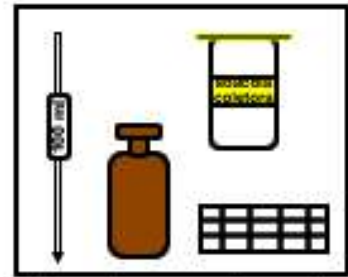
O fluxograma 13, que mostra o procedimento operacional das Análises Microbiológicas:



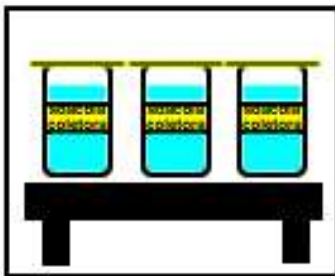
Lave bem as mãos com água e sabão e em seguida desinfetar com álcool.



Desinfetar a bancada utilizando um algodão umedecido em álcool ou hipoclorito de sódio.



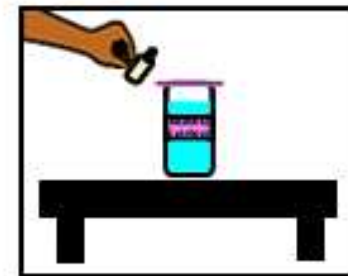
Esterilizar previamente todo o material que será utilizado nas análises microbiológicas.



Colocar os recipientes com as amostras sobre a bancada desinfetada.



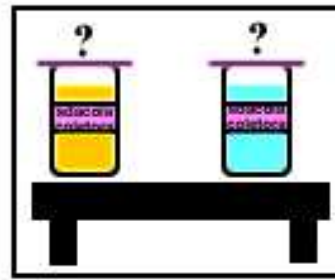
Com a pipeta volumetrica, transfira 100 mL da amostra para a **sacola de análises**.



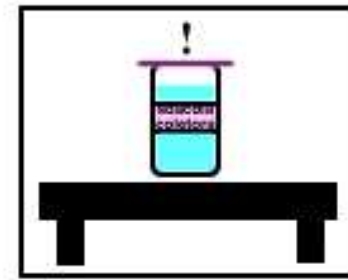
Adicione o "**substrato**" a amostra de 100 mL e leve a mesma para estufa.



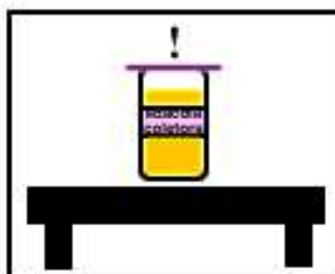
Programa a estufa à uma temperatura de **36 °C**, e deixe a amostras por 24 horas.



Após 24hs de Incubação, retire a amostra de estufa e observe a sua coloração.



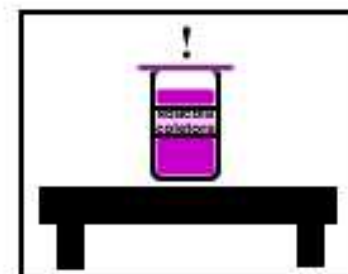
Se amostra não alterar sua coloração, está livre de coliformes Totais e Fecais.



Se amostra apresentar uma cor amarelada, significa presença de Coli. Totais. leve a amostra ao próximo passo.



submeta a amostra a luz ultra violeta e observe se ocorre a mudança na coloração



Se amostra refletir a cor violeta, significa presença de Escherichia Coli. Coliformes Fecais.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

As coletas foram feitas em diferentes recipientes, diferenciados por:

- Recipientes para análises microbiológicas (sacolas esterilizadas). (figura 10) Conservadas em “caixa térmica” por meio da refrigeração.
- Recipientes para análises Físico-Químicas (frasco de vidro de borossilicato, âmbar) conservadas em “caixa térmica” por meio da refrigeração, utilizando gelo em não-contato com as amostras. (figura 11);



FIGURA 10 – Sacola de Coleta 300 mL e Sacola de Análises de 100 mL.



FIGURA 11 - Frasco de vidro, borossilicato, 300 mL.

FONTE: Dados da pesquisa.

➤ Análises Físico-Químicas:

Todas as análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas em triplicata.

5.1 - pH.

Os valores de pH apresentaram-se **em conformidade**, dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela portaria 518/04 do Ministério da saúde (Tabela 04).

Tabela 04 – Resultados das análises de pH.

Local da Coleta	Pontos	Resultado	Desvio Padrão	VMP* 518/04 M. S.**
AÇUDE	P. 01	8,43	0,106	Entre 6,0 à 9,0
	P. 02	8,74	0,043	
	P. 03	8,90	0,010	
CIDADE	P. 04	7,31	0,045	
	P. 05	6,66	0,085	
	P. 06	6,83	0,050	

*VMP = Valor Máximo Permitido.; **Portaria Ministério da Saúde. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.



GRÁFICO 01 – Valores do pH e linha de tendência.

FONTE: Dados da pesquisa, abril de 2010.

O pH é um valor característico em soluções aquosas, que convencionalmente representa a sua acidez e alcalinidade. Esse valor deve ser acompanhado para aperfeiçoar os processos de tratamento e preservar as tubulações contra corrosões e entupimentos. É um parâmetro que não tem risco sanitário associado diretamente a sua medida. Com os seus valores em mãos, caso apresente $\text{pH} < 7,0$, determina-se sua acidez, $\text{pH} > 7,0$ determina-se sua basicidade. A legislação recomenda-se que a faixa de pH na água de distribuição esteja

entre 6,0 e 9,0 (BRASIL, 2004). Todas as amostras estão em conformidade com a portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

5.2 - Cor.

Os valores de Cor das análises estão dispostos na Tabela 05.

Tabela 05 – Resultados das análises de Cor.

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado	Des. Padr.	518/04 M. S.**
AÇUDE	P. 01	uH*	182,0	0,452	15,0 uH (mg Pt-Co/L)
	P. 02		163,9	0,932	
	P. 03		132,6	1,272	
CIDADE	P. 04		0,0	0,0	
	P. 05		0,0	0,0	
	P. 06		0,0	0,0	

*VMP = Valor Máximo Permitido.; *uH = Unidade Hazen.; **Portaria Ministério da Saúde. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.

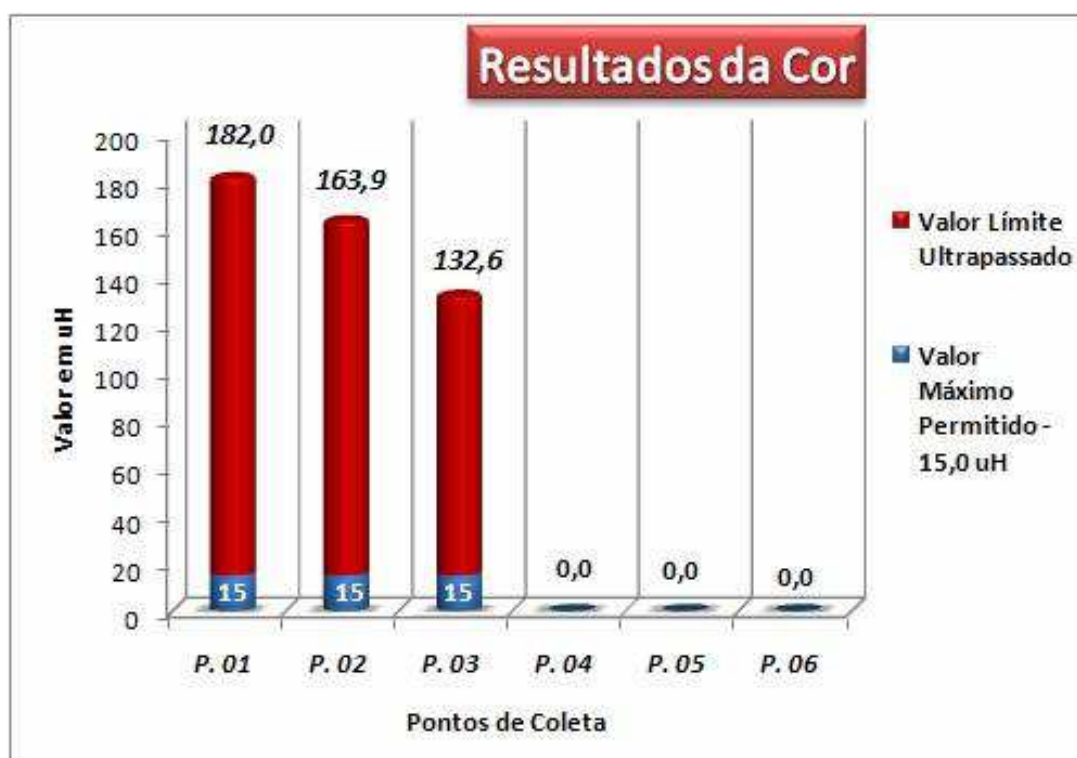


GRÁFICO 02 – Valores da Cor.

FONTE: Dados da pesquisa Abril de 2010.

Esses resultados nas análises de cor indica a presença nas amostras de água do açude, de matéria dissolvida que pode ser orgânica ou inorgânica. A presença de material orgânica

foi confirmada nas determinações do Teor de Oxigênio Consumido, assim a cor é um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto. A Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, estabelece que o valor máximo permitido de cor na distribuição é de 15,0 uH.

As amostras de água coletadas nos pontos P. 01, 02 e 03, estão **em não conformidade** com a Portaria, apresentando matéria dissolvida acima do permitido. Já as amostras dos pontos P. 04, 05 e 06, estão **em conformidade**, (dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria). Esses resultados demonstram a eficiência no tratamento convencional.

5.3 - Oxigênio Consumido (Matéria Orgânica).

Com alguns problemas operacionais na determinação de oxigênio consumido, foi possível apenas realizar um ensaio rápido, com resultados visuais. Utilizando Permanganato de Potássio 0,0125 N e Ácido Sulfúrico (MACÊDO, 2001). É importante saber que o fato do ensaio ser qualitativo, não lhe tira a credibilidade dos resultados. (Tabela 06)

Tabela 06 – Resultados das análises de Oxigênio Consumido

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado	357/05 – CONAMA**
AÇUDE	P. 01	O ₂	Descoloramento total	Não Especificado.
	P. 02	Consumido	Descoloramento total	
	P. 03	/L	Descoloramento total	
CIDADE	P. 04	O ₂	Descoloramento parcial	
	P. 05	Consumido	Descoloramento parcial	
	P. 06	/L	Descoloramento parcial	
	Branco		Sem Descoloramento	

*VMP = Valor Máximo Permitido.; **Resolução da CONAMA. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS:

Dispõe-se dos seguintes dados para comparação dos resultados (MACÊDO, 2001):

- I. Descoramento Total = acima de 3,0 mg/L de O. C. = Água imprópria.
- II. Descoramento Parcial = cerca de 2,0 mg/L de O. C. = Água aceitável.
- III. Sem Descoramento = inferior a 1,0 mg/L de O. C. = Água Potável.

A escolha pelo procedimento em meio ácido dar-se ao fato que a matéria orgânica de origem vegetal consome mais oxigênio em meio ácido, enquanto a matéria orgânica de origem animal consome mais oxigênio em meio básico (MACÊDO, 2001).

Segundo esses dados e os resultados obtidos nas análises, todas as amostras de água do açude do Cais, apresentaram matéria orgânica dissolvida, consequência da vegetação que se espalha por todo o leito e algumas árvores que em épocas de secas cresceram e hoje estão submersas nas águas do açude. Na Portaria 518/04 do Ministério da Saúde e na Resolução 357/05 da CONAMA, não especifica valores máximos de Oxigênio Consumido. As águas tratadas apresentaram um descoloramento parcial e aceitável para uma água utilizada para consumo humano.

5.4 - Turbidez.

Os valores de turbidez estão listados na Tabela 07:

Tabela 07 – Resultados das análises de Turbidez

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado	Des. Padr.	518/04 M. S.**
AÇUDE	P. 01		10,19	0,572	
	P. 02		8,50	0,375	5,0 UT
	P. 03		9,21	0,673	<i>Obs.: Após</i>
CIDADE	P. 04	UT*	1,12	0,035	<i>filtração lenta,</i>
	P. 05		1,06	0,030	2,0 UT.
	P. 06		1,02	0,038	

*VMP = Valor Máximo Permitido.; *UT – Unidade de Turbidez.; **Portaria Ministério da Saúde. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.

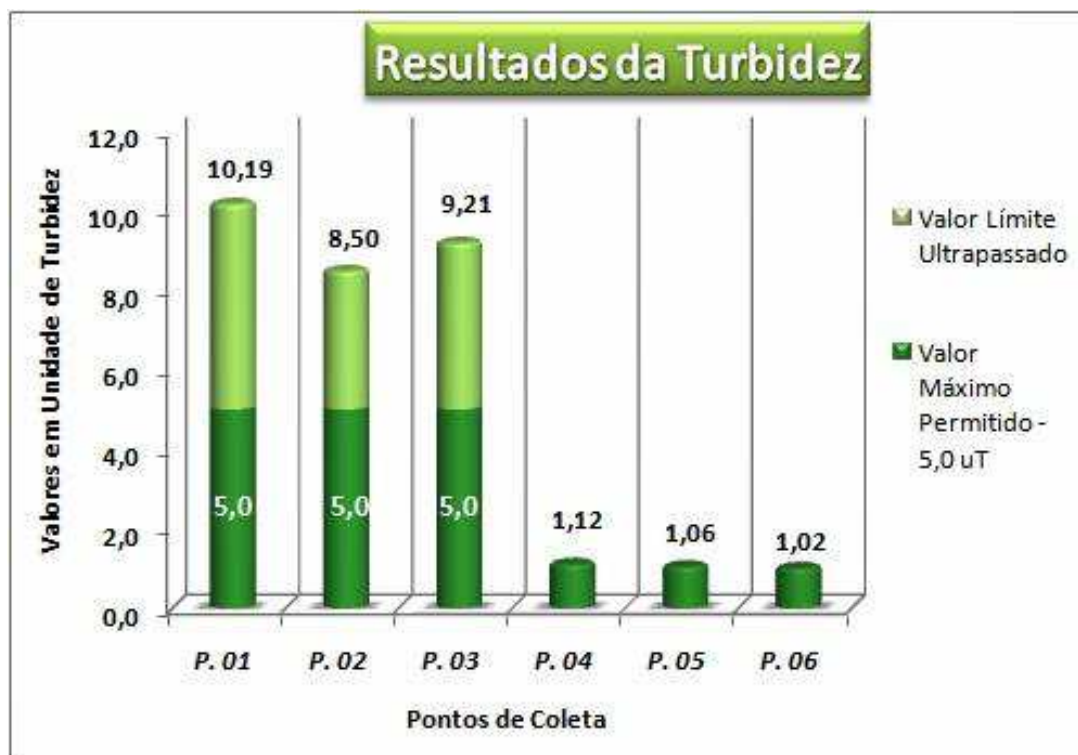


GRÁFICO 03 – Valores de Turbidez.

FONTE: Dados da pesquisa Abril de 2010.

Os valores elevados nas águas naturais do açude do Cais são conseqüências da presença de materiais sólidos suspensos como detritos, de árvores mortas, vegetação na margem, erosão da barragem, tudo isso resulta no valor acima do máximo estabelecido pela Portaria 518/04 do Ministério da saúde.

Água com turbidez elevada pode formar flocos pesados que decantem mais rapidamente. Também tem suas desvantagens como no caso da desinfecção que pode ser dificultada pela proteção que pode dar aos microorganismos no contato direto com os desinfetantes. As amostras de água coletadas na cidade apresentaram valores dentro dos padrões de potabilidade determinados pela portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

5.5 - Condutividade.

Dependendo da quantia de Sais dissolvidos na água a condutividade é proporcional a sua quantidade. Depende também das concentrações iônicas e da temperatura. Os resultados

obtidos nas análises demonstram uma condutividade razoável, principalmente nas amostras de água da cidade (Tabela 08).

A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes.

Tabela 08 – Resultados das análises da Condutividade.

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado	Desv. Padr.	518/04 M. S.**
AÇUDE	P. 01	μS/cm	21,5	0,036	<i>Não Especificado.</i>
	P. 02		21,3	0,017	
	P. 03		22,3	0,016	
CIDADE	P. 04		10,2	0,012	
	P. 05		10,6	0,016	
	P. 06		11,5	0,030	

*VMP = Valor Máximo Permitido.; **Portaria Ministério da Saúde. FONTE: Dados da pesquisa Abril de 2010.



GRÁFICO 04 – Resultados das análises da Condutividade.
FONTE: Dados da pesquisa

5.6 - Alcalinidade.

Os íons causadores da alcalinidade tem características básicas (CO_3^{2-} , HCO_3^- , OH^-). Os valores de pH das amostras de água do açude (entre 8,3 e 9,4) confirmaram a sua alcalinidade, caracterizando-se pela presença de carbonatos e bicarbonatos (Tabela 09). Nas amostras de água coletadas na cidade os valores de pH ficaram entre 6,0 e 7,5, caracterizando-as apenas a presença de bicarbonatos. Não existe um valor máximo permitido na legislação para alcalinidade, mas sua relação direta com os valores de pH, consideramos as amostras de água com um valores aceitáveis para consumo humano.

Tabela 09 – Resultados das análises de Alcalinidade.

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado	Desv.Padrão	518/04 M. S.**
AÇUDE	P. 01		10,65	1,148	
	P. 02		10,65	1,148	
	P. 03	mg de	13,31	1,150	Não
CIDADE	P. 04	CaCO_3/L	7,99	0,01	Especificado.
	P. 05		9,99	0,01	
	P. 06		9,99	0,01	

*VMP = Valor Máximo Permitido.; **Portaria Ministério da Saúde. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.



GRÁFICO 05 – Resultados das análises de Alcalinidade Total. FONTE: Dados da pesquisa

5.7 - Acidez.

Os valores de acidez obtidos nas análises estão expressos na tabela 10.

Tabela 10 – Resultados das análises de Acidez.

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado	Desv.Padrão	518/04 M. S.**
AÇUDE	P. 01		Nula	-	
	P. 02		Nula	-	
	P. 03	mg de	Nula	-	Não
CIDADE	P. 04	CO ₂ /L	9,97	0,508	Especificado.
	P. 05		12,61	0,507	
	P. 06		11,14	0,509	

*VMP = Valor Máximo Permitido.; **Portaria Ministério da Saúde. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.



GRÁFICO 06 – Resultados das análises de Acidez.

FONTE: Dados da pesquisa Abril de 2010.

Os valores de pH determinados anteriormente, já mostravam uma acidez nula nos Pontos 01, 02 e 03 pois apresentaram valores de pH acima de 8,3, caracterizando uma água ligeiramente básica tomando como referência a escala do pH que descreve:

As águas naturais em geral, apresentam características ligeiramente alcalinas, porém a acidez não é necessariamente indesejada. A importância da determinação da acidez se prende ao fato de que a sua variação brusca pode causar uma inconveniente corrosividade e devido a esse fato, as indústrias utilizam águas com o pH acima de 8,3, valor esse que apresenta a não existência de gás carbônico (CO₂).

Do mesmo modo que na Alcalinidade, não existe um valor máximo permitido na legislação para acidez, mas relacionamos com os valores de pH, e assim consideramos as amostras de água com um valor de acidez aceitável para consumo humano.

5.8 - Dureza.

Os valores das análises de Dureza estão dispostos na tabela 11.

Tabela 11 – Resultados das análises de Dureza.

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado	Desv.Padrão	518/04 M. S.**
AÇUDE	P. 01		403,7	2,301	
	P. 02		411,6	1,155	
	P. 03	mg/L	463,7	1,156	500 mg/L
CIDADE	P. 04	(cálcio e	428,4	1,417	
	P. 05	magnésio)	415,0	1,097	
	P. 06		427,8	0,001	

*VMP = Valor Máximo Permitido.; **Portaria Ministério da Saúde. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.



GRÁFICO 07– Resultados das análises de Dureza.
FONTE: Dados da pesquisa Abril de 2010.

Segundo os resultados de pH e alcalinidade, tem-se a presença de carbonatos e bicarbonatos os quais em águas formam sais de carbonato e os sais de bicarbonatos, por suas vez, na ação do calor se decompõem em água, CO₂ e carbonatos insolúveis aumentando a sua dureza. A presença de cloretos nas amostras de água analisadas é um fator a se levar em consideração, os mesmos formam cloretos de magnésio e de cálcio que são os principais metais causadores da dureza (MACÊDO, 2001). Esses sais são mais solúveis em águas diferente dos carbonatos que não se decompõe pela ação do calor. (BRASIL, 1999)

5.9 - Cloro Residual Livre (CRL).

Segue os valores de CRL obtidos nas análises (Tabela 12).

Tabela 12 – Resultados das análises de Cloro Residual Livre.

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado	Desv.Padrão	518/04 M. S.**
AÇUDE	P. 01		0,70	0,0	
	P. 02		0,70	0,0	
	P. 03	mg de	0,70	0,0	2,0 mg de
CIDADE	P. 04	Cl ₂ /L	1,41	0,0	Cl ₂ /L
	P. 05		2,12	0,0	
	P. 06		2,12	0,0	

*VMP = Valor Máximo Permitido. **Portaria Ministério da saúde. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.



GRÁFICO 08 – Resultados das análises de Cloro Residual Livre.
FONTE: Dados da pesquisa Abril de 2010.

O cloro é o agente bactericida adicionado durante o tratamento da água com o objetivo de eliminar os microorganismos presentes na água. A água entregue ao consumidor deve conter uma concentração mínima de 0,2 mg/L de Cloro residual e um valor máximo de 2,0 mg/L. A quantidade de 0,7 mg/L nas amostras de água naturais, são consequência da falta da rede de esgoto na cidade onde suas águas são jogadas na “lagoa” (figura 08) no centro da cidade e em épocas de cheia essas águas tem suas vazantes direcionadas ao açude do Cais.

As amostras apresentaram valores aceitáveis, dentro dos padrões, exceto os pontos P. 05 e P. 06 que ultrapassaram o valor máximo estabelecido.

Os valores acima do permitido pode ser consequência de adição em excesso de Cloro Livre no processo de tratamento, esse fato pode favorecer o combate aos microorganismos, mas, em níveis elevados, pode trazer danos (corrosões) às tubulações e risco a saúde a quem a consome. (FREITAS et all, 2001).

5.10 - Cloretos.

A Portaria 518/04 estabelece que o limite máximo permitido não ultrapasse 250 mg/L, portanto os valores encontrados estão de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos. Os íons cloreto (Cl⁻) são resultantes da dissolução de minerais e de sais de cloretos. Todos os pontos apresentaram conformidade comparada com os padrões de potabilidade. (Tabela 13)

Tabela 13 – Resultados das análises de Cloretos.

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado	Desv.Padrão	518/04 M. S.**
AÇUDE	P. 01	mg de Cl/L	79,4	1,400	250 mg de Cl/L
	P. 02		96,8	1,618	
	P. 03		94,5	0,406	
CIDADE	P. 04	mg de Cl/L	67,0	0,412	
	P. 05		67,3	0,703	
	P. 06		66,9	0,463	

*VMP = Valor Máximo Permitido.; **Portaria Ministério da Saúde. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.



GRÁFICO 09 – Resultados das análises de Cloretos.

FONTE: Dados da pesquisa Abril de 2010.

5.11 - Sólidos Totais Dissolvidos.

A Constatação da presença desse Alto nível de Sólidos Totais Dissolvidos na água tratada pode ocorrer em função de fatores como:

- Falhas no sistema de abastecimento no ato do tratamento da água;
- O uso de coagulantes a base de metais;
- Mistura de águas que não sofreram o tratamento completo;

A maioria da população reclama constantemente da presença de partícula na água e de sua coloração escura em alguns dias da distribuição da água pela rede.

Todas as amostras do Açude apresentaram **não conformidade**, comparados com os padrões de potabilidade e a amostra P.05, ponto da cidade, apresentou uma **não conformidade**, valor acima do permitido. (Tabela 14)

Tabela 14 – Resultados das análises de Sólidos Totais Dissolvidos.

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado	Desv.Padrão	518/04 M. S.**
AÇUDE	P. 01	mg / L	2242,0	3,160	1000 mg / L
	P. 02		2117,0	1,000	
	P. 03		2323,4	5,774	
CIDADE	P. 04		1000,0	0,000	
	P. 05		1027,8	48,15	
	P. 06		611,2	48,09	

*VMP = Valor Máximo Permitido.; **Portaria Ministério da Saúde. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.



GRÁFICO 10 – Resultados das análises de sólidos Totais Dissolvidos.
FONTE: Dados da pesquisa Abril de 2010.

5.12 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

Em resumo a DBO é a medida das necessidades respiratórias de uma população microbiológica. (MACÊDO, 2001).

Os maiores aumentos em termos de $DBO_{5,20}$, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da $DBO_{5,20}$ pode produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água. Segundo a legislação da CONAMA, água pode apresentar valores alto de DBO, contanto que os valores de oxigênio dissolvidos estejam dentro dos padrões de potabilidade.

Após a aplicação dos valores obtidos no calculo, obtivemos os seguintes valores (Tabela 15).

Tabela 15 – Resultados das análises de DBO.

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado	357/05 – CONAMA
AÇUDE	P. 01	mg / L	230	<i>Não Especificado.</i>
	P. 02		130	
	P. 03		110	
CIDADE	P. 04		200	
	P. 05		110	
	P. 06		160	

*VMP = Valor Máximo Permitido. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.



GRÁFICO 11 – Resultados das análises da Demanda Bioquímica de Oxigênio.
FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.

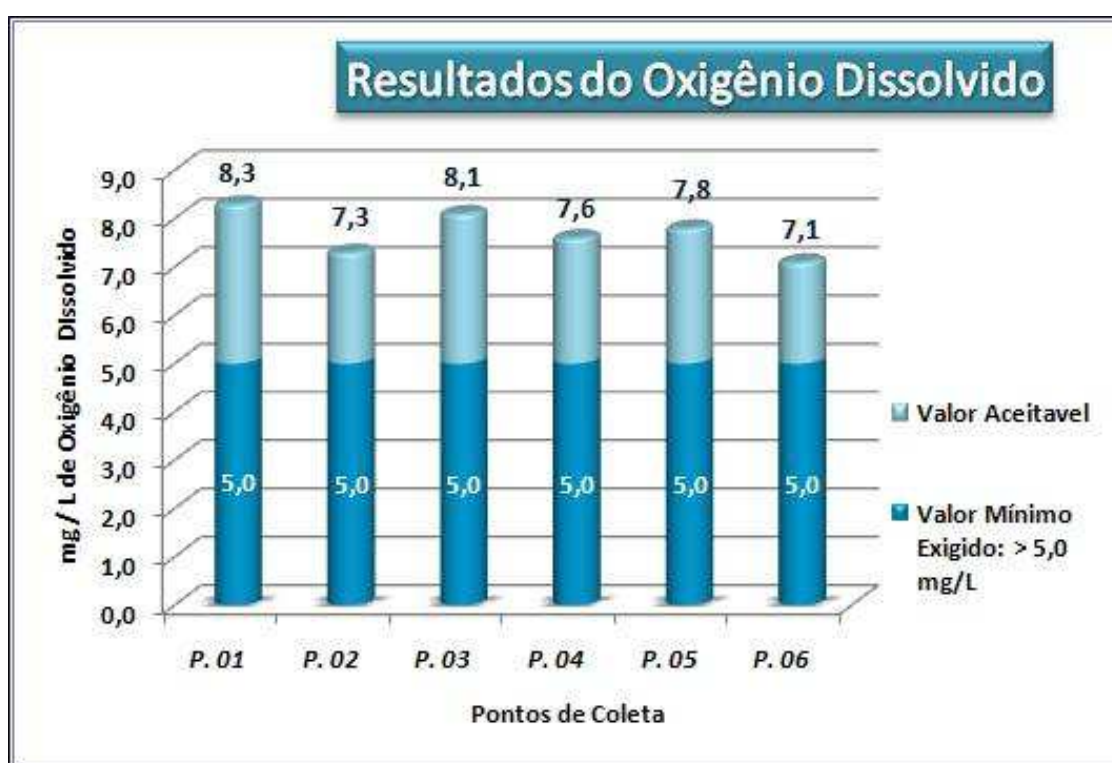
5.13 - Oxigênio Dissolvido.

Os valores de Oxigênio Dissolvido estão ilustrados na tabela 16.

Tabela 16– Resultados das análises de Oxigênio Dissolvido.

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado	Desv.Padrão	357/05 – CONAMA
AÇUDE	P. 01		8,3	0,070	
	P. 02		7,3	0,122	
	P. 03	mg / L	8,1	0,070	> 5,0 mg / L
CIDADE	P. 04	de O ₂	7,6	0,0	de O ₂
	P. 05		7,8	0,0	
	P. 06		7,1	0,070	

*VMP = Valor Máximo Permitido. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.

**GRÁFICO 12** – Resultados das análises de Oxigênio Dissolvido.

FONTE: Dados da pesquisa, maio de 2010.

A presença de O₂ dissolvido é de importância vital para a vida dos seres aquáticos, quanto maior a concentração, melhor a qualidade da água. A introdução do oxigênio na água ocorre através da fotossíntese das plantas aquáticas, ação de aeradores ou do próprio contato com a atmosfera que segundo a Lei de Henry, que define a concentração de saturação de um gás na água, em função da temperatura:

$$C_{SAT} = a \times p.gás$$

Onde **a** é uma constante que varia inversamente proporcional à temperatura e p.gás é a pressão exercida pelo gás sobre a superfície do líquido. No caso do oxigênio, considerando-se

como constituinte de 21% da atmosfera e pela lei de Dalton, exerce uma pressão de 0,21 atm. Para 20°C, por exemplo, a é igual a 43,9 e, portanto, a concentração de saturação de oxigênio em uma água superficial é igual a $43,9 \times 0,21 = 9,2$ mg/L.

O teor de oxigênio dissolvido é o critério mais importante nas determinações das condições sanitárias das águas superficiais, ele avalia o efeito de despejos oxidáveis (de origem orgânica) no recurso hídrico, servindo como um indicador de vida na água. (MACEDO, 2001)

Em todos os pontos de coleta, as amostras de água apresentaram valores de Oxigênio Dissolvido dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela resolução 357/05 da CONAMA. A Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, não apresentou um valor máximo permitido.

5.14 - Análises Microbiológicas

- **Análises de ausência e presença de Coliformes Totais e Coliformes Fecais (Escherichia Coli).**

Os resultados das análises microbiológica (*tabela 17*) foram às seguintes:

Tabela 17 – Resultados das análises Microbiológicas.

Local da Coleta	Pontos	Resultado Coliformes Totais	Resultado Escherichia Coli	VMP* 518/04 M. S.*
AÇUDE	P. 01	Presença	Presença	<i>Ausência em 100mL de amostra.</i>
	P. 02	Presença	Presença	
	P. 03	Presença	Presença	
CIDADE	P. 04	Presença	<i>Ausência</i>	
	P. 05	<i>Ausência</i>	<i>Ausência</i>	
	P. 06	<i>Ausência</i>	<i>Ausência</i>	

*VMP = Valor Máximo Permitido.; *M.S. = Ministério da Saúde. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.

Como a determinação desses grupos de bactérias foi realizada através de métodos visuais, seguem as figuras para ilustrar o processo (12-15):



figura 12

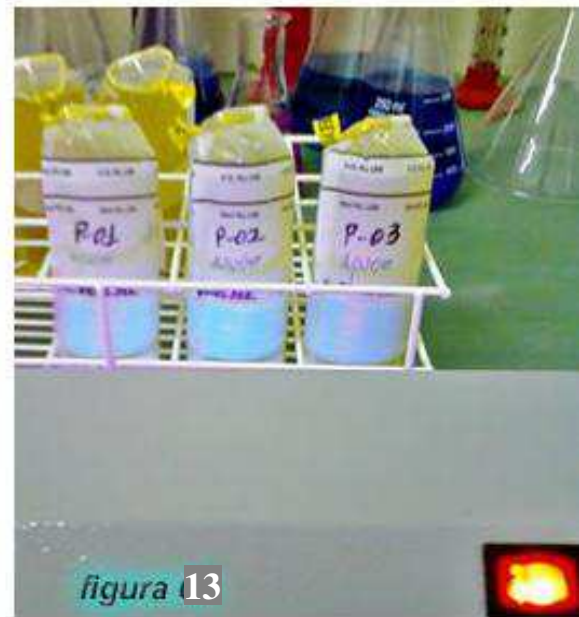


figura 13

Figura 12: Representação das amostras de água submetidas ao teste de presença/ausência de bactérias: a coloração “amarela”, indicando a presença de Coliformes Totais.

Figura 13: Representação das amostras de água submetidas ao teste de presença/ausência de bactérias: após exposto a luz ultravioleta, apresentou o bloqueio da passagem da luz com uma cor “roxa-violeta”, indicando a presença de Bactérias do grupo *Escherichia Coli*. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.

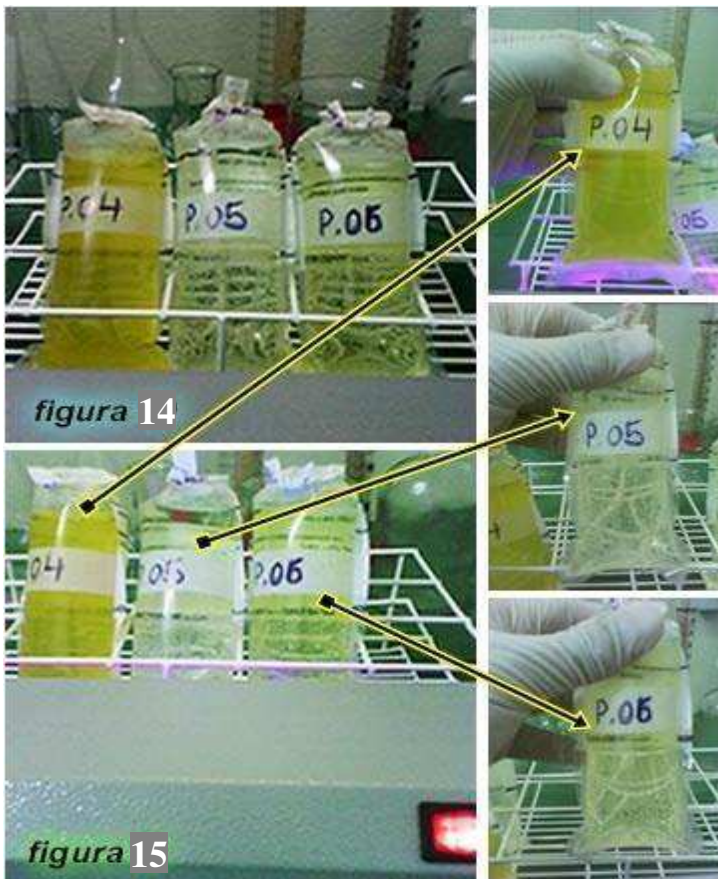


figura 14

figura 15

Figura 14: Representação das amostras de água submetidas ao teste de presença/ausência de bactérias: a coloração “amarela”, apenas na amostra P. 04, indicando a presença de Coliformes Totais. Nas amostras P. 05 e P. 06, não apresentam cor característica (amarela) indicando a ausência do grupo de bactérias, Coliformes Totais.

Figura 15: Representação das amostras de água submetidas ao teste de presença/ausência de bactérias: após exposto a luz ultravioleta, nenhuma das amostras apresentou bloqueio da passagem da luz, indicando a ausência de Bactérias do grupo *Escherichia Coli*. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.

A portaria nº 518/04, do M. S. regulamenta a potabilidade de água para consumo humano quando está se encontra isenta de Coliformes Totais e Fecais em 100 mL de água (BRASIL, 2004).

A contaminação nas águas do açude do Cais reflete a situação de risco á saúde da população que vive nas margens do açude, as mesmas não possuem rede coletora de esgotos fazendo, portanto, uso de fossas, sumidouros e valas negras com destino final de seus dejetos as águas do Açude.

A contaminação em águas tratadas na rede de distribuição está relacionada ao fato de intervalos de recebimentos de novas águas, que favorece a entrada desses contaminantes no interior das encanações. Os moradores das residências afirmam que em alguns dias, as águas distribuídas em suas torneiras apresentavam uma coloração muito escura, supostamente causada por matéria orgânica dissolvida.

Essa matéria dissolvida na água, do tipo orgânica, deposita-se na tubulação da rede trazendo conseqüentemente contaminação bacteriológica. A contaminação também pode ocorrer no próprio domicílio, por falta de manutenção, pela ausência de cuidados com manuseio e higiene e, também pelo tipo de material que é empregado na construção da cisterna ou caixa d'água. Os Pontos P.05 e P. 06 (águas tratadas) não apresentaram contaminação, estão em conformidade com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

Comparando os resultados de todos os parâmetros, antes e pós-tratamento, da água de abastecimento de Cuité (tabela 18) observa-se em alguns parâmetros resultados positivos e satisfatórios, exceto na presença de sólidos dissolvidos acima do permitido no ponto P. 05; a Cor e Turbidez com valores acima do permitido nas amostras do açude do Cais; A presença dos dois grupos de bactérias, Coliformes Totais e Escherichia Coli em todas as amostras do Açude do Cais; O Cloro Livre acima do permitido nos pontos P.05 e P.06 e a presença de bactérias do grupo Coliformes Totais no Ponto P.04, após o tratamento convencional.

Tabela 18 – Comparação dos resultados das análises, antes e pós-tratamento.

Parâmetros	Unid.	RESULTADOS						VMP ⁽¹⁾
		Amostras de água do Açude (In Natura)			Amostras de água da Cidade (tratada)			
		P. 01	P. 02	P. 03	P. 04	P. 05	P. 06	
pH	-	8,43	8,74	8,90	7,31	6,66	6,83	6,0 a 9,0
Cor	uH ⁽²⁾	182,0	163,9	132,6	0,0	0,0	0,0	15,0
Turbidez	UT ⁽³⁾	10,19	8,50	9,21	1,12	1,06	1,02	5,0
Condutividade	µS/cm	21,5	21,3	22,3	10,2	10,6	11,5	Não Especific.⁽⁴⁾
Acidez	mg/L	Nula	Nula	Nula	9,97	12,61	11,14	Não Especific.
Alcalinidade	mg/L de CaCO ₃	10,65	10,65	13,31	8,00	10,0	10,0	Não Especific.
Dureza	mg/L de CaCO ₃	403,7	411,6	463,7	428,4	415,0	427,8	500
Cloretos (Cl ⁻)	mg/L	79,4	96,8	94,5	67,0	67,3	66,9	250
Cloro R. Livre	mg/L de Cl ₂	0,70	0,70	0,70	1,41	2,12	2,12	2,0
Oxigênio Consumido	mg/L	Des. Total⁽⁶⁾	Des. Total	Des. Total	Des. Parcial ⁽⁷⁾	Des. Parcial	Des. Parcial	Não Especific.
Oxigênio Dissolvido	mg/L	8,3	7,3	8,1	7,6	7,8	7,1	> 5,0
DBO	mg/L	230	130	110	200	110	160	Não Especific.
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	2242,0	2117,0	2323,4	1000	1027,8	611,2	1000
Coliformes Totais	---	PRE⁽⁷⁾	PRE	PRE	PRE	AUS ⁽⁸⁾	AUS	Ausência
Escherichia Coli	---	PRE	PRE	PRE	AUS	AUS	AUS	Ausência

(1) Valor Máximo Permitido; (2) Unidade Hazen; (3) Unidade de Turbidez (4) Não Especificado; (5) Descoloramento Total; (6) Descoloramento Parcial; (7) Presente; (8) Ausente. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2010.

6 - CONCLUSÕES

As águas In natura do Açude do Cais, (antes do tratamento), apresentaram **não conformidade** com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação em níveis microbiológicos e também em alguns parâmetros físico-químicos como: Cor, Turbidez e Sólidos Totais Dissolvidos e Oxigênio Consumido. Os demais parâmetros todos em **conformidade** com os padrões de potabilidade.

As águas tratadas apresentaram **conformidade** com os padrões de potabilidade exceto nas análises microbiológicas no ponto P.04 com presença de Coliformes Totais, fato atribuído a intermitência do sistema que recebe novas águas do Açude, as quais estavam contaminadas, e também atribuídas a uma deficiência no tratamento. A **não conformidade** nos parâmetros de Cloro Livre nos Pontos P. 05 e P. 06, com valor acima do permitido, fato atribuído à adição em excesso de Cloro Livre no processo de tratamento. O excesso de Cloro pode ter um efeito benéfico contra bactérias, mas em níveis elevados podem trazer danos as tubulações e a saúde de quem a consome.

Os valores de Sólidos Totais dissolvidos no Ponto P. 05 ficaram acima do valor permitido atribuído também a deficiência no tratamento.

Os parâmetros microbiológicos e físico-químicos em **NÃO CONFORMIDADE** com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde e com a Resolução 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, devem servir de alerta aos gestores municipais para revisar os procedimentos de tratamento e realizar manutenção constante no sistema de distribuição, visando evitar doenças de veiculação hídrica.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, N. J., MACÊDO, J. A. B. **Higienização na indústria de alimentos.** [s.l.]: Varela, 1996, 182p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 518, de 25 março de 2004.** Dispõe sobre normas e padrões de potabilidade de água para consumo humano. Brasília: SVS, 2004.

_____. **Constituição (1988).** Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, 1998.

_____. Lei n.º 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e das outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 20 set. 1990b.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 1.399/GM, de 15 de dezembro de 1999.** Regulamenta a NOB SUS 01/96 no que se refere às competências da União, estados e municípios e Distrito Federal, na área de epidemiologia e controle de doenças, define a sistemática de financiamento e das outras providências. *Diário Oficial da União*. DF, 16 de dez. 1999. Seção 1.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 1.469, de 29 de dezembro de 2000.** Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 22 fev. 2001. Seção 1. Republicada.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise de Água.** Brasília: Funasa, 1999.

_____. Decreto n.º 79.367, de março de 1977. Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e das outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 10 mar. 1977. Coluna 3.

BROWN, Theodore L.; LEMAY, H. Eugene Jr.; BURSTEN, Bruce E. **Química: a ciência central.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CÂMARA F. R. A., **Demanda Química de Oxigênio, Clorofila *a*, e Comunidade Fitoplanctônica como indicadores da qualidade da água no Canal do Pataxó/RN.** 2007.

124 f. Dissertação (Mestrado em Bioecologia Aquática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2007.

CARVALHO, Darlene Rocha.; FORTUNATO, Juliana Nogueira.; VILELA, Anderson Ferreira.; BADARÓ, Andréa Cátia Leal. Avaliação da Qualidade Físico-Química e Microbiológica da Água de um Campus Universitário de Ipatinga – MG. **NUTRIR GERAIS – Revista Digital de Nutrição**, Ipatinga/MG. V. 3. n. 5. p. 417-427. Ago/dez 2009. Ortofarma.

CETESB 1978. Normalização Técnica NT – 07 **Análise Físico – Química de Água**. São Paulo, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental de São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp#dbo>. Acesso em: 11/04/2010.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: 2005.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M. & ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro,RJ, n.651,, p. 2, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-311X2001000300019&script=sci_arttext. Acesso: 21/04/2010.

MACEDO, JAB. **Águas & Águas, Métodos Laboratoriais**. 2. ed. Belo Horizonte: Ortofarma, 2001.

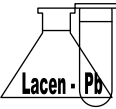


MACEDO, JAB. **Introdução a química ambiental: química e meio ambiente e sociedade**. 2. ed. Belo Horizonte: O Locutor, 2002.

Organizacion Mundial de la Salud. **Guias para a calidad Del agua potable**. 1ª ed. Ginebra: OMS, 1998. V.3.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**. Ed, 8ª. Tradução: *Marco Tadeu Grassi*. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

VOGEL, **Química Analítica Quantitativa**. Ed, 6ª. Tradução: *Julio Carlo Afonso, Paula Fernandes, Ricardo Bicca*. São Paulo, LTC, 2002.

ANEXO I - FICHAS DE COLETAS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

				GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DA SAÚDE LABORATÓRIO CENTRAL DE SAÚDE PÚBLICA BROMATOLOGIA E QUÍMICA						
Ficha de Identificação de Amostra de Água										
1 – Interessado/Solicitante				4 - Amostra						
3 – Núcleo Regional de Saúde			4 - Município							
5 – Endereço:										
6 – Local da Coleta:										
6 – Data e Horário da Coleta				13 – Ponto da Coleta/Origem da Amostra						
7 – Data e Horário de Entrada no Laboratório				<input type="checkbox"/> Rede Pública <input type="checkbox"/> Cavalete Hidrômetro <input type="checkbox"/> Após Reservatório						
8 – Tipo de Água				<input type="checkbox"/> Poço <input type="checkbox"/> Escavado <input type="checkbox"/> Artesiano						
<input type="checkbox"/> In Natura <input type="checkbox"/> Tratada				<input type="checkbox"/> _____						
9 – Teor de Cloro				<input type="checkbox"/> Fonte <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Coletiva/Pública						
10 – Análise a Realizar				<input type="checkbox"/> Hemodiálise <input type="checkbox"/> Água de Abastecimento <input type="checkbox"/> Água Tratada p/ Diálise <input type="checkbox"/> Solução Dialítica						
<input type="checkbox"/> Bacteriológico <input type="checkbox"/> Físico Química <input type="checkbox"/> _____				<input type="checkbox"/> Controle Infecção <input type="checkbox"/> Lavatório Cirúrgico Hospitalar <input type="checkbox"/> Unidade de Queimaduras <input type="checkbox"/> Cozinha <input type="checkbox"/> Lactário <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> Central de Mat. Esterilizado						
12 – Ocorrência de Chuvas nas Últimas 48 Horas				<input type="checkbox"/> Piscina <input type="checkbox"/> Mineral Envasada <input type="checkbox"/> _____						
<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Fracas <input type="checkbox"/> Médias <input type="checkbox"/> Fortes										
14 – Amostrador										
15 - Observações										
COR =		TURBIDEZ =		PH =		COLIFORMES TOTAIS =		ESCHERICHIA COLI =		
_____		_____		_____		_____		_____		
ATENÇÃO! Nas Amostras para Exames Bacteriológicos: <ul style="list-style-type: none"> • Encher somente do volume do frasco ou sacola plástica (300ml, volume mínimo) • Tempo máximo entre a coleta e a entrada no laboratório é de 06 horas, sob refrigeração. • O gelo deve ser acondicionado em embalagem íntegra. (sem o contato com as amostras) • Os recipientes contendo as amostras, devem estar dentro de uma embalagem plástica, protegendo-a de eventuais contaminações do meio externo. 										