



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE ÁGUA
DE POÇOS DE DIFERENTES CIDADES DA REGIÃO SUL DE
SANTA CATARINA E EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS DE
ALGUMAS EMPRESAS DA GRANDE FLORIANÓPOLIS**

GRAZIELLA DA VEIGA

FLORIANÓPOLIS, NOVEMBRO 2005



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE ÁGUA
DE POÇOS DE DIFERENTES CIDADES DA REGIÃO SUL DE
SANTA CATARINA E EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS DE
ALGUMAS EMPRESAS DA GRANDE FLORIANÓPOLIS**

Relatório final apresentado à disciplina 5510
Estágio Supervisionado, do Curso de Química,
da Universidade Federal de Santa Catarina,
semestre 2005/2 realizado na JR Hidroquímica,
no período de 02/05/2005 a 02/09/2005,
num total de 360 horas, como requisito para a
obtenção do grau de “Bacharel em Química”

Professora Orientadora: Vilma Edite Fonseca
Heinzen

GRAZIELLA DA VEIGA

FLORIANÓPOLIS, NOVEMBRO 2005

AGRADECIMENTOS

Agradeço sinceramente a todos que, de alguma forma contribuíram para que eu pudesse realizar meu estágio curricular e este relatório.

No entanto, agradeço primeiramente à Deus pelo dom da vida e da perseverança.

À minha amada mãe Kika, pelo amor, apoio, por nunca ter deixado de acreditar nos meus ideais e por dar subsídios para que eu concluísse essa jornada.

Ao meu marido Guilherme, por todo amor, companheirismo e compreensão dedicados durante estes longos anos e nos momentos mais difíceis.

Às minhas irmãs Cynthia e Camila, pela pelo carinho e ajuda.

Ao meu cunhado Alex, pela paciência e ajuda prestada na hora em que mais precisei.

À minha cunhada Camila pelo incentivo e força.

Ao meu filhinho Gabriel, onde fui buscar forças para jamais desistir.

À professora e orientadora Vilma Edite Fonseca Heinzen, por todo o apoio e suporte oferecido durante o desenvolvimento deste projeto.

Ao Químico Juarez da Silva Vieira Junior, pela oportunidade de realização deste estágio na JR Hidroquímica e pela colaboração e apoio no durante este período.

À técnica de saneamento Tânia Lopes, pela paciência e ajuda.

À Secretaria da Agricultura do Município de Grão-Pará por ter gentilmente conseguido as amostras das águas deste município.

À professora Iolanda da Cruz Vieira, coordenadora de estágio, pelos esclarecimentos e ajuda recebida sempre que necessário.

Enfim, aos amigos do curso e colegas de turma pela imensa jornada percorrida.

ÍNDICE GERAL

1- Introdução.....	1
2-Histórico da Empresa.....	2
3-Objetivos.....	3
4- Revisão Bibliográfica.....	4
4.1 - Particularidades da água.....	4
4.1.1 – Aspectos Físicos.....	6
4.1.2 – Aspectos Químicos.....	8
4.2 – Efluentes Líquidos.....	11
4.2.1 – Aspectos Físicos.....	12
4.2.2 – Aspectos Químicos.....	12
4.3 – Coliformes.....	14
5- Métodos e Materiais.....	16
5.1 – Técnicas Empregadas.....	16
5.1.1 – Análise Volumétrica.....	16
5.1.1.1 – Análise Volumétrica de Neutralização.....	16
5.1.1.2 - Análise Volumétrica de Precipitação.....	16
5.1.1.3 - Análise Volumétrica de Complexação.....	16
5.1.2 – Espectrofotometria.....	17
5.2 – Amostragem da Água.....	18
5.3 – Amostragem dos Efluentes Líquidos.....	18
5.4 – Análises físico – químicas para água.....	18
5.4.1 – Cor.....	19
5.4.2 – pH.....	19
5.4.3 – Turbidez.....	19
5.4.4 – Alcalinidade Total.....	19
5.4.5 – Amônia.....	20
5.4.6 – Cloretos.....	20
5.4.7 – Salinidade.....	20
5.4.8 – Dureza Total.....	20

5.4.9 – Ferro Total.....	20
5.4.10 – Manganês.....	21
5.4.11 – Nitrito.....	21
5.5 – Análise físico – químicas para efluentes líquidos.....	21
5.5.1 – DQO.....	21
5.5.2 – DBO.....	22
5.5.3 – Fosfato Total.....	22
5.5.4 – Sólidos Sedimentáveis.....	22
5.5.5 – pH.....	23
5.5.6 – Óleos e Graxas.....	23
5.5.7 – Sólidos Totais.....	23
5.5.8 – Cloro Residual Livre e Total.....	23
5.5.9 – Ferro Solúvel.....	24
5.5.10 – Nitrogênio Total.....	24
5.6 – Análise Microbiológica para água e efluente líquido.....	25
6- Resultados e Discussão.....	27
6.1 – Resultados das amostras das águas de poços.....	27
6.2 – Resultados das amostras de efluentes líquidos industriais.....	34
6.2.1 – Resultados obtidos para a empresa 1.....	34
6.2.2 – Resultados obtidos para a empresa 2.....	35
7-Conclusão.....	41
Referências Bibliográficas.....	43

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Relação entre pH e as diversas formas de alcalinidade.....	8
Tabela 2: Classificação das águas de acordo com o nível de dureza.....	10
Tabela 3: Cores fundamentais do espectro visível e as suas correspondentes faixas de comprimento de onda.....	17
Tabela 4: Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas..... das amostras de água e poços de diferentes cidades da região sul de Santa Catarina.	34
Tabela 5: Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas..... das amostras de efluente líquido industrial coletadas na empresa 1, em Biguaçu-SC.	40
Tabela 6: Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas das amostras de efluente líquido industrial coletadas na empresa 2, em Florianópolis-SC.	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição de água no planeta Terra.....	5
Figura 2: Impurezas contidas na água.....	5
Figura 3: Tamanho de partículas na água.....	7
Figura 4: Escala do potencial hidrogeniônico.....	7
Figura 5: Esquema de eutrofização em esgotos.....	14
Figura 5* : Requisitos básicos de um espectrofotômetro.....	17
Figura 6: Concentração da Alcalinidade em água de poços de diferentes localidades.....	27
Figura 7: Concentração da Amônia em água de poços de diferentes localidades.....	28
Figura 8: Concentração de Cloreto em água de poços de diferentes localidades.....	29
Figura 9: Concentração da cor aparente em água de poços de diferentes localidades.....	29
Figura 10: Dureza Total em água de poços de diferentes localidades.....	30
Figura 11: Concentração de Ferro em água de poços de diferentes localidades.....	30
Figura 12: Concentração de Manganês em água de poços de diferentes localidades.....	31
Figura 13: Concentração de Nitrito em água de poços de diferentes localidades.....	31
Figura 14: Concentração hidrogeniônica em água de poços de diferentes localidades.....	32
Figura 15: Salinidade em água de poços de diferentes localidades.....	32
Figura 16: Sólidos Totais Dissolvidos em água de poços de diferentes localidades.....	33
Figura 17: Turbidez em água de poços de diferentes localidades.....	33
Figura 18: Concentração de O ₂ dissolvido do efluente líquido da empresa 1 em três locais de coleta.....	35
Figura 19: Concentração de Óleos e Graxas do efluente líquido da empresa 1 em três locais de coleta.....	36

Figura 20: Concentração hidrogeniônica do efluente líquido da empresa 1 em três locais de coleta.....	36
Figura 21: Concentração de O ₂ dissolvido do efluente líquido da empresa 2 em dois locais de coleta.....	37
Figura 22: Concentração de Ferro do efluente líquido da empresa 2 em dois locais de coleta.....	37
Figura 23: Concentração de Fósforo do efluente líquido da empresa 2 em dois locais de coleta.....	38
Figura 24: Concentração de Nitrogênio do efluente líquido da empresa 2 em dois locais de coleta.....	38
Figura 25: Concentração hidrogeniônica do efluente líquido da empresa 2 em dois locais de coleta	39

TABELA DE ABREVIACOES

OMS – Organização Mundial da Saúde

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

Vg – Volume gasto

AT – Alcalinidade Total

OD – Oxignio dissolvido

DBO – Demanda Bioquímica de Oxignio

DQO – Demanda Química de Oxignio

P₁ – peso inicial

P₂ - peso final

CAMF - Conjunto de Análise por Membrana Filtrante

RESUMO

A água é hoje um dos recursos ambientais mais preciosos e escassos da humanidade. O aproveitamento racional e a preservação dos recursos da água doce devem ser metas prioritárias para a sociedade moderna. A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. Hoje grande parte da população não tem acesso ao abastecimento de água e ao sistema de coleta de esgoto. Os resíduos industriais e domésticos vêm trazendo sérios problemas nos últimos anos, havendo assim a necessidade de se estabelecer padrões de qualidade, embasados por um suporte legal.

No Brasil, os padrões de potabilidade da água, segundo as diferentes classes, foram estabelecidos pelo COMANA nº 20 na Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, e os padrões para efluentes líquidos estão estabelecidos na Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.

O **objetivo** deste trabalho de conclusão de curso é analisar amostras de água de poços de diferentes cidades do sul catarinense, verificando sua potabilidade e analisar também amostras de efluentes líquidos de algumas empresas da grande Florianópolis verificando a eficiência do seu tratamento.

Para verificar a potabilidade dessas águas e a eficiência dos tratamentos de efluentes líquidos foram realizados ensaios físico-químicos e microbiológicos e a metodologia utilizada nas análises está descrita no “Standard for the Examination of Water and Wasterwater”

Os **resultados** obtidos comparando os parâmetros analisados com os limites permitidos pela legislação foram os seguintes: das nove amostras das águas de poços analisadas 3 se enquadraram dentro dos padrões de potabilidade, as demais amostras terão que fazer tratamento antes de considerá-las adequada para o consumo. Em relação aos efluentes líquidos, as duas empresas aqui investigadas não apresentaram uma eficiência satisfatória em relação ao seu tratamento. A empresa 1, terá que melhorar seu tratamento para os óleos e graxas e coliformes total e fecal. A empresa 2, também possui alguns parâmetros fora dos limites permitidos, sendo que ambas terão que verificar junto aos técnicos sanitaristas a melhor maneira de melhorar o sistema de tratamento.

Como **conclusão geral** podemos afirmar que este trabalho contribuiu para demonstrar i) que a utilização de ensaios analíticos relativamente simples, podem ser

usados para realizar análises de grande importância; *ii*) das nove amostras de águas de poços três não se enquadram dentro dos padrões de potabilidade. O efluente líquido das empresas precisam melhorar seu tratamento; *iii*) é necessário de conhecer a legislação ambiental e estudos envolvendo problemas relacionados à poluição ambiental e tudo o que diz respeito a nossa saúde.

1 - INTRODUÇÃO

A vida surgiu no planeta há mais ou menos 3,5 bilhões de anos. Desde então, a biosfera modifica o ambiente para uma melhor adaptação. Em função das condições de temperatura e pressão que passaram a ocorrer na Terra, houve um acúmulo de água em sua superfície, nos estados líquido e sólido, formando-se assim o ciclo hidrológico.

Sua importância para a vida terrestre é inegável. Não há ser vivo sobre a face da Terra que possa prescindir de sua existência e sobreviver. Mesmo assim, outros aspectos desta preciosidade também podem representar sérios riscos à vida.

As águas utilizadas para consumo humano e para atividades sócio-econômicas são retiradas de rios, lagos, represas e aquíferos. A água utilizada para abastecimento público é um recurso esgotável, pois apesar da existência de grande volume de água na Terra, menos de 1% pode ser utilizada para consumo humano. (IBGE)

Embora o Brasil possua em seu subsolo as maiores reservas subterrâneas de água doce do planeta, muitos estados sofrem com a escassez de água. Nossos rios, lagos e mares, ao longo do tempo, vêm sendo severamente degradados pela ação do homem sobre o ambiente, através da urbanização desordenada, expansão de indústrias, desmatamentos principalmente em áreas ciliares, queimadas e desperdícios, que levam à redução do volume de água, contaminação e poluição. E, como consequência, propiciam o aparecimento de doenças de veiculação hídrica.

Falta agilidade do poder público no que diz respeito ao controle da poluição hídrica, causada pelos lançamentos de efluentes domésticos e industriais nos cursos de água. No estado de Santa Catarina, apenas 6,85% da população urbana, possui coleta de esgoto e apenas parte deste volume coletado consegue ter tratamento satisfatório. (IBGE)

Os resíduos industriais e domésticos vêm trazendo sérios problemas nas últimas décadas, questão esta que atentou a opinião pública e de órgãos governamentais e não governamentais na busca de projetos sustentáveis de combate a esses impactos negativos. Além disso, a maneira pela qual são utilizados e gerenciados os recursos hídricos, tem levado a um nível de degradação ambiental e risco de escassez de água, comprometendo a qualidade de vida das futuras gerações.

Visando resguardar a qualidade da água para o consumo humano, a Organização Mundial da Saúde – OMS criou guias para a qualidade de água potável, como referência para o estabelecimento de normas de cada país, no controle da inocuidade do abastecimento de água. No Brasil, os padrões de qualidade da água, segundo as diferentes classes, foram estabelecidos pelo CONAMA 20 (Conselho Nacional do Meio Ambiente) na Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, que fixa os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da

água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A resolução nº 357, de 17 de março de 2005, estabelece as condições e os padrões de lançamento de efluentes líquidos.

2-HISTÓRICO DA EMPRESA

A JR Hidroquímica, situada em Florianópolis – SC, uma empresa privada e pioneira no segmento de análises e assessoria química, físico-química e microbiológica de águas em geral.

Iniciou suas atividades à quinze anos, com prestação de serviço em responsabilidade técnica na qualidade da água de piscinas coletivas da grande Florianópolis. Hoje, além deste seguimento, é especializada em águas minerais e efluentes líquidos industriais.

Possui parcerias com empresas, também catarinenses, no setor de tratamento de água e efluentes líquidos. Realiza ensaios de potabilidade, análises físico-químicas e bacteriológicas de águas para uso residencial, industrial e piscinas.

Utiliza metodologia padronizada, e suas análises são realizadas de acordo com as exigências da legislação vigente no país.

3-OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso é analisar amostras de água de poços de diferentes cidades do sul de Santa Catarina e efluentes líquidos industriais de algumas empresas da grande Florianópolis.

Como objetivos específicos pretende-se:

i) Analisar a potabilidade de amostras de água de poços, utilizando métodos físico-químicos e microbiológicos, com base na legislação, segundo o CONAMA 20 (Conselho Nacional de Meio Ambiente), Portaria nº 518, de 25 de março de 2004.

ii) Estabelecer o controle de qualidade e controle ambiental de amostras de efluentes líquidos industriais, antes e após a estação de tratamento, para verificar sua eficiência. Foram utilizados métodos físico-químicos e microbiológicos, baseados na legislação, segundo o Conselho Nacional de Meio Ambiente, Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.

4-REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1-Particularidades da água

A água constitui um elemento essencial à vida animal e vegetal. Seu papel no desenvolvimento da civilização é reconhecido desde a mais alta antiguidade.¹

De início, o consumo de água pelo homem estava praticamente limitado aos usos essenciais à manutenção da vida: bebida e preparo de alimentos. Os desenvolvimentos de hábitos higiênicos e industriais ocasionaram um aumento do consumo de água pelo homem, água de qualidade e em quantidade suficiente para todas as suas necessidades, não só para proteção de sua saúde, como também para seu desenvolvimento econômico.^{1,2}

Nossa civilização adaptou-se nos últimos 9.000 anos ao padrão característico, e relativamente constante, pelo qual a terra recicla continuamente a água entre oceanos e continentes, através da evaporação e escoamento.³

As primeiras redes de irrigação ao longo do rio Nilo, há mais de 5.000 anos, os aquedutos romanos, as cisternas de Masada revelam a excepcional engenhosidade da civilização em assegurar o abastecimento necessário de água.³

Durante décadas a água tem sido desperdiçada, mal administrada e utilizada em excesso. Mas talvez o mais preocupante dos sinais de perturbação apareça quando se examina a saúde dos meios aquáticos, a disponibilidade de água para o consumo humano e para agricultura.¹

Hoje, cerca de 1,3 bilhões de pessoas sofrem com a falta de água. Se nada for feito para melhorar a situação, por volta de 2025 a crise de água atingirá muito mais pessoas, grande parte da humanidade estará sem água de boa qualidade para beber.⁴

A poluição tornou-se marca registrada dos rios. Estima-se que 80% das enfermidades no mundo sejam contraídas por água contaminada.⁴

A água quimicamente pura não existe na superfície da terra. A expressão água pura é usada como sinônimo de água potável para exprimir que uma fonte tem qualidade satisfatória para uso doméstico.⁵

Ao contrário do que muitos imaginam, a água é uma substância muito complexa. Por ser um excelente solvente, até hoje ninguém pode vê-la em estado de absoluta pureza. Quimicamente sabe-se que, mesmo sem impurezas, a água é a mistura de 33 substâncias distintas.⁴

O conceito de qualidade de água é muito mais amplo do que sua simples caracterização pela fórmula molecular. Isto porque ela, devido às suas qualidades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas, as quais definem sua qualidade.⁵

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica.⁵

A água é fundamental para a manutenção da vida, razão pela qual é importante saber como ela se distribui no nosso planeta (Figura 1), e como ela circula de um meio para o outro. Cerca de $\frac{3}{4}$ da superfície da Terra são recobertos de água; mas na verdade sobra pouco para o consumo humano.⁵

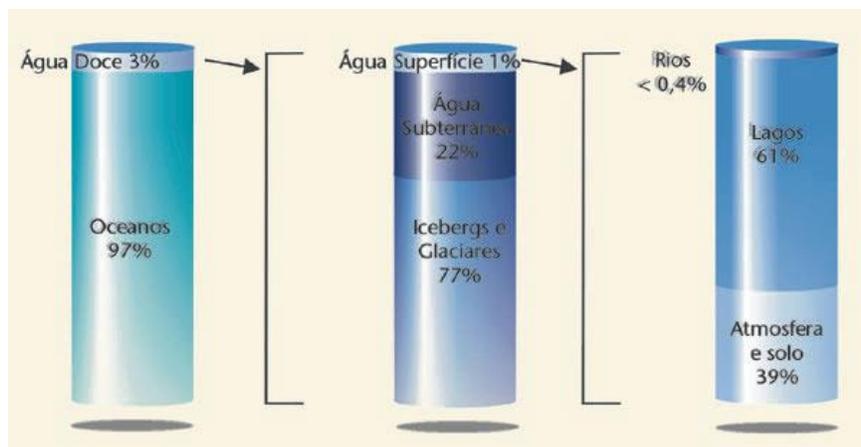


Figura 1: Distribuição de água no planeta Terra.

São inúmeras as impurezas que se apresentam nas águas naturais, várias delas inócuas, poucas desejáveis e algumas extremamente perigosas. Entre as impurezas nocivas encontram-se vírus, bactérias, parasitos, substâncias tóxicas e, até mesmo, elementos radioativos.⁴

Os diversos componentes presentes na água, e que alteram seu grau de pureza, podem ser retratados de uma maneira ampla e simplificada em termos de suas características físicas, químicas e biológicas (Figura 2). Estas características representam a qualidade da água através de diversos parâmetros.⁶

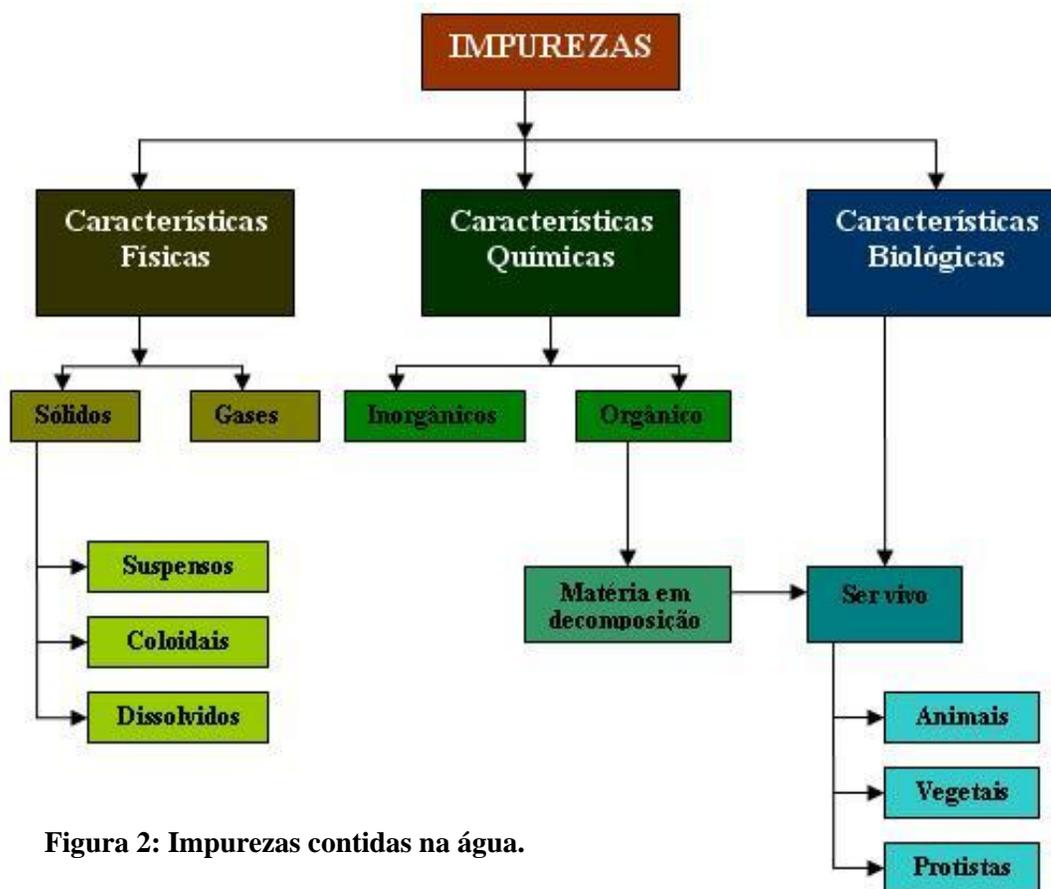


Figura 2: Impurezas contidas na água.

Ao se solicitar uma análise de água, deve-se selecionar os parâmetros a serem investigados pela análise, pois os parâmetros variam de acordo com a finalidade da mesma.⁵

Há necessidade também de se estabelecer padrões de qualidade, embasados por um suporte legal. As normas de qualidade para as águas de abastecimento são conhecidas como padrões de potabilidade. Esses padrões são as quantidades limites que, com relação aos diversos elementos, podem ser toleradas nas águas de abastecimento, quantidades essas fixadas, em geral, por leis, decretos ou regulamentos regionais.^{4,6}

No Brasil, os padrões de qualidade da água, segundo as diferentes classes, foram estabelecidos pelo CONAMA 20 (Conselho Nacional do Meio Ambiente) na Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, que fixa os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.⁷

4.1.1-Aspectos Físicos

A percepção do homem nas alterações da qualidade da água através de seus sentidos dá-se pelas características físicas da água, pois se espera que essa seja transparente, sem cor e sem cheiro. Na verdade, na natureza a água usualmente possui cor, cheiro e até mesmo gosto.⁸

A cor da água é o resultado principalmente dos processos de decomposição que ocorrem no meio ambiente. Por este motivo, as águas superficiais estão mais sujeitas a ter cor do que as águas subterrâneas. Além disso, pode-se ter cor devido a presença de alguns íons metálicos, como ferro e manganês, plâncton, macrófitas e despejos industriais.⁸

Águas superficiais podem parecer ter cor devido ao material em suspensão. Esta coloração é dita aparente, porque é como o ser humano a vê, mas é na verdade, em parte o resultado da reflexão e dispersão da luz nas partículas em suspensão, responsáveis pela turbidez.⁸

A cor dita verdadeira ou real é causada pela presença de materiais dissolvidos e colóides. As substâncias que mais frequentemente adicionam cor a águas naturais são os ácidos húmicos.⁸

A diferenciação de cor verdadeira e a cor aparente, é dado pelo tamanho das partículas, isto é, pode-se generalizar que partículas com diâmetro superior a 1,2 µm, causam turbidez e com diâmetro inferior, já na classe dos colóides e substâncias dissolvidas causam cor verdadeira (Figura 3).⁸

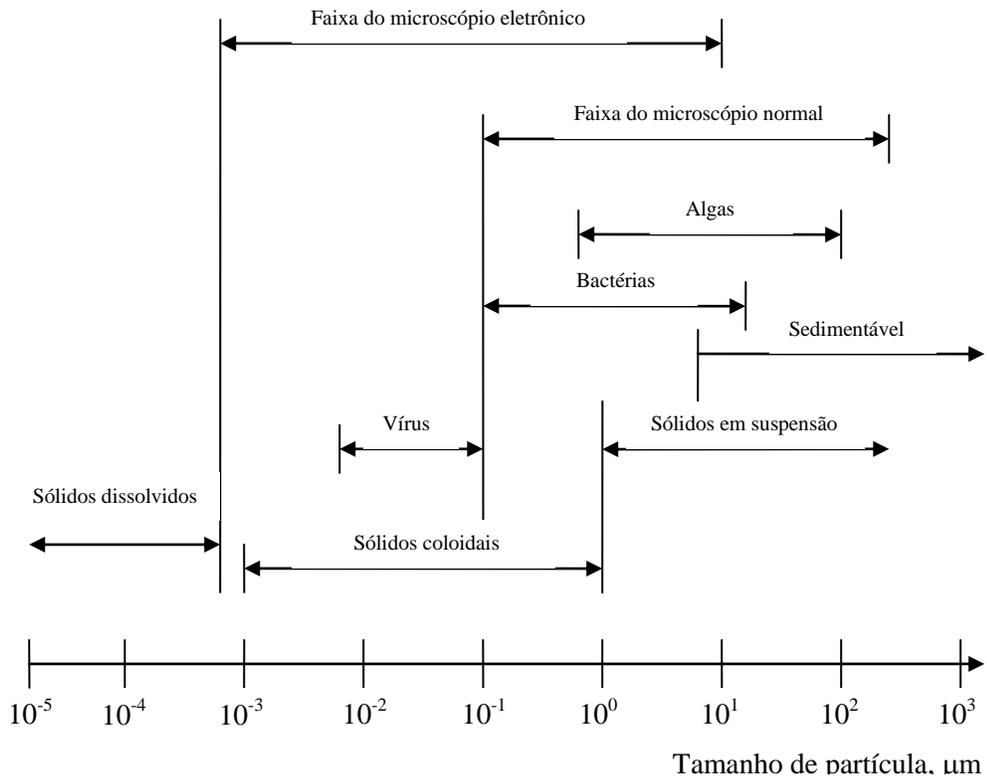


Figura 3: Tamanho de partículas na água.

A turbidez é a alteração da penetração da luz pelas partículas em suspensão, que provocam a sua difusão e absorção. Partículas constituídas por plâncton e bactérias, argilas, silte em suspensão, fontes de poluição que lançam material fino e outros. O aumento da turbidez reduz a zona eufótica, que é a zona de luz onde a fotossíntese ainda é possível ocorrer.⁸

O potencial hidrogeniônico representa a concentração de íons hidrogênio, em escala anti-logarítmica, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (Figura 4).⁵

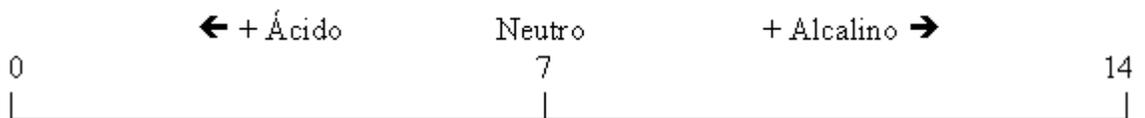


Figura 4: Escala do potencial hidrogeniônico.

A forma dos constituintes responsáveis são: sólidos dissolvidos e gases dissolvidos. Sua origem natural provém da dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese. Sua origem antropogênica: despejos domésticos e industriais.⁵

Os sólidos totais dissolvidos constituem a soma dos teores de todos os constituintes minerais presentes na água. ⁵

4.1.2-Aspectos Químicos

Os parâmetros químicos são os índices mais importantes para se caracterizar a qualidade de uma água.

Estes parâmetros permitem:

- Classificar a água por seu conteúdo mineral, através de íons presentes.
- Determinar o grau de contaminação, permitindo determinar a origem dos poluentes.
- Caracterizar picos de concentração de poluentes tóxicos e as possíveis fontes.
- Avaliar o equilíbrio bioquímico que é necessário para a manutenção da vida aquática, permitindo avaliar as necessidades de nutrientes. ⁸

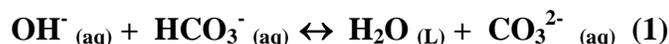
A alcalinidade é a capacidade que a água possui de neutralizar ácidos. É, normalmente, função dos carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos contidos na água e é tido como indicador da concentração destes constituintes. ⁶

A alcalinidade total refere-se à soma das cargas negativas equivalentes dos ânions HCO_3^- , CO_3^{2-} , H_2BO_3 , somada ao excesso dos íons OH^- sobre os íons H^+ .

Em águas superficiais a alcalinidade pode ser proveniente à presença de grandes quantidades de algas, elas removem o dióxido de carbono da água, elevando seu pH. Águas de caldeira e águas tratadas quimicamente apresentam alcalinidade devida a hidróxidos e carbonatos. ⁸

Este parâmetro não tem significado sanitário para água potável, mas em elevadas concentrações confere um gosto amargo para água. É uma determinação importante no controle do tratamento da água, estando relacionada com a coagulação, redução de dureza e prevenção da corrosão em tubulações. ⁶

Os três tipos de alcalinidade possíveis de serem encontrados em uma água natural são: alcalinidade a hidróxido (OH^-), a carbonato (CO_3^{2-}) e a bicarbonato (HCO_3^-). Sendo que, dois tipos podem estar presentes simultaneamente em uma amostra, devido ao equilíbrio químico, segundo a equação (1). ⁸



A relação entre pH e as diversas formas de alcalinidade é apresentada na tabela 1.

Tabela 1. Relação entre pH e as diversas formas de alcalinidade.

<i>Faixa de pH</i>	<i>Alcalinidade</i>
> 9,4	Hidróxidos e carbonatos
8,3 – 9,4	Carbonatos e bicarbonatos
4,4 – 8,3	Bicarbonatos

Deve-se ressaltar que acidez, alcalinidade e pH não são a mesma coisa. Os termos acidez e alcalinidade são significativos, indicam a massa dos radicais químicos na solução, tendo essas substâncias alguma relação com as propriedades industrial, comercial e potável da água. Nenhuma delas indica as atividades químicas dos eletrólitos.

Os cloretos ocorrem normalmente nas águas naturais em quantidades muito variáveis. Sua presença torna-se objetável quando acima de 250mg/L. Geralmente está presente em águas brutas na forma de cloreto de sódio, cálcio ou magnésio.¹⁰

A concentração de cloreto depende das condições químicas, pode ser provenientes de depósitos minerais, vapores oceânicos levados pelo vento, invasão das águas salgadas, poluição por matéria fecal, despejos industriais, etc.¹⁰

O índice de dureza da água é muito importante, usado para avaliar a sua qualidade. Denomina-se dureza total a soma das durezas individuais atribuídas à presença de íons cálcio e magnésio. Outros cátions que se encontram associados a estes dois, por exemplo: ferro, alumínio, cobre e zinco, geralmente são mascarados ou precipitados antes da determinação.¹¹

A composição química da água e, portanto, a sua dureza, depende em grande parte do solo da qual procede. Assim, águas brandas são encontradas em solos basálticos, areníferos e graníticos, enquanto que águas que procedem de solos calcários apresentam freqüentemente durezas elevadas.¹¹

Pode-se dizer que a dureza é a capacidade de uma água em consumir sabão. É devido a presença de cálcio e magnésio que reagem com o sabão para formar sais insolúveis de ácidos graxos.¹⁰

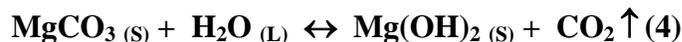
Recebe o nome de dureza de bicarbonatos ou temporária e dureza permanente.

Na dureza temporária os bicarbonatos de cálcio e magnésio, pela ação do calor ou pela reação com substâncias alcalinas provocam a formação de carbonatos, que são insolúveis e precipitam formando as incrustações, conforme as equações (2) e (3).⁹

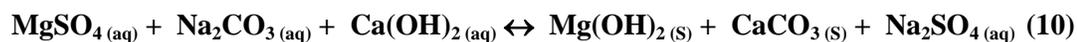
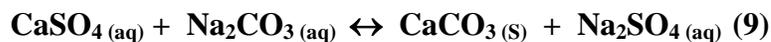
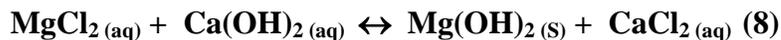
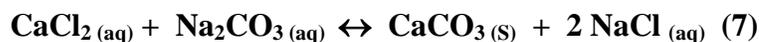
Reações da dureza temporária:



Alguns autores afirmam que no caso do magnésio ocorre a deposição de hidróxido de magnésio, como mostram as equações (4), (5) e (6).⁸



A dureza permanente se deve à presença de sulfatos ou cloretos de cálcio e/ou magnésio em solução. O calor não tem ação sobre este tipo de dureza, somente, é influenciada pelas substâncias alcalinas, segundo as equações descritas abaixo.⁹



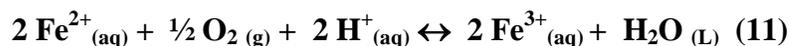
A água pode ser classificada em função dos níveis de dureza, mostrados na tabela 2.

Tabela 2. Classificação das águas de acordo com o nível de dureza.

<i>Águas moles</i>	< 50 mg CaCO ₃ /L
<i>Águas de dureza moderada</i>	Entre 50 e 150 mg CaCO ₃ /L
<i>Águas duras</i>	Entre 150 e 300 mg CaCO ₃ /L
<i>Águas muito duras</i>	>300 mg CaCO ₃ /L

O ferro pode ser encontrado em águas naturais ou residuárias, podendo apresentar-se no estado ferroso (Fe⁺²) formando compostos solúveis. Em ambientes oxidantes o Fe⁺² passa para Fe⁺³, dando origem ao hidróxido férrico, que é insolúvel e se precipita, tingindo fortemente a água. Sob as condições anaeróbicas das águas mais profundas, a forma ferrosa fica favorecida podendo haver diversos ppm (mg/L) de ferro dissolvido na água, enquanto que sua concentração em águas superficiais raramente excede 0,3 mg/L.^{10,12}

Os íons ferrosos podem ser rapidamente oxidados pelo oxigênio do ar como mostra a equação (11). Por isso, águas com alto conteúdo de ferro, ao saírem do poço são incolores, mas ao entrarem em contato com o oxigênio do ar ficam amarelada, conferindo uma aparência desagradável. Neste processo, forma-se primeiramente uma forma coloidal do hidróxido férrico de cor amarelo-castanha, a qual então precipita-se como hidróxido de cor castanha-avermelhada, o qual converte-se gradativamente em óxido férrico, aderindo firmemente à base sobre a qual se depositou.^{10,12}



Este processo desempenha um importante papel na tecnologia de obtenção de água potável. O ferro é um componente indesejável nas águas para abastecimento humano ou industrial, porque o hidróxido férrico pode formar depósitos e incrustações nos encanamentos de distribuição, interferir nos processos de tratamento, ou causar problemas diretamente na utilização da água, tais como: coloração indesejável, sabor metálico, manchas em produtos têxteis dentre outros.¹⁰

Nas águas de superfície, o ferro apresenta-se na forma férrica e, em água bem aerada, raramente a concentração de ferro apresenta-se alta. Porém, em condições redutoras, com pouco oxigênio disponível, como é o caso nas águas subterrâneas, lagos ou represamentos e, na ausência de sulfetos e carbonatos, podemos encontrar concentrações elevadas de ferro ferroso solúvel.¹⁰

Águas ricas em ferro, favorecem o desenvolvimento das ferro-bactérias, as quais aparecem nas redes de distribuição, reservatórios de distribuição e, em alguns casos, nos filtros ou poços profundos.¹⁰

O ferro na maioria das vezes está associado ao manganês, e confere a água um sabor amargo, adstringente e coloração amarelada e turva.⁸

O manganês nas águas naturais aparece sob a forma bivalente podendo, no entanto, aparecer em maiores graus de oxidação nas estações de tratamento. A sua presença se deve a solubilidade dos sais do solo pelas bactérias e compostos orgânicos, os quais geram condições anaeróbias, facilitando a redução de seus compostos na forma manganosa.^{8,10}

O nitrogênio em recursos hídricos pode apresentar-se de diversas formas, como: nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônia (NH_3), nitrogênio molecular (N_2) e nitrogênio orgânico.⁸

É um elemento indispensável para o crescimento das algas, quando em grande quantidade, também pode levar a um processo de eutrofização de lagos e represas.⁸

Os procedimentos gerais para a determinação do nitrito são usualmente baseados em alguma forma de diazotação, que envolvem o emprego de substâncias carcinogênicas como as naftilaminas.¹³

Neste caso o íon nitrito, em condições ácidas provoca a diazotação da sulfanilamida (4-aminobenzenossulfonamida) e o produto é acoplado ao dihidroclorato de N-(1-naftil)etinenodiamina.¹³

O nitrogênio amoniacal, pode estar nas formas de NH_3 (amônia) e do íon NH_4^+ (amônio), em equilíbrio em uma solução aquosa. Indica dejetos recentes de origem animal e vegetal. Está presente naturalmente em águas naturais e efluentes.⁸

4.2-Efluentes

A palavra esgoto costumava ser usada para definir tanto a tubulação condutora das águas servidas de uma comunidade, como também o próprio líquido que flui por essas canalizações. Hoje, este termo é usado quase que apenas para caracterizar os despejos provenientes das diversas modalidades do uso das águas, tais como de uso doméstico, comercial, industrial, de utilidade pública, de áreas agrícolas, de superfície, pluviais, e outros efluentes sanitários.⁶

Os efluentes costumam ser classificados em dois grupos principais: os efluentes sanitários ou domésticos e os industriais.

Os efluentes domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água. A fração restante inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como microorganismos. Este efluente provém principalmente das residências, edifícios comerciais, instituições ou quaisquer edificações que contenham instalações de banheiros, lavanderias, cozinhas, ou qualquer dispositivo de utilização de água para fins domésticos. Compõem-se essencialmente de água de banho, urina, fezes, papel, restos de comida, sabão, detergentes e água de lavagem.⁶

Os efluentes industriais, extremamente diversos, provêm de qualquer utilização da água para fins industriais, e adquirem características próprias em função do processo industrial empregado. Assim sendo, cada indústria deverá ser considerada separadamente, uma vez que seus efluentes diferem até mesmo nos processos industriais similares.⁶

Existem diferentes substâncias que compõem os efluentes. Assim, para a caracterização desses, utilizam-se determinações físicas, químicas e biológicas, cujos valores permitem conhecer o grau de poluição dos mesmos.⁶

Nas análises de rotina do laboratório, a tendência é não se preocupar em conhecer a composição química exata dos constituintes dos efluentes, a não ser que esteja desenvolvendo um trabalho de pesquisa. A necessidade é de ter dados que revelem a condição sanitária dos efluentes, seu estado de decomposição, a concentração e a eficiência do tratamento.¹⁴

A característica dos efluentes é função do uso à qual a água foi submetida. Esses usos, e a forma com que são exercidos, variam com o clima, situação social, econômica e hábitos da população.¹⁵

A quantidade de efluente produzido por uma cidade depende, em primeiro lugar, do volume de água consumido. Desde que não haja significativa contribuição de despejos industriais a composição do efluente é constante.¹⁵

4.2.1-Aspectos Físicos

São substâncias cuja presença afeta as características da água, independentemente de sua natureza química ou biológica.

O valor do pH para efluentes, indica a intensidade de acidez e a intensidade de alcalinidade. Valores de pH afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática e os microorganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos efluentes.⁶

A atividade dos organismos presentes no tratamento biológico dos efluentes normalmente inibe-se em pH menor que 6 e ligeiramente superior a 9. O efluente fresco é ligeiramente alcalino.¹⁴

Das características físicas, o teor de matéria sólida é o de maior importância, em termos de dimensionamento e controle de operações das unidades de tratamento. A série dos sólidos indica a quantidade de materiais inorgânicos totais. A matéria sólida total do efluente pode ser definida como a matéria que permanece como resíduo após evaporação a 103°C.¹⁵

4.2.2-Aspectos Químicos

Constituem-se de substâncias orgânicas, inorgânicas e minerais solúveis. A fração orgânica do efluente é representada por proteínas, gorduras, hidratos de carbono, fenóis e por uma série de substâncias artificiais, como detergentes e defensivos agrícolas. A matéria inorgânica contida nos esgotos é formada, principalmente pela presença de areia e de substâncias minerais dissolvidas, essa areia é proveniente de água de lavagem de ruas e de águas do subsolo.¹⁵

Todos os organismos vivos dependem de oxigênio de uma forma ou de outra para a manutenção nos processos metabólicos que produzem a energia necessária para o seu crescimento e reprodução.

A matéria orgânica poluidora de um curso d'água, tende a ser mineralizada naturalmente pelos microorganismos aeróbicos existentes, consumindo oxigênio dissolvido na água. Quando a carga poluidora é excessiva, o oxigênio dissolvido se esgota e passam a

predominar os organismos anaeróbicos, até que mais oxigênio se dissolva na água. É importante que sejam mantidas as condições aeróbicas num curso d'água, para que sempre haja mineralização completa.¹⁰

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO), é o parâmetro mais usado para definir um efluente doméstico ou industrial orgânico. Ela exprime o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, correspondente à quantidade de oxigênio que é consumido por microorganismos do efluente ou águas poluídas.¹⁶

Os efluentes se decompõem com muita facilidade e sua concentração varia consideravelmente durante uma jornada diária. Assim, é que, durante o dia, na hora de maior vazão, o efluente é concentrado e forte, ao passo que, durante a noite e nas primeiras horas da manhã, é fraco com baixa DBO.

A determinação da demanda química de oxigênio (DQO) é uma medida do oxigênio equivalente à porção de matéria orgânica existente na amostra e que é susceptível de ser oxidada por um oxidante químico forte. Este oxidante é o dicromato de potássio em meio ácido. O processo determina bem a parte carbonácea dos compostos nitrogenados.¹⁰

O teste da DQO é importante na quantificação da matéria orgânica em despejos, sendo sempre maior ou igual a DBO, em virtude da maior facilidade com que grande número de compostos podem ser oxidados quimicamente do que por microorganismos. Para muitos tipos de despejos é possível correlacionar a DQO com a DBO. Isto é vantajoso, pois a DQO é determinada em apenas três horas, ao passo que a DBO leva cinco dias.¹⁰

Em água para abastecimento público, substâncias como o cloro gasoso, hipoclorito de sódio e hipoclorito de cálcio têm sido largamente utilizadas no processo de desinfecção. O que tem contribuído para o controle das doenças de origem hídrica e das toxinfecções alimentares de origem microbiana. A dosagem de teor de cloro residual que permanece na água após o processo de cloração permite avaliar se a água está em condições de uso e isenta de bactérias patogênicas. Quando o cloro é adicionado a água, uma pequena quantidade, reage com as impurezas nela contidas. Esse cloro consumido não apresenta propriedades germicidas. Quando a demanda de cloro adicionado é satisfeita, o que restou constitui o cloro residual total.^{9,15}

O cloro residual total encontra-se na forma de cloro residual livre ou cloro combinado com matéria orgânica nitrogenada, formando cloraminas. O cloro residual livre está nas formas de ácido hipocloroso (HClO) e de íons hipoclorito (ClO⁻). Os processos utilizados para a medida do cloro residual, são todos baseados no seu poder oxidante.^{10,15}

Os fosfatos estão presentes nas águas dos efluentes, uma vez que se encontram principalmente nos detergentes. Sendo os fosfatos nutrientes para microorganismos, principalmente algas, descarregados continuamente nas águas dos corpos receptores, poderão ser causadores de eutrofização (Figura 5) no caso de lagos e águas paradas. A eutrofização ocorre quando há um crescimento excessivo de algas e outras plantas aquáticas devido a um aumento de nutrientes oriundos do efluente, principalmente nitrogênio e fósforo.¹⁵

Teores elevados de fosfato, nas águas de abastecimento são indesejáveis devido ao seu efeito tampão nos ácidos do estômago. O hexa-metafosfato em alta concentração, transforma-se em ácido fosfórico e pode causar diarreia e vômito.¹⁰



Figura 5: Esquema de eutrofização em esgotos.

No efluente o nitrogênio orgânico está na forma de proteína ou seu produto de degradação. A maioria dos compostos orgânicos, derivam da amônia. O nitrogênio total determina a quantidade de nitrogênio em suas diversas formas, uma vez que, o nitrogênio é um nutriente importante na fase do tratamento.^{10,15}

Gordura é um termo que normalmente é usado para definir a matéria graxa, aos óleos e as substâncias semelhantes encontradas no efluente. A gordura está sempre presente no esgoto doméstico, proveniente do uso da manteiga, óleos vegetais em cozinha, da carne, etc.⁶

Muitos efluentes industriais apresentam-se oleosos, como os das indústrias de prospecção de petróleo, de óleos comestíveis, laticínios, matadouros e frigoríficos, etc. Outras indústrias não produzem efluentes tipicamente oleosos mas podem possuir algumas linhas de efluentes com esta natureza, como os provenientes de oficina mecânica, postos de gasolina.¹⁵

4.3-Coliformes

A água natural contém baixo número de microorganismos, variando entre 10 e 100 organismos por mililitro. Microorganismos de várias espécies estão presentes nas diferentes etapas do processo cíclico das águas naturais: águas da atmosfera, da superfície e do lençol freático.⁵

Na água da atmosfera, a flora microbiana é oriunda do ar e da maior parte dos seus microorganismos é removida do ar durante as primeiras etapas da precipitação. A água da superfície pode ser contaminada periodicamente, em maior ou menor grau, por microorganismos provenientes da atmosfera (precipitações), do solo ou qualquer tipo de dejetos que nela é lançado.⁵

As populações microbianas variam, em número e em gênero, de acordo com a fonte hídrica, composição nutritiva da água e condições geográficas e climáticas. Nas águas do lençol freático, as bactérias, assim como outro tipo de partícula, são removidas por filtração em diferentes graus dependendo da permeabilidade do solo e da profundidade de penetração da água. Em termos bacteriológicos, os poços e as fontes produzem águas de muito boa qualidade, desde que providências sejam tomadas para evitar contaminações.⁵

Mesmo aparentando excelente qualidade, a água pode conter substâncias tóxicas e/ou microorganismos patogênicos, ambos invisíveis a olho nu.⁵

O termo microorganismo indicador, pode ser aplicado a qualquer grupo taxonômico ou fisiológico de organismos cuja presença ou ausência dá evidência indireta de contaminação da amostra estudada.⁵

Tal termo originou-se da necessidade de avaliação da qualidade microbiológica da água fornecida à população. Em 1892, *Escherichia coli* foi sugerida como um bom indicador de contaminação da água, pela bactéria patogênica *Salmonella typhi*. Isso ocorreu porque as bactérias patogênicas mais freqüentemente encontradas na água e que promovem infecções no homem são quase que na totalidade de origem do seu próprio trato gastrointestinal e dos animais e, de maneira geral, de difícil detecção. Assim, os microorganismos indicadores quando encontrados, sugerem a presença de eventuais microorganismos patogênicos.⁵

O grupo coliforme total é constituído por vários gêneros de bactérias pertencentes a família *Enterobacteriaceae*. A definição histórica deste grupo tem sido baseada no método utilizado para a detecção (fermentação da lactose), assim este grupo é definido como todo bacilo gram negativo aeróbio ou anaeróbio facultativo, não esporulado que fermenta a lactose com formação de ácido e gás a temperatura de 35°C em 24-48 horas. Organismos coliformes, alguns dos quais são saprofíticos de vida livre, podem se multiplicar em cordas de piscina, madeiras, couro, junta e podem produzir limo nas tubulações.¹²

A contaminação da água por coliformes não significa que estas águas estão permanentemente proibidas de serem consumidas. Para reverter a qualidade bacteriológica destas águas basta utilizar métodos de desinfecção como: cloro, ozônio, UV, etc.¹⁷

5-METODOLOGIA

A metodologia para análises de água e efluente líquido industrial estão descritas no “Standard for the Examination of Water and Wasterwater”¹⁸, a conclusão para a potabilidade baseia-se nos parâmetros da Portaria nº518/2004 do Ministério da Saúde e o controle de qualidade e controle ambiental para efluentes líquidos estão baseados na legislação, segundo o Conselho Nacional de Meio Ambiente, Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.¹⁸

5.1- Técnicas Empregadas

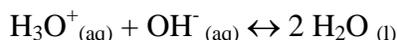
5.1.1- Análise Volumétrica

Em uma análise volumétrica, a quantidade de um constituinte de interesse, (amostra) é determinada através da reação desta espécie química com outra substância em solução, chamada solução-padrão, cuja concentração é exatamente conhecida. Sabendo-se qual a quantidade da solução-padrão necessária para reagir totalmente com a amostra e a reação química que ocorre entra as duas espécies, tem-se condições para calcular a concentração da substância analisada.¹¹

O processo pelo qual a solução padrão é introduzida no meio reagente é conhecido por titulação. Em uma titulação gravimétrica mede-se a massa da solução-padrão consumida na determinação e na volumétrica, o volume.¹¹

5.1.1.1- Análise Volumétrica de Neutralização

A volumetria de neutralização ou volumetria ácido-base é um método de análise baseado na reação entre íons H_3O^+ e OH^- .



A primeira vista pode-se pensar que a reação entre quantidades equivalentes de um ácido e de uma base resultaria sempre em uma solução neutra. No entanto, isto não é sempre verdade, por causa dos fenômenos de hidrólise que acompanham as reações entre ácidos fortes e bases fracas ou vice versa.

A detecção do ponto final na volumetria pode se tornar difícil devido a efeitos tamponantes gerados no meio reagente, podendo prejudicar a ação dos indicadores.¹¹

5.1.1.2 - Análise Volumétrica de Precipitação

É um método baseado na formação de um composto pouco solúvel. Essas titulações são usadas principalmente para a determinação de haletos e de alguns íons metálicos. Para que uma reação de precipitação possa ser usada, é preciso que ela se processe em tempo relativamente curto e que o composto formado seja suficientemente insolúvel.¹¹

5.1.1.3 – Análise Volumétrica de Complexação

Este método baseia-se no fato de que muitos íons metálicos formam complexos estáveis, solúveis em água, com um grande número de amins terciárias contendo grupos carboxílicos.¹¹

5.1.2- Espectrofotometria

Surgem muitas vezes em análises, casos em que tem de se fazer a dosagem de quantidades extremamente pequenas de substâncias que se apresentam como impurezas existentes em certos materiais.¹⁰

A determinação de quantidades tão pequenas de elementos, recorrendo aos métodos habituais como a volumetria, é praticamente impossível. De fato, para que sua concentração, na solução, tenha um valor perceptível, tem de se efetuar pesquisas de análises, um dos quais, a espectrofotometria, processo que utiliza a luz para medir as concentrações químicas.¹⁰

Os requisitos básicos de um espectrofotômetro (um sistema para medir a absorbância da luz) estão apresentados na figura 6. A luz proveniente de uma fonte contínua passa por um monocromador, que seleciona uma estreita faixa de comprimento de onda do feixe incidente. Essa luz monocromática passa pela amostra, e a energia radiante da luz emergente é medida.¹⁶

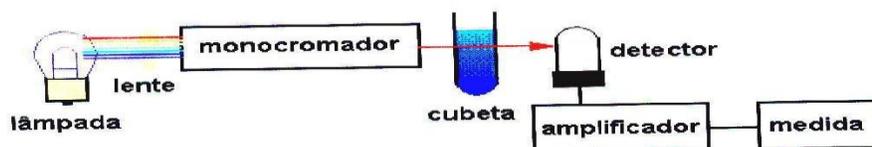


Figura 6. Requisitos básicos de um espectrofotômetro.

A espectroscopia UV-Vis é a medida do comprimento de onda e intensidade de absorção do ultravioleta próximo e luz visível por uma amostra (tabela 3). Geralmente é aplicada a moléculas e íons inorgânicos ou complexos em solução.¹⁶

Tabela 3. Cores fundamentais do espectro visível e suas correspondentes faixas de comprimento de onda.

<i>Faixa de comprimento de</i>	<i>Cor fundamental</i>	<i>Cor complementar</i>
--------------------------------	------------------------	-------------------------

<i>onda</i>	<i>(absorvida)</i>	<i>(observada)</i>
400	Ultravioleta (invisível)	
400-435	Violeta	Verde-amarelado
430-480	Azul	Amarelo
480-490	Azul-esverdeado	Laranja
490-500	Verde-azulado	Vermelho
500-560	Verde	Púrpura
560-580	Verde-amarelado	Violeta
580-595	Amarelo	Azul
595-610	Laranja	Azul-esverdeado
610-750	Vermelho	Verde-azulado
750	Infravermelho (invisível)	

5.2- Amostragem da água

As amostragens da água para análises físico-químicas foram feitas coletando-se cerca de 1,5 litros de água em uma garrafa plástica ou de vidro. Os recipientes foram lavados três vezes com a água do local que se desejava analisar, e posteriormente preenchidos, deixando sempre um espaço de ar no frasco (aproximadamente 2,5 cm) para facilitar a homogeneização antes da análise. No momento da coleta as mãos não devem entrar em contato com a água, para não contaminá-la. Os frascos foram identificados com os dados do interessado, procedência, local da coleta, data da coleta e enviados o mais rápido para o laboratório, ou colocados sob refrigeração até o momento do envio.¹²

Para a coleta de águas de poços, além dos cuidados acima mencionados deve-se observar também:

- caso a água seja de poço recentemente aberto, esperar alguns dias com o mesmo em funcionamento antes de fazer a coleta da amostra, para que o poço elimine qualquer tipo de material em suspensão, resultante da perfuração.

- no caso do poço já em funcionamento, abrir a torneira, deixar correr a água por 2 minutos, e então fazer a coleta.

Em açudes, reservatórios ou rios, evitar coletar muito na margem. Aprofundar um pouco a garrafa e fazer a coleta.

As amostragens para análises físico-químicas incluindo metais ou para a análise bacteriológica requerem procedimentos e recipientes especiais.

As amostras de água para análise bacteriológica foram coletadas em frascos esterelizados e colocados sob refrigeração até a realização da análise. Amostras de água clorada, tiveram o cloro neutralizado (declorificação). Adicionou-se um agente redutor $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ – tiosulfato de sódio ao frasco de coleta a ser utilizado para águas que contenham cloro residual ou outros halogênios. O tiosulfato de sódio é um agente satisfatório, pois neutraliza qualquer halogênio residual e previne a continuação da ação bactericida durante o transporte da amostra.

5.3- Amostragem dos efluentes líquidos

As amostragens dos efluentes líquidos para análises físico-químicas e bacteriológicas foram feitas coletando-se cerca de 1,5 litros do líquido em uma garrafa de vidro de modo a manter a verdadeira proporção entre o líquido e os sólidos em suspensão. Mergulha-se o frasco a uma profundidade mínima de 15 cm e sua boca deve estar no sentido do contrário do fluxo.

Os frascos foram identificados com os dados do interessado, procedência, local da coleta, data da coleta e enviados o mais rápido para o laboratório.

5.4-Análises físico-químicas para água

5.4.1- Cor

O método de determinação consiste na comparação visual da amostra com solução padrão de cor previamente preparada.¹⁰

Utiliza-se dois tubos de vidro com fundo chato, situados em um suporte de acrílico com graduação. Em um dos tubos adiciona-se uma quantidade de amostra e no outro tubo o padrão de cor, até que a mesma tonalidade da cor da amostra e do padrão se igualem. A observação é feita comparando as cores no espelho.

Para amostras de água muito coloridas, utiliza-se menor quantidade de amostra, e águas claras o volume utilizado da amostra é maior.

Determina-se este método segundo a equação abaixo:

$$(14) \quad \text{mg/L de Platina} = \frac{\text{volume do padrão} \times \text{concentração do padrão}}{\text{volume da amostra}}$$

5.4.2- pH

Para a medida do pH utiliza-se cerca de 100mL da amostra, e sua determinação foi feita em pH-metros digitais marca Minipa MPH-206, equipados com eletrodo duplo de vidro e previamente calibrados com soluções padrões.

5.4.3- Turbidez

A turbidez das soluções é determinada em turbidímetro SL 2K marca Solar instrumentação LTDA, previamente calibrado com água deionizada.

Esta determinação consiste no método nefelométrico, um equipamento com luz de tungstênio e detectores fotoelétricos, capazes de detectar a luz que é dispersa em um ângulo de 90° com a luz incidente.

5.4.4- Alcalinidade Total

Consiste no método volumétrico de neutralização¹¹, onde a amostra é transferida para um erlenmeyer. São adicionados 3 gotas de fenolftaleína sob agitação. Se a amostra permanecer incolor, adiciona-se 5 gotas de indicador misto. Titula-se com ácido sulfúrico até a virada da cor azul para salmão. Anota-se o volume gasto (Vg).

Com o volume gasto (Vg) determina-se a alcalinidade total (AT), segundo a equação abaixo:

$$AT \text{ (ppm CaCO}_3\text{)} = Vg \times 20 \quad (15)$$

5.4.5- Amônia

Para a análise da amônia utiliza-se o método espectrofotométrico na região visível num comprimento de onda 650 nm.. Em uma cubeta adiciona-se 5,0mL da amostra e 1 gota do reagente 1 (tartarato de potássio 50% + água) sob agitação, seguidos de 2 gotas do reagente 2 (iodeto de mercúrio II com iodeto de potássio + água) e aguarda-se 10 minutos e realiza-se a leitura. Paralelamente fez-se a prova em branco utilizando água deionizada. A coloração amarelo-laranja indica a presença de amônia.

5.4.6- Cloretos

Consiste em uma técnica volumétrica de precipitação (método de Mohr)¹¹ utilizando-se solução padrão de AgNO₃ (0,1 mol/L). São transferidos para um erlenmeyer 25mL da amostra e adicionados 1mL de cromato de potássio como indicador, titulando-se com nitrato de prata até a cor amarelo tijolo e anotando-se o volume gasto. A concentração de cloreto em mg/L é determinada seguindo a equação abaixo;

$$\text{Cloretos (mg/l)} = \frac{m_{(mg)} \times 1000}{25} \quad (16)$$

5.4.7- Salinidade

Para determinar a salinidade utilizou-se a equação abaixo¹⁰:

$$\text{Salinidade} = \text{Soma dos Cloretos} \div 1000 \times 1,809 + 0,03 \quad (17)$$

5.4.8- Dureza Total

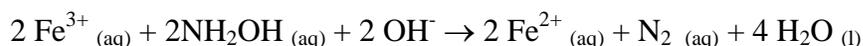
Consiste em uma técnica volumétrica de complexação¹¹, onde 50mL da amostra são transferidos para um frasco erlenmeyer. Adiciona-se solução tampão de amônia pH = 10 e Negro de Eriocromo T como indicador. A titulação é feita com EDTA solução padrão, até a viragem para cor azul pura. O volume gasto é anotado. Caso a amostra apresente cor azul com a adição do Negro E.T., antes da titulação não há dureza na amostra.

O cálculo da dureza é determinado conforme a equação abaixo:

$$\text{Dureza total (mg/L CaCO}_3\text{)} = Vg \times 20 \quad (18)$$

5.4.9- Ferro Total

O método utiliza a reação específica para o ferro II, devendo-se, portanto, converter todas as formas de ferro existentes na amostra (metálico, orgânico ou férrico – Fe⁺³), para a forma ferrosa (Fe⁺²), a fim de que se possa determinar o ferro total existente na mesma.¹⁰



Mede-se 5,0mL da amostra, transfere-se para uma cubeta. Paralelamente faz-se a prova em branco utilizando água deionizada. Adiciona-se 1 gota do reagente 1 (acetato de sódio), 4 gotas do reagente 2 (cloreto de hidroxilamônio) agente redutor sob agitação. Aguarda-se por 5 minutos. Após o tempo determinado adiciona-se 4 gotas do reagente 3 (1,10-fenantrolina), complexante, sob agitação e aguarda-se 10 minutos, para então fazer a leitura da absorbância do branco e da amostra, num comprimento de onda de $\lambda = 480 \text{ nm}$, no espectrofotômetro UV-Vis Solar Instrumentação LDTA, SL-220-0.

5.4.10-Manganês

Para a análise do manganês é utilizado o método espectrofotométrico na região visível num comprimento de onda 450 nm. Mede-se 5,0mL da amostra e transfere-se para uma cubeta. Paralelamente faz-se a prova em branco utilizando água deionizada. Adiciona-se 10 gotas do reagente 1 (solução de formaldoxima), 10 gotas do reagente 2 (sulfato de amônia e ferro II) sob agitação. Em seguida é adicionado 10 gotas do reagente 3 (hidróxido de amônia). Aguarda-se 5 minutos. Após a espera adiciona-se 10 gotas do reagente 4 (solução de EDTA) e 10 gotas do reagente 5 (solução de hidroxilamina) sempre agitando. Aguarda-se por 1 hora e é feita a leitura da absorbância. no espectrofotômetro Uv-Vis Solar Instrumentação LDTA, SL-220-0.

5.4.11-Nitrito

Para a determinação deste método, é utilizado espectrofotômetro UV-Vis Solar Instrumentação LDTA, SL-220-0.

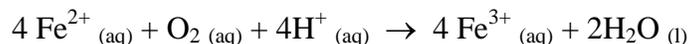
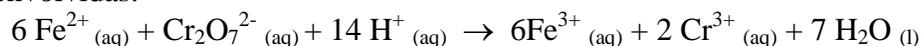
Em uma cubeta são colocados respectivamente 5,0 mL da amostra, 2 gotas do reagente 1 (ácido sulfâmico + ácido acético p.a) e 2 gotas do reagente 2 (alfanaftilamina + ácido acético p.a) sob agitação. Paralelamente faz-se a prova em branco utilizando água deionizada. A coloração rósea indica a presença de nitrito. A leitura da absorbância é feita num comprimento de onda $\lambda = 520\text{nm}$.

5.5-Análises físico-químicas para efluente líquido

5.5.1-DQO

O objetivo deste parâmetro é avaliar a carga orgânica em águas superficiais e residuárias passível de ser consumida em oxidações aeróbicas. Utiliza-se um composto fortemente oxidante, como o dicromato de potássio em meio ácido.⁶

Reações envolvidas:



Mede-se 2,5mL de amostra em tubo de ensaio com tampa rosqueável e paralelamente é feita a prova em branco utilizando água deionizada. São adicionados respectivamente 1,5mL de dicromato de potássio 0,0147 mol/L, 3,5mL de ácido sulfúrico concentrado e uma medida de sulfato de mercúrio sob agitação e fechando-se o tubo.

Os tubos são colocados no digestor ALFAKIT, a 150°C durante 2 horas. Após este período faz-se a leitura da absorbância num comprimento de onda $\lambda = 600\text{nm}$ com a solução ainda quente no espectrofotômetro uv-vis Solar Instrumentação LDTA, SL-220-0.

5.5.2-DBO

Determina a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica degradada pela ação das bactérias, sob condições aeróbicas controladas (5 dias a 20°C). fornece informação sobre a fração dos compostos biodegradáveis presentes no efluente; logo é muito utilizada para avaliar o potencial poluidor de efluentes domésticos e industriais em termos de consumo de oxigênio.¹⁷

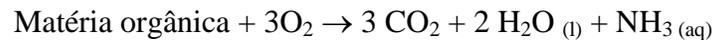
Volumes conhecidos de efluentes, diluídos com uma água preparada (água de diluição que contém 1 mL desolução-tampão de fosfato, 1 mL de sulfato de magnésio, 1 mL de cloreto de cálcio e 1 mL de cloreto férrico, é saturada com oxigênio) são colocados em garrafas de DBO com volume de 300mL. Os frascos são preenchidos até transbordar, não deixando que bolhas de ar fiquem no interior dos mesmos.

Determina-se o teor de oxigênio dissolvido pelo método de Winkler⁶ modificado pela azida sódica imediatamente em um dos frascos de todas as diluições. As outras

garrafas são transferidas para uma estufa a 20°C durante 5 dias e então determina-se o oxigênio dissolvido final.

Método azida sódica: adiciona-se à amostra 2 mL de sulfato manganoso, 2 mL de azida sódica, sob agitação. Espera-se decantar e adiciona-se 2 mL de ácido sulfúrico. Titula-se 100 mL da amostra com tiosulfato de sódio, usando amido como indicador. Anota-se o volume de tiosulfato de sódio OD inicial.

Após o 5º dia é repetido o procedimento acima mencionado e determina-se a DBO



5.5.3-Fosfato Total

O método espectrofotométrico na região visível é utilizado nesta análise.

A determinação do fósforo é, geralmente, na forma de íon fosfato, pela precipitação de fosfomolibdato de amônio, o qual é dissolvido em solução alcalina.⁶

Adiciona-se respectivamente 50mL da amostra e 1 gota de fenolftaleína em um erlenmeyer. Adiciona-se 1,0 mL de ácido sulfúrico e em seguida 0,4 g de persulfato de amônio sólido. Aqueça em chapa quente por 30 minutos. Depois da solução fria complete seu volume para 50 mL e adicione NaOH.

Em uma cubeta coloca-se 5,0 mL da solução preparada acima e adiciona-se 10 mL Vanadato-molibdato. Aguarada-se 10 minutos e faz-se a leitura no espectrofotômetro UV-Vis Solar Instrumentação LDTA, SL-220-0 no comprimento de onda 650 nm.

5.5.4-Sólidos sedimentáveis

O objetivo deste parâmetro é indicar o volume de sólidos sedimentáveis dos esgotos que decantará em um determinado período.¹⁷

A amostra é introduzida vagarosamente em um cone Imhoff de 1000ml. Deixa-se a amostra em repouso por 1 hora. Após este período agita-se vagarosamente as paredes do cone com bastão de vidro para que os sólidos aderidos às paredes do cone também se sedimentem. Aguarda-se mais 15 minutos e faz-se a leitura direta do volume dos sólidos em ml/l.

5.5.5-pH

Como este aspecto físico depende, em parte, do teor de gases dissolvidos, a determinação do pH das amostras de efluentes são realizadas logo após a coleta, utilizando pH-metros digitais marca Minipa MPH-206, equipados com eletrodo duplo de vidro e previamente calibrados com soluções padrões.

5.5.6-Óleos e graxas

O princípio utilizado para a realização deste parâmetro é o método da Extração em SOXHLET.¹⁵

No funil de Büchner coloca-se um disco de musseline, filtra-se 1000mL da amostra, e em seguida recolhe-se com a ajuda de uma pinça o conteúdo contido no papel. Este é colocado no filtro MELITA e levado para a estufa a uma temperatura de 150°C (dentro do vidro de refluxo) por 20 minutos.

Após o tempo de espera, o balão é transferido para o dessecador por 30 minutos. O peso inicial (P_1) do balão é anotado. A gordura é extraída usando 250mL de n-hexano a uma velocidade de 80 ciclos/hora, durante 4 horas. Após o tempo estabelecido descarta-se o cartucho. O solvente é destilado a 69°C e o balão é levado a estufa por 30 minutos a 150°C e colocado no dessecador por mais 20 minutos. O balão é pesado novamente (P_2), e seu volume anotado, sendo que este parâmetro é determinado segundo a equação abaixo:

$$P_2 - P_1 \times 100 = \text{mg/L} \quad (20)$$

5.5.7- Sólidos Totais

Uma cápsula é aquecida a 100°C na mufla durante 1 hora, e em seguida seu peso é anotado (P_1). São transferidos para a cápsula 100 mL da amostra e evaporados até a secura em banho-maria. Posteriormente a cápsula contendo o resíduo é colocada na estufa a 105°C até a secagem completa (+/- 2 horas). Depois de frio anota-se o peso do dessecador (P_2) e calcula-se os sólidos totais conforme a equação abaixo:

$$(P_2 - P_1) \times 10.000 = \text{mg/L de sólidos totais} \quad (21)$$

5.5.8- Cloro Residual Livre e Total

Para a análise do cloro residual livre e cloro residual total é utilizado o método espectrofotométrico na região visível, espectrofotômetro Solar Instrumentação LDTA, SL-220-0, em um comprimento de onda de 520 nm.

Cloro residual livre: em uma cubeta contendo 0,5 mL de ortotolidina é adicionado 10 mL da amostra e 0,5 mL de arsenito de sódio. A leitura da absorbância é feita imediatamente anotando-se a concentração como (A).

Cloro residual total: em uma cubeta contendo 0,5 mL de ortotolidina é adicionado 10 mL da amostra. Aguarda-se 5 minutos e faz-se a leitura da absorbância anotando-se a concentração como (B).

Interferentes: em uma cubeta contendo 0,5 mL de arsenito de sódio é adicionado 10 mL da amostra e 0,5 mL de ortotolidina. A leitura da absorbância é feita imediatamente anotando-se a concentração como (B_1) e após 5 minutos (B_2).

Os cálculos para estes parâmetros são obtidos como segue as equações (22), (23).

$$\text{Cloro Residual Total} = (C) - (B_2) = T \quad (22)$$

$$\text{Cloro Residual Livre} = (A) - (B_2) = L \quad (23)$$

5.5.9- Ferro Solúvel

Em um erlenmeyer são adicionados 20 mL da amostra e 1 mL de ácido sulfúrico . a solução é colocada em aquecimento por 20 minutos e depois de resfriada seu volume é completado com água deionizada. Em seguida realiza-se a técnica do ferro total, já descrito na página ____

5.5.10- Nitrogênio Total

Em um balão Kjeldahl de 800 mL, adiciona-se 100 mL da amostra, 300 mL de água bidestilada e se necessário 25 mL de solução tampão de fosfato, para corrigir o pH.

Coloca-se a solução em ebulição para que toda amônia seja eliminada, isto se dará quando o volume as solução estiver reduzido à metade. Despreza-se o condensador e adiciona-se ao que ficou no balão 50 mL de solução ácida (ácido sulfúrico). Procede-se a digestão da mistura e a partir do momento em que a mesma torná-se límpida deixa-se em ebulição por 30 minutos. Deixa-se o resíduo esfriar e adiciona-se 300 mL de água bidestilada. Para elevar o pH adiciona-se hidróxido de sódio e 3 gotas de fenolftaleína como indicador.

Em um erlenmeyer adiciona-se 50 mL de ácido bórico, adaptando o terminal do condensador para fique mergulhado no ácido. Durante a destilação a temperatura da coluna não pode ultrapassar 29°C. recolhe-se cerca de 200 mL do destilado e titula-se com ácido sulfúrico. Uma prova em branco é feita seguindo a mesma metodologia.

Para a determinação do nitrogênio total é utilizada a equação abaixo:

$$\text{mg/L de nitrogênio total} = \frac{(A - B) \times 280}{C} \quad (24)$$

5.6-ANÁLISE MICROBIOLÓGICA PARA ÁGUA E EFLUENTE LÍQUIDO

A técnica usada para a realização desta análise é a da membrana filtrante, utilizada para detectar e enumerar microorganismos em amostras líquidas. Esta técnica pode ser utilizada para testar grandes volumes de amostras, e oferece resultados numéricos mais rapidamente do que a técnica dos tubos múltiplos.¹⁵

São retirados os meios de cultura apropriados da refrigeração para que os mesmos fiquem a temperatura ambiente.

O suporte e o funil são rinsados com álcool 70°, aguarda-se alguns instantes e o material é levado ao forno microondas, em potência máxima por 2 minutos. Em seguida é feita a esterelização em todo o sistema, utilizando bico de Bunsen. Fixa-se o funil com a trava de fixação do CAMF. É feita a homogeneização da amostra por inversão, aproximadamente 20 vezes sendo necessário flambar o gargalo da garrafa e resfriá-lo antes da realização da análise.

Com uma pinça, é colocada uma membrana estéril com poros microscópios que retém as bactérias (0,45 µm), com a parte reticulada para cima, entre a porção porosa do suporte e o funil de vidro.

Adiciona-se 100ml da amostra no funil e filtra-se a amostra através da membrana. Em seguida a membrana é removida e colocada sobre a superfície do respectivo Agar, previamente identificado, com cuidado para evitar que bolhas de ar ficassem aprisionadas sob a membrana.

Coloca-se a placa na estufa com a temperatura adequada para a análise a ser realizada.

Este é o procedimento padrão para qualquer análise bacteriológica para água e efluente líquido utilizando como técnica Membrana Filtrante.

Coliformes totais:

Estas bactérias se desenvolvem no meio ENDO contendo lactose a uma temperatura de 35°C, dentro de 24 horas. Os meios de cultura para este tipo de coliforme é LES Endo Agar ou M-Endo Agar, fornecedor Laborclin.

Coliformes fecais:

Os meios de cultura para este coliforme é M-FC médium, fornecedor Laborclin. Estes meios foram incubados a 44,5°C por 22 a 24 horas. Adiciona-se as placas de M-FC inoculadas em um saco plástico fechado (zip), e foram submersas em banho-maria a temperatura requerida.

Para a contagem das colônias, utiliza-se o contador de colônia, com um aumento de 10 a 15x. Esta contagem é realizada no próprio meio de cultura. Para os coliformes no meio ENDO as colônias típicas possuem coloração rosa a vermelho escuro com brilho metálico na superfície. Já os meios de cultura M-FC produzem colônias de várias tonalidades de azul.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1- Resultados das amostras das águas de poços

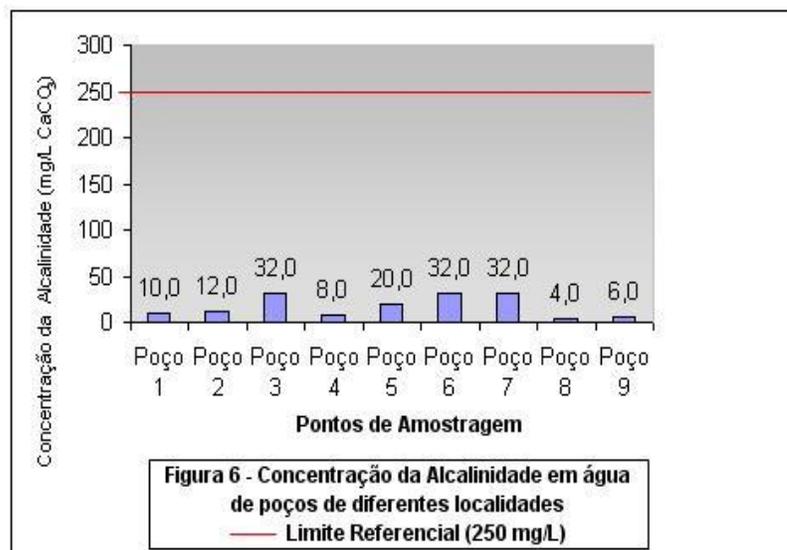
A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas. Para que a água seja considerada potável, estes parâmetros deverão estar de acordo com o CONAMA nº20, portaria 518/2004, que apresenta as normas e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano.

Os resultados obtidos através das análises físico-químicas e microbiológicas das amostras de água de poços estão descritos na tabela 4.

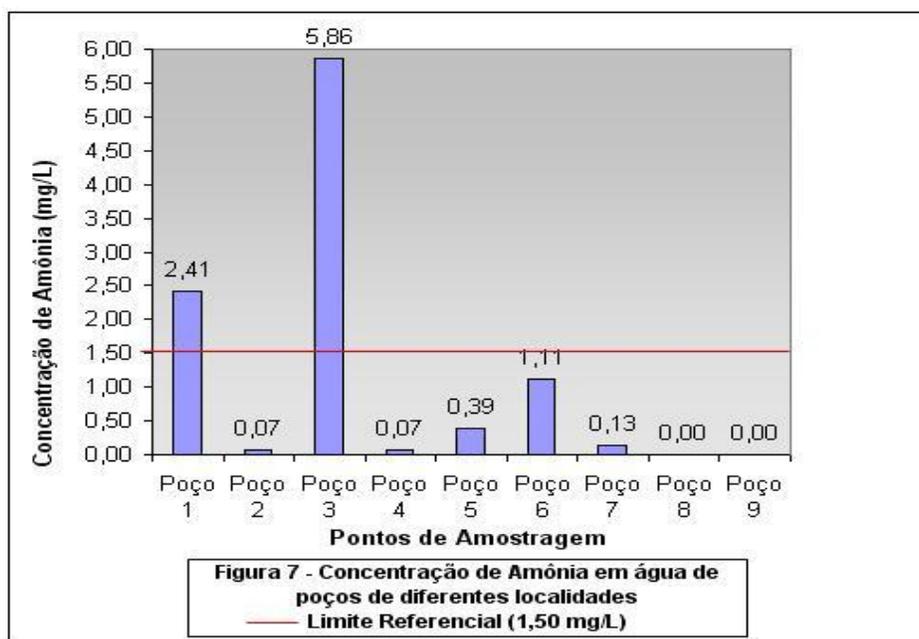
As amostras da água dos poços 1,2 e 4 foram coletadas na cidade de Florianópolis, nos bairros Estreito, Coqueiros e Itacorubi, respectivamente. As amostras 5,6, e 7 foram coletadas na cidade de Grão-Pará e as amostras 3,8 e 9 são das cidades de Biguaçu, Rancho Queimado e Santo Amaro da Imperatriz respectivamente.

A alcalinidade é resultante da presença de sais de ácidos fracos, carbonatos e bicarbonatos, hidróxidos e ocasionalmente, silicatos e fosfatos presentes na água.

Sobre a alcalinidade das amostras analisadas, foi observado a presença apenas da alcalinidade de bicarbonatos, uma vez que as formas de alcalinidade das águas é função de seu pH, e estes se encontram dentro da faixa de pH 4,4 – 8,3, conforme descrito na tabela 1. Os resultados obtidos e o limite referencial exigido pela legislação, estão descritos na figura 6.



Apenas nas amostras dos poços 1 e 3 foram detectados alta concentração de amônia (Figura 7). Esta característica das águas está relacionada com os dejetos recentes de matéria orgânica em decomposição e que pode alterar também a composição microbiológica da água, podendo ser observado na tabela 4, para a amostra 3.

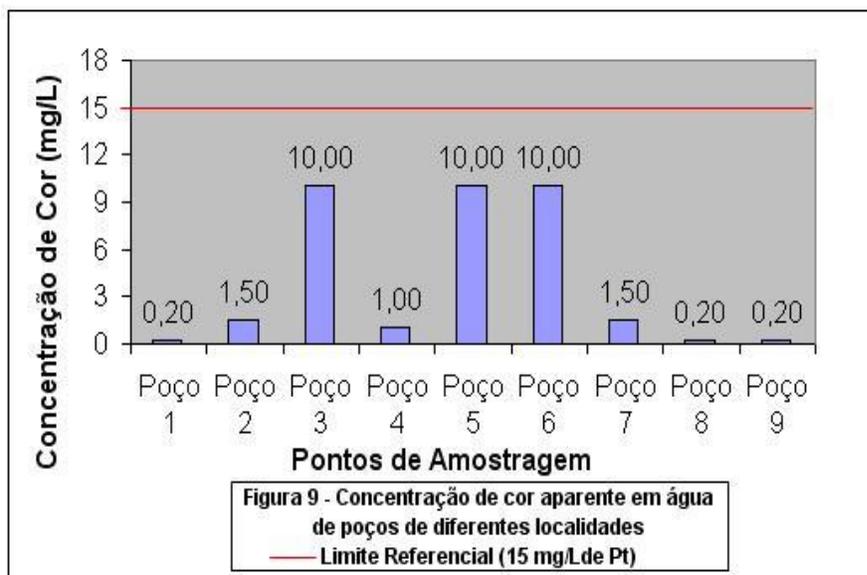
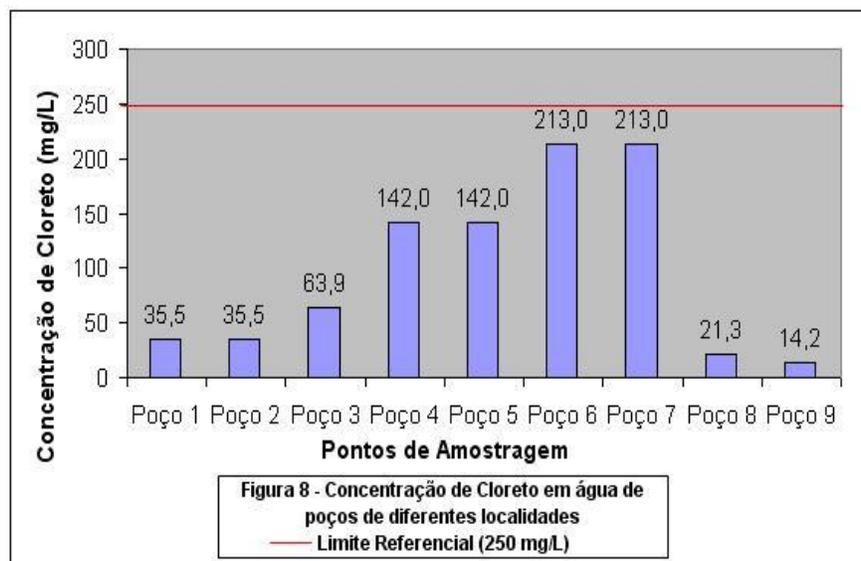


De um modo geral, a presença de cloretos na água tem origem na dissolução de minerais, mistura com água do mar em regiões litorâneas, introdução de águas domésticas e residuárias, entre outros. Embora as concentrações de cloretos encontradas nas amostras em estudo, estejam dentro dos limites referencias (figura 8), os poços 4, 5, 6, e 7 estão com sua concentração um pouco elevada, devido a um ou mais fatores mencionados acima. A amostra 4, por exemplo, é da cidade de Florianópolis e sua elevada concentração de cloretos pode estar relacionada com o fato de o poço estar localizado na ilha catarinense. Já as altas concentrações de cloreto nos poços 5, 6, e 7 da cidade de Grão-Pará, localizada cerca de 65 Km do litoral catarinense pode ter sua origem da dissolução de minerais, provenientes do solo e rochas.

Em geral as águas subterrâneas apresentam valores de cor inferior a 5 mg de platina. A cor da água interfere negativamente na medida da turbidez devido à sua propriedade de absorver luz. Em casos de água ricas em íons ferro, podem apresentar uma elevação na cor quando entram em contato com o oxigênio do ar. Observando a tabela 4, pode-se verificar que amostras com alta concentração de ferro e elevada turbidez possuem intensidade na sua cor. A turbidez e a alteração na cor de uma água são causadas por matérias sólidas em suspensão, inclusive matéria orgânica.

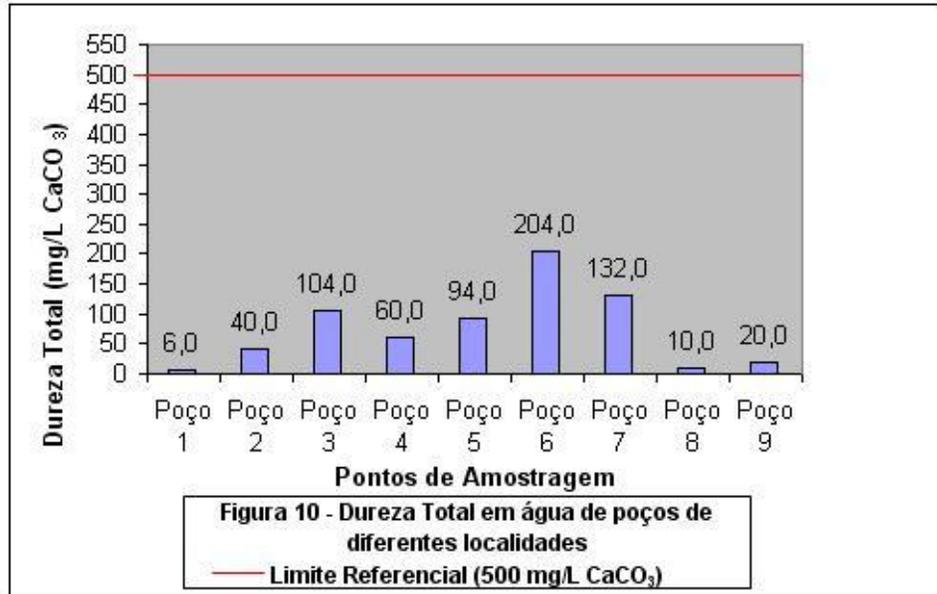
O poço 3, por exemplo, não apresenta turbidez, mas possui altas concentrações de amônia, ferro e magnésio, alterando assim a cor da água. Os poços 5 e 6 possuem elevada turbidez e altas concentrações de ferro e magnésio alterando também a cor destas águas.

As figuras 9 e 17 apresentam os resultados das análises obtidos para a cor e turbidez respectivamente.



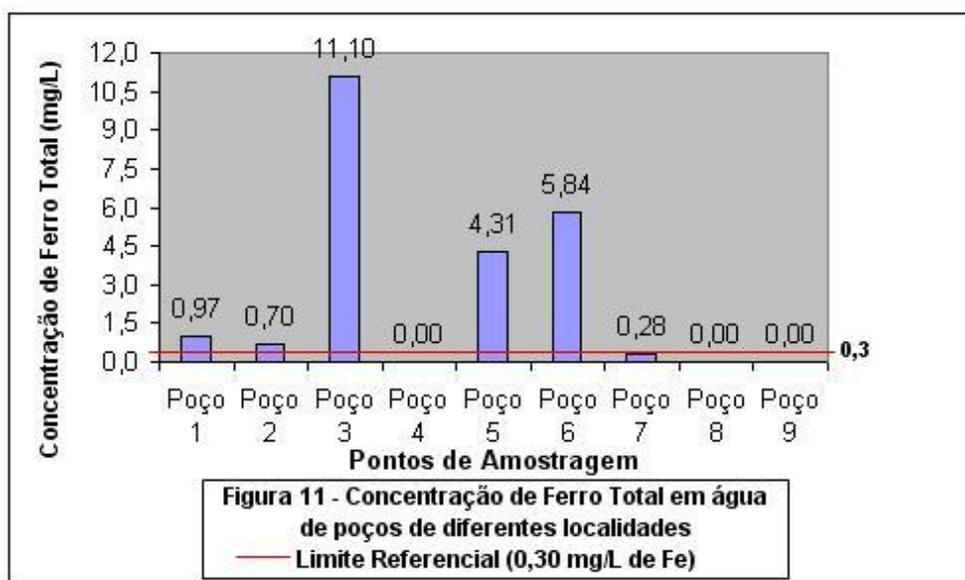
Certos metais podem ocasionar dureza na água, tais como, alumínio, ferro, manganês, estrôncio e zinco. Entretanto, os cátions presentes em maiores concentrações são o cálcio e magnésio.

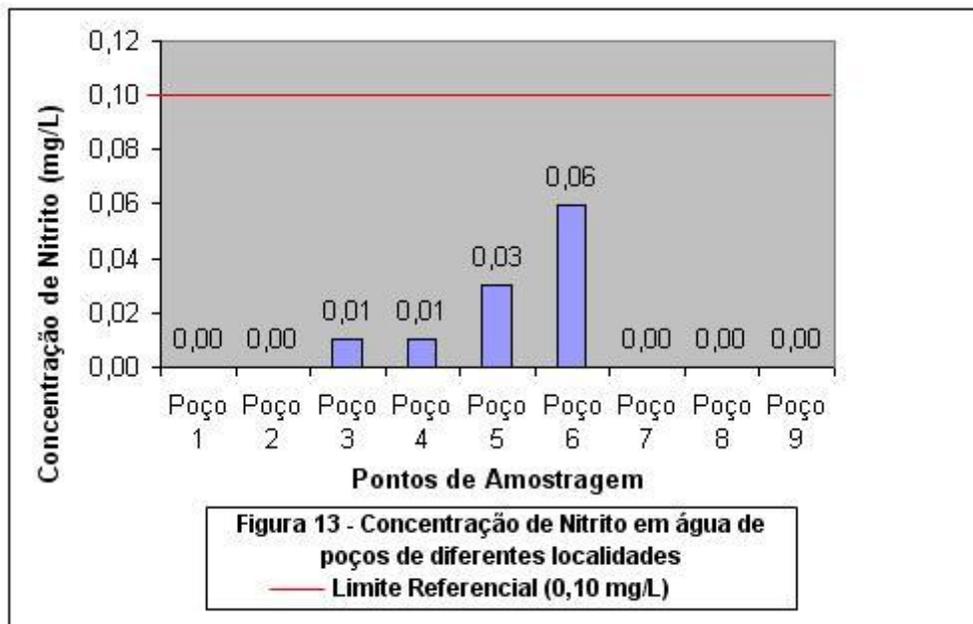
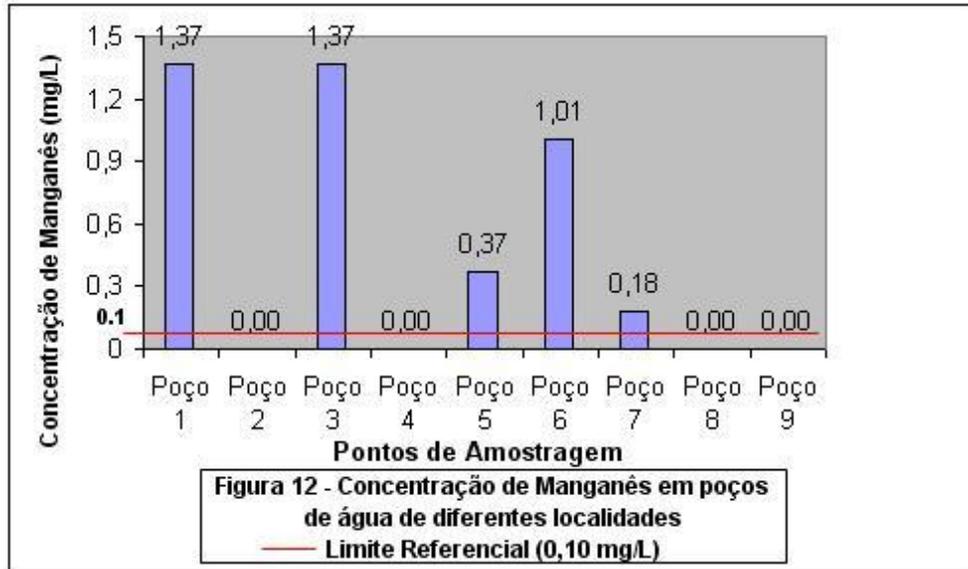
Geralmente em águas subterrâneas, encontra-se presente a dureza temporária ou dureza de bicarbonatos, que depende em grande parte do solo o qual procede. Pode-se observar que nas amostras das cidades de Grão-Pará e Biguaçu, ainda que mesmo dentro dos limites, suas concentrações estão ligeiramente altas (Figura 10). De acordo com a classificação (tabela 2), as amostras 3, 5 e 7 são águas de dureza moderada, ao passo que a amostra 6 pode ser considerada água dura. Segundo informações obtidas na Epagri da cidade de Grão-Pará, o solo desta região contém altos teores de cálcio e magnésio.



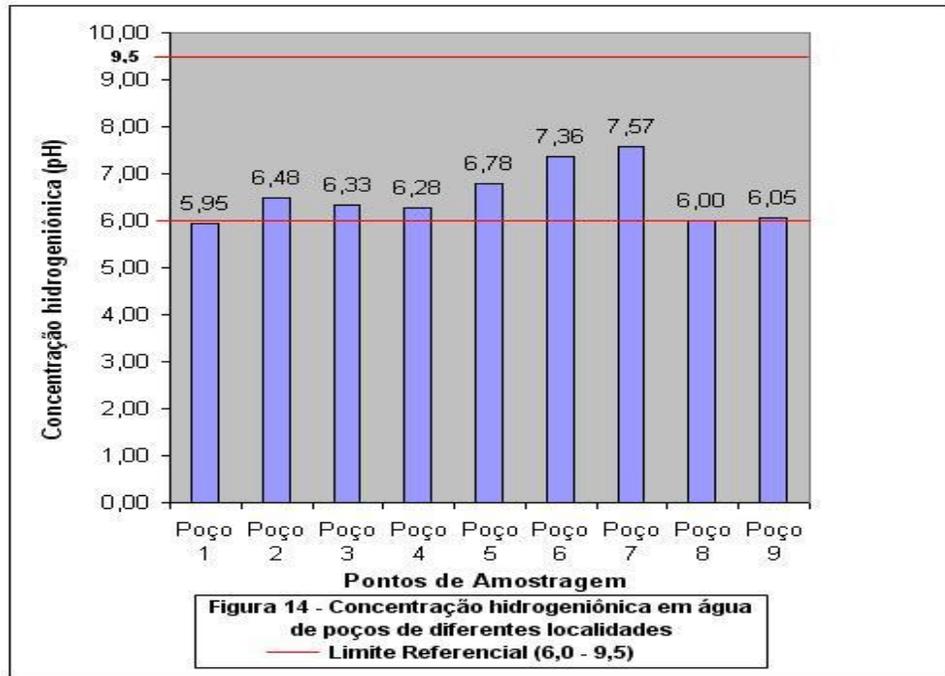
O ferro é um metal de elevada abundância na crosta terrestre, sua abundância na natureza acarreta uma poluição dos mananciais devido à lixiviação de solos e rochas cristalinas. É um elemento presente em quase todas as águas subterrâneas. Em relação ao ferro foi observado alta concentração na maioria das amostras analisadas (Figura 11). O ferro na maioria das vezes está associado ao manganês (Figura 12) devido afinidades geológicas.

Os nitritos geralmente estão ausentes nas águas subterrâneas, pois são rapidamente convertidas a nitrato pelas bactérias. As amostras analisadas estão com suas concentrações dentro dos limites exigidos pelo CONAMA (Figura 13).

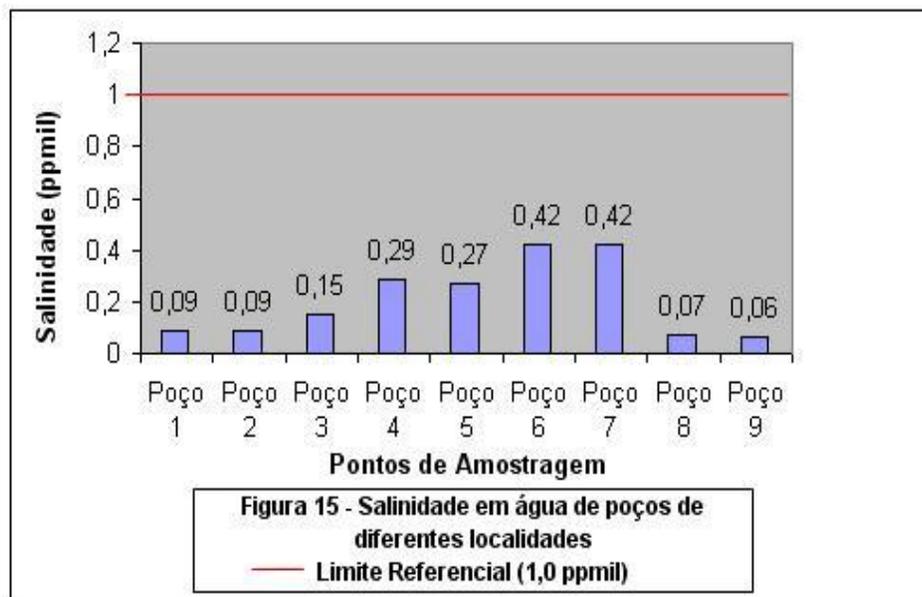




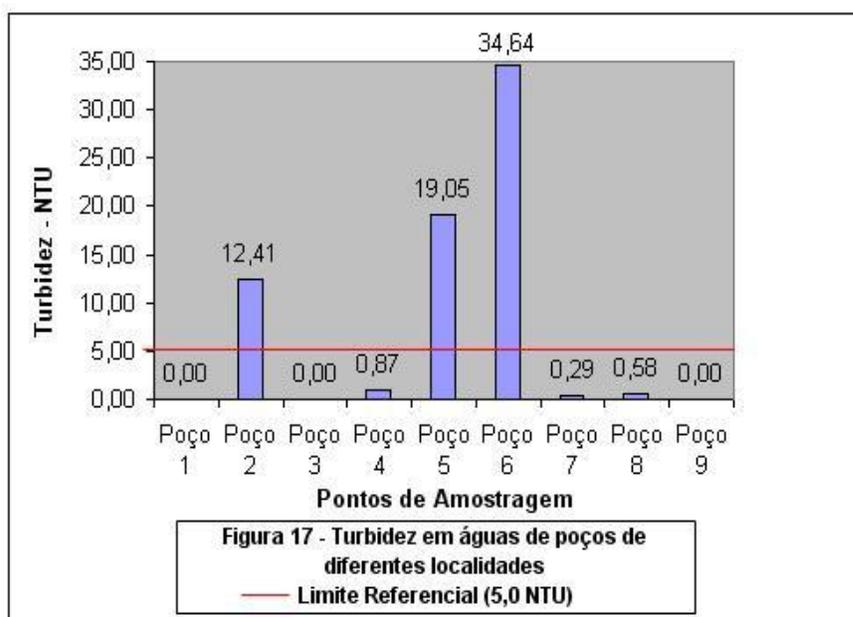
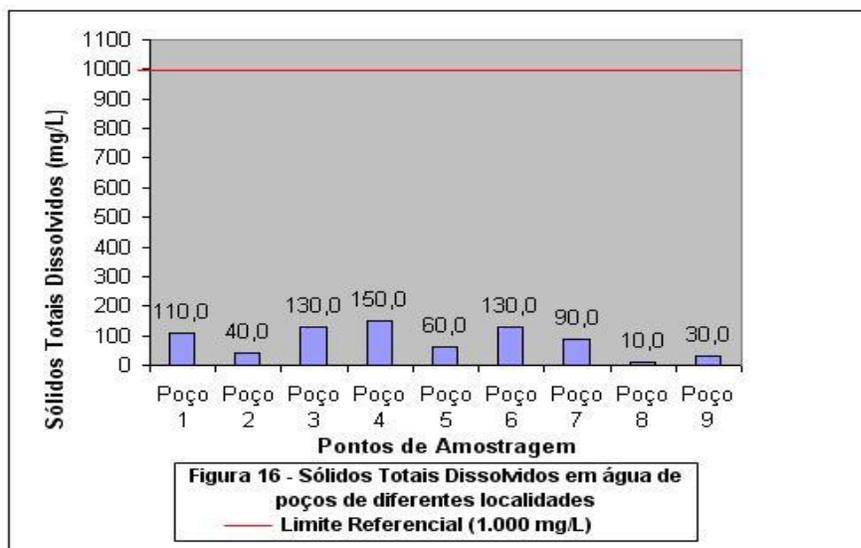
O pH das águas subterrâneas varia geralmente 5,5 – 8,5. Apenas o poço 1 apresentou pH um pouco abaixo do limite permitido (Figura 14), podendo estar relacionado com sua alta concentração de amônia uma vez que é muito influenciado pela quantidade de matéria orgânica em decomposição, sendo que quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH, pois para haver decomposição desse material muitos ácidos são produzidos. Também depende da característica do solo pela presença de Al^{3+} .



A concentração da salinidade das amostras em estudo, apresentaram-se dentro dos limites referencias (Figura 15).



De um modo geral as impurezas presentes na água, com exceção dos gases dissolvidos, têm sua origem nos sólidos incorporados ao seu meio. Na determinação dos sólidos totais dissolvidos, as amostras apresentaram suas concentrações dentro do permitido para o consumo humano (Figura 16)



No que diz respeito a contaminação microbiológica por coliformes fecal e total, apenas a amostra do poço 3 (tabela 4), apresentou contaminação por coliforme total (constituído por vários gêneros de bactérias pertencentes a família Enterobacteriaceae), notando também que a concentração de amônia para esta amostra está bem acima do permitido o que pode ter influenciado neste resultado.

Estão dentro dos padrões de potabilidade para o consumo humano as amostras coletadas nos poços 4, 8, e 9. Os demais poços terão que fazer os devidos tratamentos em sua água para torná-la potável.

Para as águas dos poços 5, 6, e 7 da cidade de Grão-Pará, as análises microbiológicas não foram realizadas devido à dificuldades relacionadas com distância, frascos para a coleta, transporte, entre outros.

Tabela 4. Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas das amostras de água de poços de diferentes cidades da região sul de Santa Catarina

RESULTADOS											
<i>Parâmetros analisados</i>	<i>Unidade</i>	<i>Limites Referenciais</i>	<i>Poço 1</i>	<i>Poço 2</i>	<i>Poço 3</i>	<i>Poço 4</i>	<i>Poço 5</i>	<i>Poço 6</i>	<i>Poço 7</i>	<i>Poço 8</i>	<i>Poço 9</i>
Alcalinidade total	mg/L CaCO ₃	até 250	10,00	12,00	32,00	8,00	20,00	32,00	32,00	4,00	6,00
Amônia	mg/L NH ₃	até 1,50	2,41*	0,07	5,86*	0,07	0,39	1,11	0,13	ND=0,00	ND=0,00
Cloretos	mg/L Cl	até 250	35,50	35,50	63,90	142,00	142,00	213,00	213,00	21,30	14,20
Cor aparente	mg/L Pt	até 15,0	0,20	1,50	10,00	1,00	10,00	10,00	1,50	0,20	0,20
Dureza total	mg/L CaCO ₃	até 500	6,00	40,00	104,00	60,00	94,00	204,00	132,00	10,00	20,00
Ferro total	mg/L Fe	até 0,30	0,97*	0,70*	11,10*	< 0,05	4,31*	5,84*	0,28	< 0,05	< 0,05
Manganês (periodato)	mg/L Mn	até 0,10	1,37*	< 0,01	1,37*	< 0,01	0,37*	1,01*	0,18*	< 0,01	< 0,01
Nitrito	mg/L N-NO ₂	até 0,10	ND=0,00	ND=0,00	0,01	0,01	0,03	0,06	ND=0,00	ND=0,00	ND=0,00
pH		de 6,0 a 9,5	5,95*	6,48	6,33	6,28	6,78	7,36	7,57	6,00	6,05
Salinidade	ppmil	até 1,0	0,09	0,09	0,15	0,29	0,27	0,42	0,42	0,07	0,06
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	até 1.000	110,00	40,00	130,00	150,00	60,00	130,00	90,00	10,00	30,00
Turbidez	NTU	até 5,0	0,00	12,41*	0,00	0,87	19,05*	34,64*	0,29	0,58	0,00
Coliforme fecal	UFC/100 mL	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência	**	**	**	ausência	ausência
Coliforme total	UFC/100 mL	ausência	ausência	ausência	323*	ausência	**	**	**	ausência	ausência

* : concentração acima dos limites referenciais

** : análise não realizada.

ND = não detectado

6.2- Resultados das amostras de efluentes líquidos

O grau de eficiência do tratamento é sempre em função do corpo receptor e das características de uso da água a jusante do ponto de lançamento.

6.2.1- Empresa 1.

Esta empresa está localizada na cidade de Biguaçu – SC. Possui um riacho passando por dentro de seus limites territoriais. Foram coletadas amostras de água deste riacho antes e depois do tratamento do efluente líquido para verificar a eficiência do mesmo. Os resultados obtidos estão descritos na tabela 5.

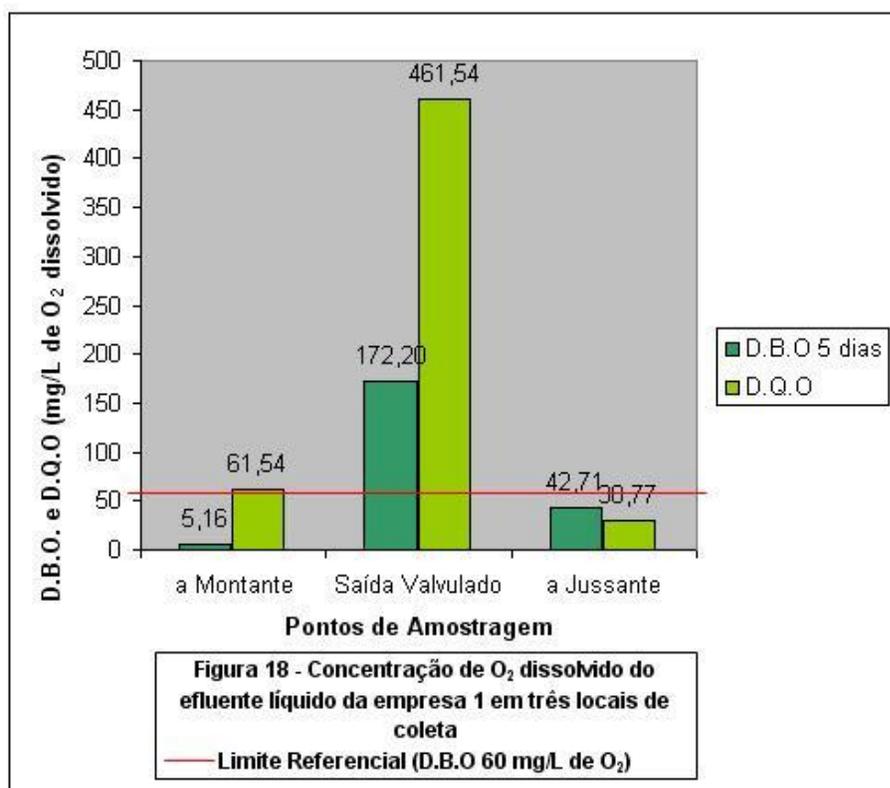
Para a D.B.O e D.Q.O houve eficiência no tratamento (Figura 18), uma vez que as concentrações destes parâmetros diminuiram ficando de acordo com o limite permitido.

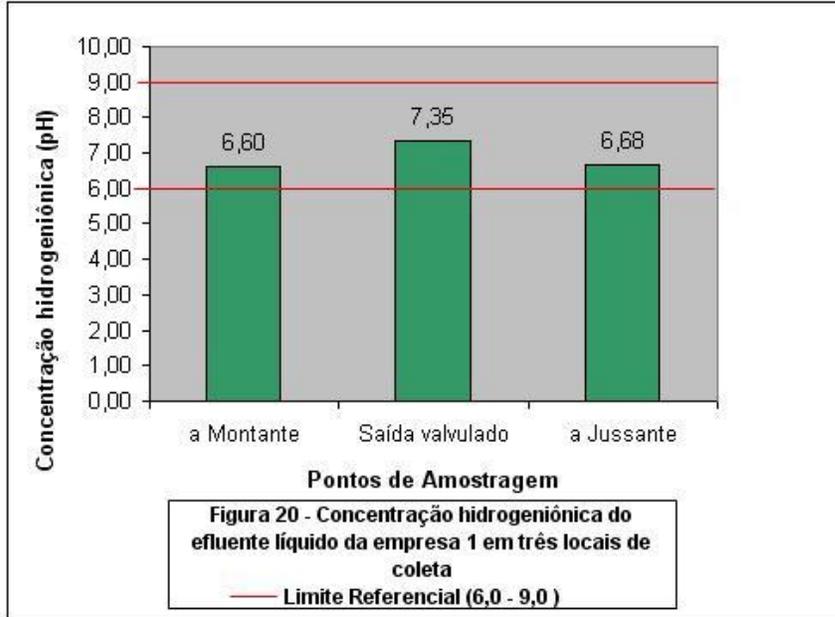
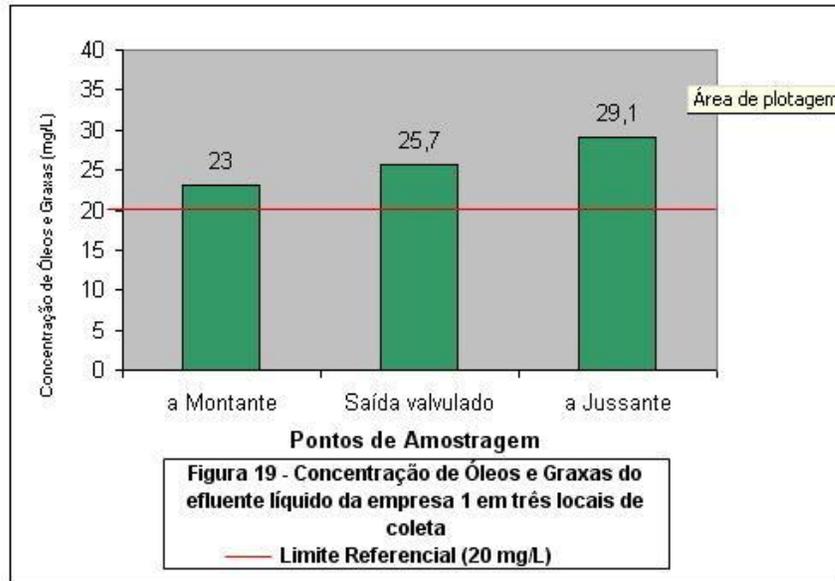
Em relação aos óleos e graxas não houve eficiência no tratamento como pode-se observar na figura 19.

Quando se determina óleos e graxas em uma amostra, o resultado encontrado não é especificamente o resultado da gordura, mas também de todas as substâncias com características físico-químicas semelhantes, solúveis no solvente usado.

O problema causado pelas películas de óleos e graxas nas superfícies das águas, está relacionado com a dificuldade de oxigenação da mesma.

Observando o pH na figura 20, verifica-se a eficiência do tratamento para este parâmetro.





A empresa em questão requereu sua análise junto a JR Hidroquímica para fins de controle de qualidade. Observando os resultados obtidos (tabela 5), verificou-se que falta eficiência no tratamento em relação aos níveis de concentração de coliformes total e fecal e as concentrações de óleos e graxas, pois estas concentrações estão fora do limite máximo permitido.

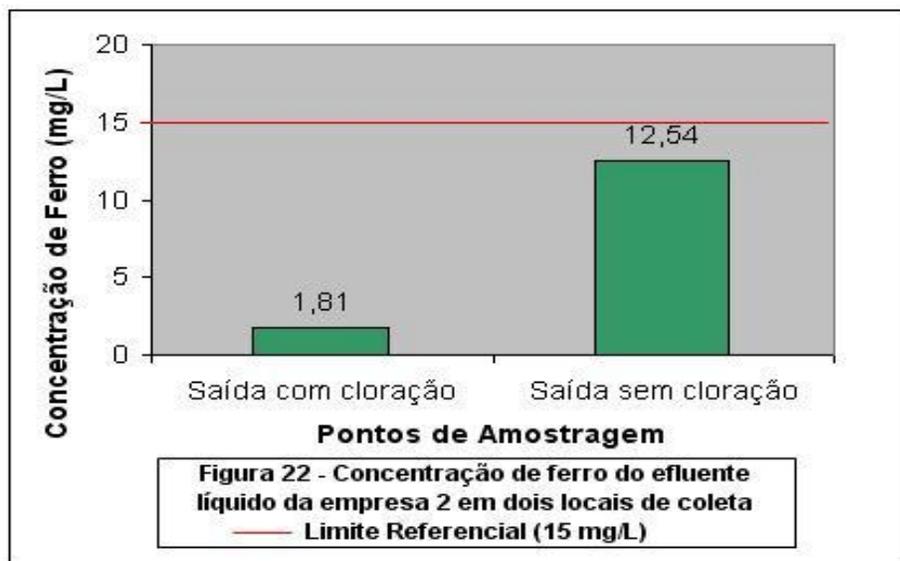
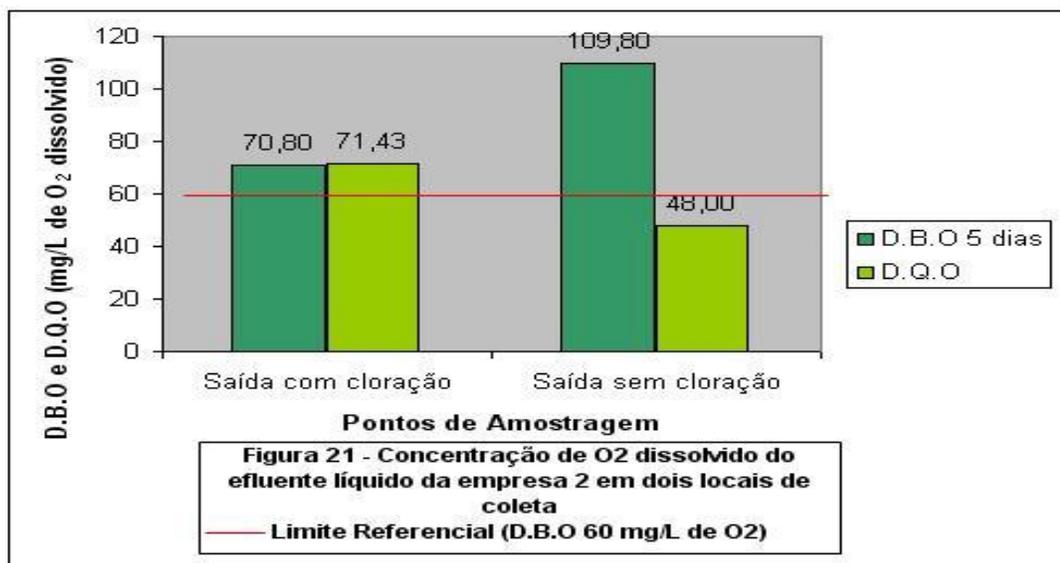
6.2.2- Empresa 2:

A empresa 2, localizada na cidade de Florianópolis – SC, teve amostras de efluente líquido coletados no final do tratamento sem cloração e no final do tratamento com cloração antes da saída final do efluente.

Como mostra a tabela 6 o tratamento de efluente desta empresa não mostrou eficácia para muitos dos parâmetros analisados. Apesar de muitas concentrações terem seus valores reduzidos ainda se apresentam fora dos padrões exigidos pela legislação.

A DBO retrata a quantidade de oxigênio requerido para estabilizar, através de processos bioquímicos, a matéria orgânica. O valor da DQO não é estabelecido na legislação, mas este parâmetro é usado para indicar o consumo de oxigênio ocorrido durante a oxidação química da matéria orgânica. Observando a figura 21, verificou-se que as concentrações da DQO são mais altas que a DBO, isto porque a DQO engloba não somente a demanda de oxigênio satisfeita biologicamente, mas tudo que é susceptível de demandas de oxigênio, em particular os sais minerais oxidáveis.

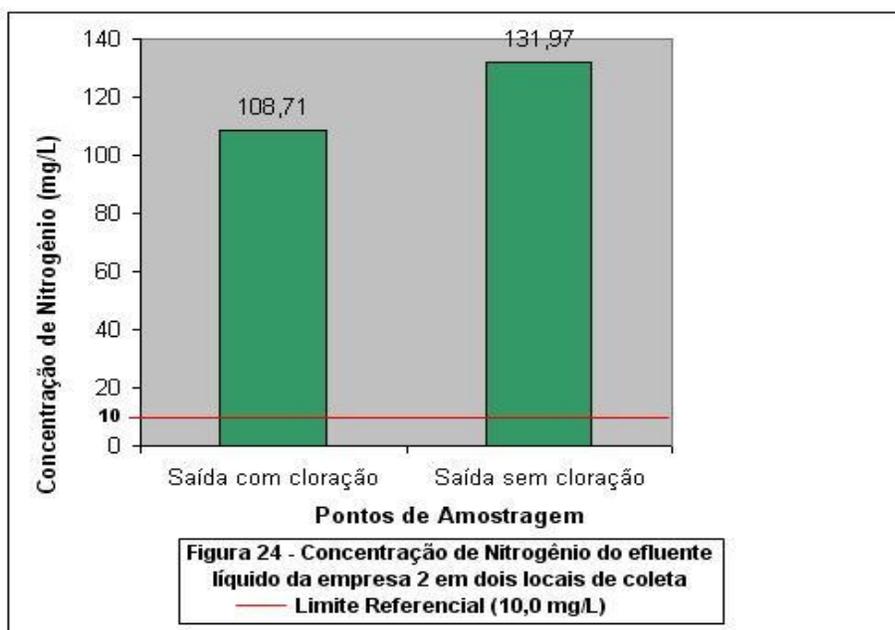
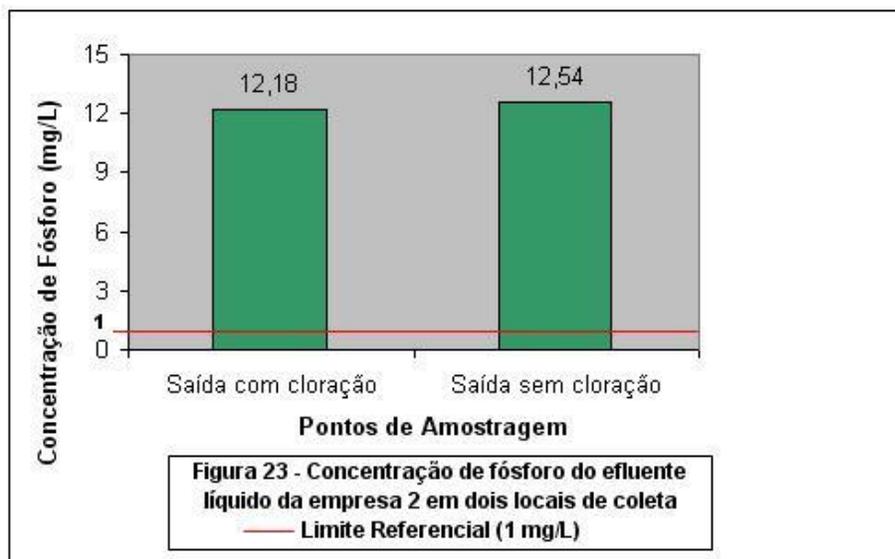
As concentrações de ferro permaneceram dentro dos limites, conforme a figura 22.



Os efluentes líquidos provenientes de indústrias são freqüentemente analisados para determinar a quantidade de fósforo e nitrogênio (Figuras 23 e 24), a fim de assegurar que

haja quantidade suficiente destes elementos que possa suprir a necessidade de nutrientes necessários ao tratamento biológico.

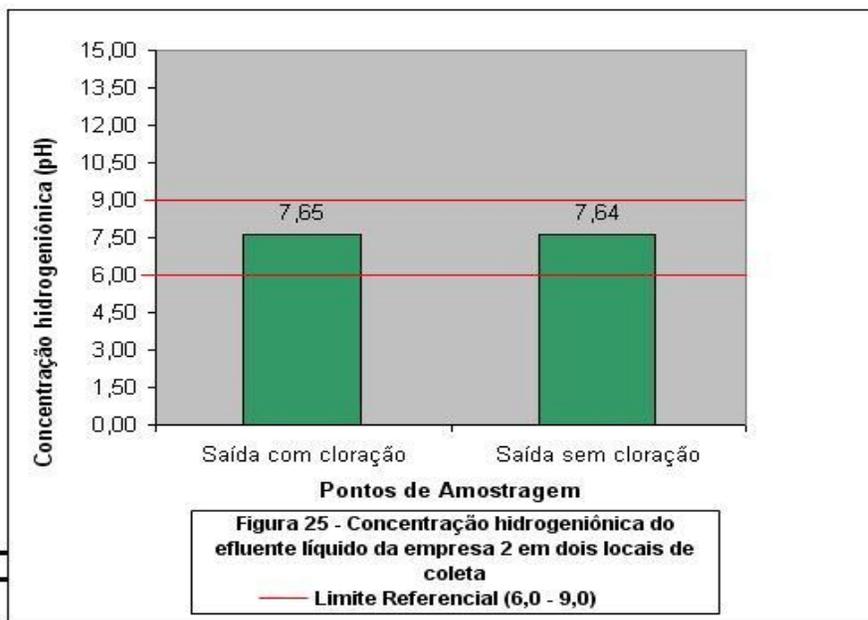
A descarga de nutrientes em cursos de água superficiais causa o aumento de algas e conseqüentemente a diminuição dos níveis de oxigênio no corpo receptor, decorrente do processo de eutrofização. Notou-se que as concentrações de fósforo e nitrogênio total permaneceram ainda muito acima do limite estabelecido pela legislação.



O principal objetivo da desinfecção dos efluentes é destruir os elementos patogênicos, tornando a água receptora segura para uso posterior. As altas concentrações de

coliforme fecal e total indicam contaminação microbiológica, como pode ser observado na tabela 6.

O pH das amostras analisadas permaneceram dentro dos limites referenciais, conforme figura 25.



O controle ambiental verifica se o efluente líquido final de uma indústria, independente de sua atividade, é lançado nos mananciais ou redes pluviais com suas concentrações físico-químicas e microbiológicas dentro dos valores máximos permitidos pela legislação.

De acordo com o CONAMA, o efluente líquido analisado da empresa 2, no que diz respeito ao sistema de tratamento, encontra-se em não conformidade com os padrões exigidos para emissão direta em mananciais ou rede pluvial.

Tabela 5. Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas das amostras de efluente líquido industrial coletadas na empresa 1, em Biguaçu - SC.

RESULTADOS					
<i>Parâmetros analisados</i>	<i>Unidade</i>	<i>Limites Referenciais*</i>	<i>Água riacho (a Montante)</i>	<i>Água riacho (a jusante)</i>	<i>Efluente (saída valvulado)</i>
D.B.O 5 dias	mg/L O ₂	até 60,00 mg/L O ₂	5,16	42,71	172,20
D.Q.O	mg/L O ₂		61,54	30,77	461,54
Óleos e Graxas	mg/L	até 20,0	23,00	25,70	29,10
pH (efluente)		6,0 a 9,0	6,60	6,68	7,35
Coliforme fecal	UFC/100 mL	até 1.000	4.000	9,0 x 10 ³	5,0 x 10 ⁴
Coliforme total	UFC/100 mL	até 5.000	1,6 x 10 ⁵	1,7 x 10 ⁵	6,8 x 10 ⁵

* Limite Referencial do efluente líquido industrial

Tabela 6. Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas das amostras de efluente líquido industrial coletadas na empresa 2 em Florianópolis - SC.

RESULTADOS					
<i>Parâmetros analisados</i>	<i>Unidade</i>	<i>Limites Referenciais</i>	<i>Efluente saída com cloração</i>	<i>Efluente saída sem cloração</i>	
D.B.O 5 dias	mg/L O ₂	até 60,00 mg/L O ₂	70,80	109,80	
D.Q.O	mg/L O ₂		71,43	48,00	
Cloro Residual Livre	mg/L		ND = 0,00	ND = 0,00	
Cloro Residual Total	mg/L Cl		ND = 0,00	ND = 0,00	
Ferro Solúvel	mg/L Fe	até 15,0	1,81	1,95	
Fosfato Total	mg/L P	até 1,0	12,18	12,54	
Nitrogênio Total	mg/L N	até 10,0	108,71	131,97	
Sólidos Sedimentáveis	mg/L	até 1,0	0,05	0,30	
pH (efluente)		6,0 a 9,0	7,65	7,64	
Sólidos Totais	mg/L		560,00	470,00	
Coliforme fecal	UFC/100 mL	até 1.000	8,0 x 10 ⁴	6,0 x 10 ⁴	
Coliforme total	UFC/100 mL	até 5.000	6,2 x 10 ⁵	5,6 x 10 ⁵	

CONCLUSÃO

As características físicas e químicas das águas subterrâneas refletem os meios por onde percolam, guardando estreita relação com os tipos de rochas drenados e com os produtos das atividades humanas adquiridas ao longo de seu trajeto.

Tendo em vista os resultados obtidos com as análises físico químicas e microbiológicas das águas de poços das diferentes cidades do sul de Santa Catarina, conclui-se que encontram-se dentro dos padrões de potabilidade exigidos pelo COMANA nº 20, portaria 518/2004, apenas as águas dos poços 4,8,e 9. Os demais poços possuem alterações em sua água.

Podemos relacionar às altas concentrações de ferro e manganês presentes em 5 das 9 amostras analisadas devido o contato direto dessas águas aos materiais presentes no solo e nas rochas.

O sistema de coletas e tratamento de efluentes é um dos pressupostos básicos para um ambiente saudável. Garante a qualidade de vida e preservação do meio ambiente. A utilização adequada do sistema proporciona o restabelecimento da pureza das águas que, na sua falta, pode ocasionar vários danos ao meio ambiente, à saúde e a qualidade de vida.

Os efluentes líquidos variam em função de suas características específicas, e também dos processos produtivos aplicados. Os parâmetros a serem investigados são os mais variados e normalmente específicos para cada tipo de indústria; a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, estabelece o valor máximo permitido para cada parâmetro analisado.

Assim, conclui-se que o efluente da empresa 1, não foi devidamente tratado, pois as concentrações de óleos e graxas e coliformes fecal e total permaneceram acima dos limites exigidos por lei.

A empresa 2 também não mostrou eficácia no tratamento do seu efluente líquido, pois dos parâmetros analisados em sua maioria as concentrações permaneceram bastante elevadas, fora dos limites permitidos. De acordo com o CONAMA, o efluente líquido analisado do sistema de tratamento, encontra-se não conformidade com os padrões de emissão direta em mananciais ou rede pluvial.

A água é o constituinte mais característico da Terra. Ingrediente essencial da vida, talvez o recurso mais precioso que o nosso planeta fornece a humanidade. Embora se observe pelos países mundo afora tanta negligência e tanta falta de visão com relação a este recurso, é de se esperar que os humanos tenham pela água grande respeito, que procurem manter seus reservatórios naturais, preservar sua pureza. De fato, o futuro da espécie humana e de outras espécies pode ficar comprometido a menos que haja uma melhora significativa na administração de nossos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- NETO, J.M. e A, et al. **Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água**, v 1, 2ed., São Paulo: CETESB/ACETESB, 1987.
- 2- CETESB, **Operação e Manutenção de ETA**, v 1 e 2, São Paulo: Tilibra, 1973.
- 3- GORE, Albert. **A Terra em Balanço**, 1 ed., São Paulo: Editora Brasileira, 1993.
- 4- www.aguaesp.com.br, acesso em 17 set. 2005
- 5- BOTELHO, CLÁUDIO GOUVÊA., **Recursos Naturais Renováveis e Impacto Ambiental: Água**. 1º ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.
- 6 - VON SPERLING, M., **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2º ed. Belo Horizonte:DESA-UFMG, 1996.
- 7 - www.conama.gov.br, acesso em 27 jul. 2005
- 8- MACÊDO, JORGE ANTÔNIO BARROS DE., **Águas & Águas**. São Paulo: Livraria Varela, 2001.
- 9 - ANDRADE, N.J., MACÊDO, J.A.B., **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo:Varela, 1996.
- 10 - FREITAS, DJAN PORRUA., **Projeto Útil**. Florianópolis: FETESC, 2000.
- 11 - BACCAN, NIVALDO., ANDRADE, J.C., **Química Analítica Quantitativa Elementar**.3ºed. São Paulo: Edgard Blücher. 2004.
- 12- www.meioambiente.pro.br , acesso em 18 set. 2005.
- 13- VOGEL, **Análise Química Quantitativa**. 5ºed. Rio de Janeiro:Editora Guanabara Koogan, 1992.
- 14- CETESB; **Análises Físico-Químicas para Controle das Estações de Tratamento de Esgotos**, Engenheiro Manuel Osvaldo Senra Álvares da Silva, 1997.
- 15- www.mundodoquímico.hpg.br, acesso em 17 set. 2005.
- 16- www.prociencias.com.br, acesso em 18 set. 2005.
- 17- www.quimioambiental.com.br, acesso em 18 set. 2005.
- 18- **Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater** da AWWA e APHA 18th ed. 1992