



UFSM

Dissertação de Mestrado

**USO DO TANINO NO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA  
COMO MELHORIA EM SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL.**

---

Viviane Fiorentini

PPGEP

Santa Maria, RS, Brasil

2005

**USO DO TANINO NO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA  
COMO MELHORIA EM SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL.**

---

por

Viviane Fiorentini

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia de Produção.**

PPGEP

Santa Maria, RS, Brasil

2005

Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**USO DO TANINO NO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO  
MELHORIA EM SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL.**

elaborada por  
Viviane Fiorentini

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
Mestre em Engenharia de Produção

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Dr. Djalma Dias da Silveira**  
(Presidente/Orientador)

---

**Dr. Enio Leandro Machado**

---

**Dr. Nelcindo Nascimento Terra**

Santa Maria, 9 junho de 2005.

“Chegaram a Mara, mas não podiam beber as águas de Mara porque eram amargas; por isto pôs aquele lugar um nome conveniente chamando-o Mara, isto é, amargura. O povo murmurou contra Moises, dizendo: Que havemos de beber? Ele, porem, clamou ao Senhor, o qual lhe mostrou uma madeira; e, tendo-a lançado nas águas, elas se tornaram-se doces”.

Êxodo 15:23-25

“Hoje, 3.400 anos depois, lançamos na água polímeros naturais, retirados da madeira (diversas espécies vegetais) para a sua clarificação, e chamamos a isto “técnicas modernas”!”

(Carlos A. Richter)

## **Agradecimentos**

**À Universidade Federal de Santa Maria, pelas oportunidades oferecidas.**

**Ao professor Djalma Dias da Silveira, pela amizade, acompanhamento e orientação neste trabalho, tarefa de dedicação à conclusão desta dissertação.**

**Ao Frigorífico, pelo apoio e flexibilidade, sem o que, não seria possível realizar este trabalho.**

**A Tanac, pela valiosa contribuição de produtos e orientações.**

**A todos que se uniram para apoiar e impulsionar sua realização, não sendo o único vencedor, e sim todos aqueles que, juntos, ajudaram para este objetivo ser atingido.**

**Aos meus pais que incansavelmente me auxiliaram nesta jornada, aos meus irmãos Igor e Georgia pela infinita compreensão de minha ausência, ao Lazaro e a minha filha Giulia Catarina, pela compreensão, apoio, amor, carinho e tolerância, pelos momentos não compartilhados, devido à sobrecarga de trabalho, viagens a cursos, congressos, visitas técnicas em empresas.**

## SUMÁRIO

<b>Agradecimentos.....</b>	<b>iv</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>viii</b>
<b>Lista de Tabelas.....</b>	<b>x</b>
<b>Lista de Anexos.....</b>	<b>xi</b>
<b>Lista de siglas, abreviaturas e símbolos.....</b>	<b>xii</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>xiii</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 – Importância do Estudo.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 – Objetivos.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPITULO II – REVISAO BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 - Origem do Tratamento de Água.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 - Finalidades do Tratamento de Água.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 - Importância da Água.....</b>	<b>8</b>
<b>2.4 - O Ciclo Hidrológico.....</b>	<b>10</b>
<b>2.5 - Características da Água.....</b>	<b>14</b>
2.5.1 - Principais Características.....	15
2.5.2 - Principais Características Físicas da Água.....	16
2.5.2.1. Condutividade Elétrica.....	16
2.5.2.2. Cor.....	17
2.5.2.3. Odor e Sabor.....	17
2.5.2.4. pH.....	18
2.5.2.5. Temperatura.....	18
2.5.2.6. Turbidez.....	18
2.5.3 – Características Químicas da Água.....	19
2.5.3.1. Acidez.....	19
2.5.3.2. Alcalinidade.....	20

2.5.3.3. Cloretos.....	20
2.5.3.4. Dureza.....	21
2.5.3.5. Sólidos.....	22
2.5.4 – Elementos Químicos Especiais.....	23
2.5.4.1. Cobre.....	23
2.5.4.2. Ferro.....	24
2.5.4.3. Manganês.....	25
2.5.4.4. Sódio.....	25
2.5.4.5. Flúor.....	26
2.5.4.6. Nitratos.....	26
2.5.4.7. Fósforos.....	27
2.5.4.8. Sulfatos .....	28
2.5.5 – Gases Dissolvidos Mais Comuns.....	28
2.5.5.1. Oxigênio livre .....	28
2.5.5.2. Dióxido de carbono.....	29
2.5.5.3. Gás sulfídrico.....	29
<b>2.6 – Qualidade Natural e Potabilidade da Água.....</b>	<b>29</b>
<b>2.7 – Tratamento de Água.....</b>	<b>31</b>
2.7.1 – Clarificação.....	33
2.7.2 – Neutralização.....	34
2.7.3 – Desinfecção.....	35
<b>2.8 – Agentes Coagulantes e Floculantes.....</b>	<b>35</b>
2.8.1 – Taninos.....	35
2.8.1.1. Substâncias Tanantes Extraídas de Vegetais.....	36
2.8.1.2. Classificação dos Taninos.....	40
2.8.1.3. Avaliação de Toxidez.....	41
2.8.1.4. Relação Entre Taninos e os Metais.....	41
2.8.1.5. Método de Extração de Tanino nas Industrias.....	42
2.8.1.6. Tanino Vegetal Utilizado na Pesquisa.....	43

2.8.2. Sulfato de alumínio.....	44
2.8.3. Coagulantes Químicos Mais Utilizados.....	45
2.8.4. Coagulação e Floculação.....	45
<b>2.9 - O Meio Ambiente e o Gerenciamento da Águas.....</b>	<b>47</b>
2.9.1 - Reúso de Águas.....	50
<b>CAPÍTULO III – METODOLOGIA.....</b>	<b>52</b>
3.1 - Equipamentos e Materiais Necessários.....	53
3.2 - Procedimento dos Ensaio.....	54
<b>CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>57</b>
4.1 – Caracterização da Água Tratada.....	57
4.2 – Fluxograma de Geração de Efluentes do Frigorífico .....	59
4.3 – Apresentação dos dados.....	60
4.4 – Resultados Analíticos da Água Tratada com Tanfloc SG...	71
4.5 – Avaliação da Viabilidade Econômica.....	73
<b>CAPÍTULO V – CONCLUSÃO E SUGESTÕES.....</b>	<b>75</b>
5.1 – Sugestões para novos trabalhos.....	76
<b>CAPÍTULO VI – BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>83</b>



**LISTA DE FIGURAS**

<b>FIGURA 1 – Representa esquematicamente o ciclo hidrológico com seus principais componentes.....</b>	<b>12</b>
<b>FIGURA 2 – Representação em diagrama a relação da dosagem de coagulante aplicado e a turbidez da água tratada, dia 16/03/05 às 14:00 hs, no laboratório da Tanac em Montenegro.....</b>	<b>63</b>
<b>FIGURA 3 – Representação da cor da água no início do ensaio e a formação dos flocos do ensaio realizado, dia 16/03/05 às 14:00 hs, no laboratório da Tanac em Montenegro.....</b>	<b>64</b>
<b>FIGURA 4 – Representação do tempo de detenção, tamanho, resistência dos flocos e cor da água tratada no final do ensaio, realizado dia 16/03/05 às 14:00 hs, no laboratório da Tanac em Montenegro. ....</b>	<b>65</b>
<b>FIGURA 5 - O diagrama representa a dosagem aplicada versus à eficiência em NTU da água tratada, resultados dos ensaios realizados no dia 16/03/05 às 15:00 hs.....</b>	<b>67</b>
<b>FIGURA 6 – Demonstração da reação entre a água bruta com pH de 7,09 e o agente floculante a base de tanino, ensaio realizado dia 16/03/05 às 15:00 hs, no laboratório da Tanac em Montenegro. ....</b>	<b>68</b>

- FIGURA 7 – Representação do tamanho, da cor e do diâmetro dos flocos formados, do ensaio realizado dia 16/03/05 às 15:00 hs, no laboratório da Tanac em Montenegro com produto a base de tanino..... 69**
- FIGURA 8 – Apresentação da aparência da água tratada no final do ensaio, realizado dia 16/03/05 às 15:00 hs, no laboratório da Tanac em Montenegro..... 69**
- FIGURA 9 - Ensaio de floculação mostrando a ação do tanino na formação dos flocos em concentrações reduzidas, de 30 ppm e 40 ppm, realizado dia 16/03/05 às 16:00 hs, no laboratório da Tanac em Montenegro..... 70**

**LISTA DE TABELAS**

<b>TABELA 1 – Principais agentes biológicos capazes de produzir doenças de veiculação hídrica.....</b>	<b>7</b>
<b>TABELA 2 - Análises em amostra de água da indústria pesquisada tratada com sulfato de alumínio.....</b>	<b>60</b>
<b>TABELA 3 - Testes de floculação usando tanino com agitação manual da água bruta com pH inicial de 9,8 e com correção do pH.....</b>	<b>61</b>
<b>TABELA 4 - Testes em jar-test com tanino como agente floculante da água bruta com pH inicial de 9,4.....</b>	<b>63</b>
<b>TABELA 5 - Testes em jar-test de floculação da água bruta com pH corrigido.....</b>	<b>66</b>
<b>TABELA 6 - Apresenta os resultados das análises realizadas com água tratada com tanino na concentração de 60 ppm...</b>	<b>72</b>
<b>TABELA 7 - Custos diários necessários do tratamento com sulfato de alumínio.....</b>	<b>74</b>
<b>TABELA 8 - Custos do tratamento com produto a base de tanino, o Tanfloc SG utilizado como alternativa de tratamento da água do frigorífico. ....</b>	<b>74</b>

**LISTA DE ANEXOS**

<b>ANEXO 1 – MS - PORTARIA Nº 518, de 25 de março de 2004.....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO 2 – CONAMA - RESOLUÇÃO Nº 357, de 17 de março de 2005.....</b>	<b>100</b>
<b>ANEXO 3 – MAPA – RIISPOA - REGULAMENTO DE INSPEÇÃO INDUSTRIAL E SANITARIA DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL - ARTIGO Nº 62 o qual refere-se a apresentação prévia do boletim oficial de exame da água de abastecimento que se deve enquadrar nos padrões microbiológico e químicos citados da letra “a até s” e incisos 1º e 2º, de 07 de julho de 1952.....</b>	<b>107</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária  
ANA – Agência Nacional de Águas  
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
CNS – Conselhos Nacionais de Saúde  
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio  
DQO - Demanda Química de Oxigênio  
ETA - Estação de Tratamento de Água  
ETE - Estação de Tratamento de Esgoto  
FUNASA - Fundação Nacional de Saúde  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
OMS - Organização Mundial de Saúde  
OPAS - Organização Pan-americana de Saúde  
SEDU – Secretaria de Desenvolvimento Urbano

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### **USO DO TANINO NO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO MELHORIA EM SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL.**

**Autor: Viviane Fiorentini**

**Orientador: Djalma Dias da Silveira**

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 09 de junho de 2005.

O presente trabalho realizado em Unidade Frigorífica no interior do Estado do Rio Grande do Sul, teve por objetivo avaliar o uso e aplicação do agente floculante tanino no tratamento de água bem como da água oriunda da estação de tratamento de efluentes, possibilitando a sua reutilização. A tecnologia avaliada visa obter melhoria no sistema de gestão de águas, como uma parte do gerenciamento ambiental em frigoríficos. Para realização dos testes de eficiência de floculação e determinação de quantidade ideal utilizou-se o sistema do Jar-test. Foram realizados vários testes em Jar-test, para determinação da concentração do agente floculante, bem como: a sua dosagem, o tempo ideal de floculação, características de decantação, turbidez (NTU), pH. Obteve-se melhores resultados com a dosagem de 60 ppm de agente floculante, para uma turbidez mínima de 0,63 NTU. Ao utilizar estes dados avaliou-se novos parâmetros como dureza, fluoreto, nitrato, nitrito, nitrogênio, sulfato, alumínio, cobre, ferro, magnésio e pH. Por conseguinte com a aplicação do composto orgânico em estudo, aprimorou-se a otimização e melhoria no tratamento da água, desta forma, reduzindo os custos em 23%, uma importante ferramenta de melhoria no sistema de gestão ambiental da empresa no processo de tratamento de água.

## ABSTRACT

### **USO DO TANINO NO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO MELHORIA EM SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL.**

USE OF THE TANNING BARK IN THE PROCESS OF WATER TREATMENT AS IMPROVEMENT IN ENVIRONMENTAL SYSTEM

**Author: Viviane Fiorentini**

**Advisor: Djalma Dias da Silveira**

**Pos-Graduation Program on Production Engineering**

## SUMMARY

The present work carried through frigorific in Rio Grande do Sul state , had for objective to evaluate the use and application of the flocculante agent tanning bark in the water treatment as well as of the deriving water of the effluent treatment station making possible its reuse. The evaluated tecnologia aims at to get improvement in the system of water management as a part of the environmental in slaughterhouses. For accomplishment of the ideal tanino's amount, the system Jar- test was used. Some tests in Jar –test had been carried through, for determination of the decantation flocculante agent concentration as well as: its dosage, the ideal time of flocculation characteristics, turbid (NTU), pH. Was gotten better resulted with the dosage of 60 ppm of flocculante agent, for a minimum turbidez of 0.63 NTU. When using these data evaluated new parameters as hardness, fluorid, nitrate, nitrite,nitrogen,sulphate, aluminum, copper, iron magnesium and pH . Therefore with the application of the organic composition in study, it was improved optimism and improvement the treatment of water like that reducing the cost in 23 % an important tool of improvement in the management system of the company in the water treatment process.

Santa Maria, junho, 2005.





## **CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO**

As tecnologias de tratamento de água para abastecimento das indústrias de alimentos são bastante consagradas, pois a necessidade de água de boa qualidade é uma realidade que interfere diretamente na qualidade do produto final, daí seu desenvolvimento ter ocorrido junto com o desenvolvimento da indústria alimentícia.

Essa tipologia industrial é caracterizada pelo uso intensivo de água, pois a maioria das indústrias de alimentos utilizam água no processo de produção (cozimento, lavagem, limpeza, higienização, dentre outras etapas), também para incorporação ao produto, ou ambos. Por isso essas empresas são conhecidas como indústrias úmidas.

Quando falamos de indústrias com uso muito intensivo de água na elaboração do produto, como é o caso da indústria frigorífica, a qualidade da água é fundamental para a viabilidade do produto. Por isso o seu tratamento seja tão seriamente considerado.

A primeira variável a influenciar essa qualidade é o tipo de tratamento e a fonte de abastecimento. De maneira geral as fontes mais comuns são: As redes públicas, cuja água já vem tratada para a indústria, necessitando em alguns casos apenas uma melhoria nas suas condições como ajuste em termos de filtração e retirada do cloro, quando este é problema para o processo em questão.

Águas de subsolo provenientes de poços, que tem sua qualidade fortemente relacionada com o tipo de solo da região e que, quando a qualidade apresenta algum componente indesejável ao uso no processo, precisa de correção, como ajuste de pH, retirada de dureza, ou de qualquer elemento químico carregado do solo. Finalmente, a captação de águas superficiais, é aquela que exige maiores cuidados no tratamento, pois essas águas estão normalmente mais carregadas de materiais dissolvidos e em suspensão, pois os rios e lagos têm maiores fontes de

aporte de matéria, sobretudo em regiões que recebam efluentes domésticos e industriais.

De modo geral, o tratamento de águas para uso em indústrias alimentícias passa pelos seguintes processos: floculação química para retirada de materiais em suspensão e seqüestro de materiais solúveis. Essa floculação pode ser feita com um grande número de produtos disponíveis no mercado, variando de acordo com as características da água a ser tratada e os resultados desejados (nível de exigência do tratamento). Os flocos formados nesse processo podem flutuar e serem retirados na superfície do tanque de tratamento ou afundar, sendo separáveis em um decantador.

Após o processo de floculação e decantação a água passa por filtros de areia (mais grosseiros) ou em filtros de celulose (com poros menores), caso necessário e após isso desinfetada com cloro. Para certos usos o cloro é indesejável, sendo às vezes necessário realizar a cloração para limpar a água e, em seguida fazer a decloração para ter água limpa e sem cloro. O processo mais comum de decloração é a passagem por um filtro de carvão ativado.

Após o uso no processo, a água residuária passa a integrar o efluente da indústria e precisa, antes de poder ser lançada no ambiente, geralmente um rio, lago ou praia, de um tratamento para evitar impactos ambientais e danos potenciais à natureza e à saúde humana.

Ao falarmos de tratamento de efluentes, é conveniente lembrar que toda geração de resíduo e emissão em uma indústria provém de alguma ineficiência, ou seja, poluição é desperdício de algum insumo, quer de matéria prima, sub-produto, produto, água ou energia.

Em alguns casos, a produção está a mais aperfeiçoada possível, dentro das tecnologias limpas de produção e teremos que tratar algo que foi totalmente impossível de evitar a geração, mas a maioria das indústrias brasileiras precisa de ajustes na produção, para que toda a

geração de emissões passíveis de serem evitadas, não vão sobrecarregar o sistema de tratamento de efluentes projetado.

Na atualidade as indústrias de alimentos, dentre elas os frigoríficos, entre outras, possuem demanda cada vez maior de produtividade e conseqüentemente de água, e a preocupação em conservar os recursos hídricos é cada vez mais evidente. Não somente pelo fato da poluição, mas por existir cada vez menos fontes que possam ser aproveitadas ou que precisem de pequenos gastos com tratamentos para sua purificação.

O presente trabalho visa avaliar o uso e aplicação de um polímero orgânico catiônico de baixo peso molecular e de origem essencialmente vegetal extraído da Acácia Negra o qual proporciona benefícios por ser produto biodegradável, sendo sua eficácia e benefícios comparados ao uso de um polietrólito químico, o sulfato de alumínio, atualmente utilizado no sistema de tratamento da água do frigorífico em estudo.

## 1.1 – Importância do Estudo

Os sistemas produtivos atuais, manufaturados ou serviço, independente do segmento de mercado, passam obrigatoriamente por reformulações e desenvolvimentos contínuos no campo dos resíduos lançados no meio ambiente, sob risco do não cumprimento de normas de proteção ambiental, e, conseqüentemente da própria continuidade do negócio.

Uma das alternativas crescentes tem sido o reuso de águas servidas e tratadas visando a redução deste insumo e a redução nas emissões.

Conforme Queiroz (2005), define-se a reciclagem d'água como o reuso interno da água em determinado processo. A água de reuso é tratada e passa por diversos processos.

As formas de tratamento abordadas neste trabalho contemplam sistemas de tratamento usuais como: floculação, decantação, filtração e desinfecção. A floculação é um método, que vem se consolidando através de décadas, desde seu surgimento conceitual, pois se trata de um processo de adequação a potabilidade d'água para seu uso.

Como o tratamento da água envolve diversos sistemas e uma variedade de aplicações é um processo onde envolve vários conceitos e técnicas, mas será utilizado e estudado um modelo descrito na parte de materiais e métodos em um Frigorífico do RS, onde o reuso e aproveitamento tornou-se necessário em função de economia e visão de melhoria ambiental no sistema da empresa.

Estamos, portanto, diante de um trabalho que propõe melhoria ao sistema, através da substituição do coagulante sulfato de alumínio, possuidor de íon metálico, considerado moderadamente tóxico por coagulante a base de tanino composto biodegradável extraído da Acácia Negra.

## **1.2 – Objetivos**

### **Objetivo Geral:**

- Avaliar a alternativa de uso do tanino como agente floculante para a estação de tratamento de água de efluente tratado com reúso da água em frigorífico de abate de suínos.

### **Objetivos Específicos:**

- Analisar a eficiência do uso do tanino como agente floculante na estação de tratamento de água de um frigorífico de abate suíno do Estado do Rio Grande do Sul.
- Analisar a qualidade da água tratada com sulfato de alumínio e a qualidade da água tratada com tanino, através de análises laboratoriais qualitativas e quantitativas.
- Apresentar dados entre a aplicabilidade do coagulante sulfato de alumínio e tanino no tratamento da água.
- Avaliar a viabilidade econômica da substituição do sulfato de alumínio e seus coadjuvantes pelo tanino.

## **CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 - Origem do Tratamento de Água**

O aproveitamento de águas remonta a 9000 a. C. quando era armazenada em potes de barro não cozidos (Macedo, 2001), evoluindo até a construção da primeira represa por Menes em 2900 a. C. no Egito. Em 700 a. C. Ezequiel construiu o primeiro aqueduto para abastecer Jerusalém. Entretanto a água não recebia tratamento e era utilizada em seu estado natural.

De acordo com Richter & Netto (2003), o tratamento de água para abastecimento público originou-se na Escócia, onde John Gibb construiu o primeiro filtro lento.

Em 1829 foi construída a 1ª estação de tratamento de água em Londres, onde a água do rio Tâmisa era filtrada com areia (Macedo, 2001). A filtração rápida foi iniciada na instalação pioneira no mundo, construída na cidade de Campos, Rio de Janeiro em 1880. Em 1900 existiam nos Estados Unidos da América, apenas 10 estações purificadoras, com filtros lentos. Hoje existem mais de mil estações de tratamento de água, algumas delas entre as maiores do mundo (Richter & Netto, 2003).

Conforme Gomes (1995), a experiência tem demonstrado que uma melhoria na qualidade dos suprimentos de água é seguida por melhoria na saúde pública. Segundo a Organização Mundial da Saúde, cerca de 80% de todas as doenças que se alastram nos países em desenvolvimento são provenientes da água de má qualidade. As doenças mais comuns, de transmissão hídrica, são citadas na Tabela 1.

Conforme Richter & Netto (2003), além desses males, existem ainda os casos que podem ocorrer em consequência da presença na água de substâncias tóxicas ou nocivas. Mais de 40 enfermidades podem ser transmitidas direta ou indiretamente, seja por contato com águas

poluídas, ou por falta de higiene ou ainda devido a vetores que vivem no meio aquático.

As doenças mais comuns, de transmissão hídrica, derivam de agentes biológicos, na Tabela 1:

**TABELA 1:** Principais agentes biológicos capazes de produzirem doenças de veiculação hídrica.

<b>Doenças</b>	<b>Agente causador</b>
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>
Disenteria bacilar	<i>Shiggella</i>
Febre tifóide	<i>Salmonella Typhae</i>
Febre paratifóide	<i>Salmonella paratyphi A, B e C</i>
Gastroenterite	Outros tipos de <i>Salmonella</i> , <i>Shiggella</i> , <i>Proteus</i> . Etc
Diarréia infantil	Tipos enteropatogênicos de <i>Escherichia coli</i>
Leptospirose	Leptospirose sp.
Disenteria amebiana	Entamoeba histolítica
Hepatite infecciosa	Vírus tipo A
Giardose	Giárdia Lamblia

Fonte: Richter & Netto. Tratamento de Água, 2003.

## 2.2 - Finalidades do Tratamento de Água

De acordo com Richter & Netto (2003), o tratamento de água pode ser feito para atender a várias finalidades:

Higiênica – remoção de bactérias, protozoários, vírus e outros microrganismos, de substâncias venenosas ou nocivas, redução do excesso de impurezas e dos teores elevados de compostos orgânicos;

Estética – correção de cor, odor e sabor;

Econômica – redução de corrosividade, dureza, cor turbidez, ferro, manganês, odor e sabor;

Aeração – por gravidade, por aspersão, por outros processos (difusão de ar e aeração forçada);

Sedimentação ou Decantação – simples após a coagulação;

Floculação – aplicação de coagulantes e substâncias auxiliares;  
Filttrações – lentas, rápidas, em leito de contato, superfilttração;  
Tratamento por contato – leitos de coque, de pedra ou de pedriscos para remoção do ferro; carvão ativado para remoção de odor e sabor;  
Correção da Dureza – processos da cal – carbonato de sódio e dos zeolitos (troca iônica);  
Desinfecção – cloro e seus compostos (hipocloritos, cal clorada), ozônio, raios ultravioletas e outros processos;  
Sabor e Odor – uso do carvão ativado; substituição do processo de cloração (emprego da amoniocloração, do bióxido de cloro);  
Controle da Corrosão – cal, carbonato de sódio, metafosfato, silicato e outros.

### 2.3 - Importância da Água

Conforme Sperling (1996), a água é a substância simples mais abundante no planeta Terra e pode ser encontrada tanto no estado líquido, gasoso ou sólido, na atmosfera, sobre ou sob a superfície terrestre, nos oceanos, mares, rios e lagos. Também o constituinte inorgânico mais presente na matéria viva: cerca de 60% do peso do homem é constituído de água e em certos animais aquáticos esta porcentagem alcança 98%.

Estima-se que o nosso planeta tem *três quartos* de sua massa só de água ( $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$  Sperling, 1996), ou seja, 1trilhão e 360 bilhões de quilômetros cúbicos, com  $1,5 \times 10^{12}$  metros cúbicos em estado livre no planeta (A. Netto *et al.*, 1998, p. 536). Os mares e os oceanos contêm cerca de 97,4 % de toda essa massa, formada pela água salgada, sendo que, 2 % da água total está estocada sob a forma de neve ou gelo, no topo das grandes cadeias de montanhas ou nas zonas polares. Assim apenas cerca de 0,6 % do total encontra-se disponível como água doce



nos aquíferos subterrâneos (0,5959 %), os rios e lagos superficiais (0,0140 %) e na atmosfera na forma de vapor d'água (0,001 %).

A maior parte das águas subterrâneas encontram-se em condições inadequadas ao consumo ou em profundezas que inviabilizam sua exploração. Diante desta situação é de importância fundamental para o futuro da humanidade, e sua própria sobrevivência, que se valorize a preservação dos recursos hídricos do planeta em suas condições naturais (SABESP, 2004).

O Brasil é um país privilegiado porque possui 12% das reservas mundiais de água doce (ANA, 2002).

Segundo Victorino (2000), como no resto do mundo, as interferências no ciclo de renovação, principalmente das águas superficiais, têm diminuído a quantidade e qualidade de água disponível para consumo. Tais interferências são: extração excessiva, uso inadequado, lançamento de efluentes domésticos e industriais nos corpos de água, ausência de controle da erosão, ausência de matas ciliares, bem como ao crescente aumento de custo no seu tratamento,

Conforme SABESP (2004), a água superficial é a principal fonte de abastecimento público; entretanto, também é intenso o uso de águas subterrâneas para abastecimento privado nas indústrias, comércio (hotéis, hospitais, clubes) e residências (condomínios).

De modo geral, em períodos de seca, a vazão dos rios perenes é mantida pela água subterrânea que se acumulou nos aquíferos. A isso se dá o nome de fluxo de base (rios efluentes). Em algumas situações excepcionais, podem ocorrer situações naturais ou artificiais onde o nível da água do aquífero está abaixo do leito e assim o rio cede água ao aquífero (rio influente). Em casos extremos o rio pode até secar (SABESP, 2004).

Nas regiões costeiras, é a pressão exercida pela água subterrânea que impede o avanço da cunha salina. Nos aquíferos costeiros, a água salgada encontra-se em contato com a água doce e por ter uma

densidade maior ocupa a posição espacial abaixo da região de água doce. Em condições naturais, essa situação se mantém em equilíbrio. No entanto, quando é feita a exploração de água do aquífero sem os devidos cuidados ou feita uma captação intensiva das águas dos rios litorâneos, a cunha salina começa a avançar, podendo atingir poços e salinizar todo o aquífero. Um aumento da salinização dos mangues também pode afetar a vida silvestre local (SABESP, 2004).

Em regiões de rochas carbonáticas, o bombeamento intensivo da água subterrânea pode romper o equilíbrio de pressão, criando espaços vazios. Além disso, com a velocidade de fluxo aumentada, maior será a dissolução das rochas, podendo assim, provocar subsidência do terreno. Percebe-se assim, a importância de manter as condições de recarga dos aquíferos, mesmo onde suas águas não são utilizadas diretamente para abastecimento (SABESP, 2004).

## **2.4 - O Ciclo Hidrológico**

Por definição, então, *ciclo hidrológico* é a descrição do comportamento natural da água em volta do globo terrestre. Essencial para o desenvolvimento da vida na Terra é composto de três fenômenos principais: evaporação para a atmosfera, condensação em forma de nuvens e precipitação, mais frequentemente em forma de *chuva*, sobre a superfície terrestre, onde ela se dispersa sob as mais variadas maneiras, de acordo com a superfície receptora, escoando sobre a superfície, infiltrando-se e/ou evaporando-se (Magossi, 2003).

A cada ano, a energia do Sol faz com que um volume de aproximadamente 500.000 Km<sup>3</sup> de água se evapore, especialmente dos oceanos, embora também de águas e rios. Essa água retorna para os continentes e ilhas, ou para os oceanos, sob a forma de precipitações: chuva ou neve. Os continentes e ilhas têm um saldo positivo nesse processo. Estima-se que eles “retirem” dos oceanos perto de 40.000 Km<sup>3</sup>

por ano. É esse saldo que alimenta as nascentes dos rios, recarrega os depósitos subterrâneos, e depois retorna aos oceanos pelo deságüe dos rios (Magossi, 2003).

A água é encontrada na atmosfera mais freqüentemente sob a forma de vapor ou de partículas líquidas, embora não seja raro sob a forma de *neve* ou de *gelo*. Para que ocorra uma precipitação é necessário que o vapor atmosférico sofra condensação em gotículas que, ao atingir determinado peso, não podem continuar em suspensão, caindo em forma de chuva. Se durante essa precipitação essas gotas atravessarem camadas atmosféricas com temperaturas negativas poderá ocorrer o congelamento e a precipitação ocorrer na forma de partículas de gelo, o *granizo*. Se essa condensação ocorrer sob temperaturas de congelamento, a precipitação se dará em forma de *neve* (Magossi, 2003).

Resumindo, as precipitações pluviométricas podem ocorrer tanto da forma mais comum conhecida como chuva, como em formas mais moderadas como neblinas, garoas ou geadas, ou mais violentas como acontecem nos furacões, precipitações de granizo, nevascas, etc (Magossi, 2003).

Quando a chuva alcança o solo, parte da água se infiltra e parte fica temporariamente sobre a superfície, em função da intensidade da chuva e da capacidade de infiltração do solo. Da parcela superficial parte é retida, passa do estado líquido para o gasoso pelo processo de evaporação natural, e volta à atmosfera. A intensidade desse fenômeno natural depende da temperatura ambiente, da ventilação e da umidade relativa do ar. O restante escoar sobre a superfície livre do terreno indo abastecer os corpos receptores naturais como rios lagos e oceanos. Da parcela infiltrada, a que fica retida nos interstícios próximos à superfície volta a atmosfera na forma de vapor e o restante penetra mais profundamente e vai abastecer o lençol freático e outros aquíferos subterrâneos (Magossi, 2003).

**FIGURA 1** - Representa esquematicamente o ciclo hidrológico com seus principais componentes:

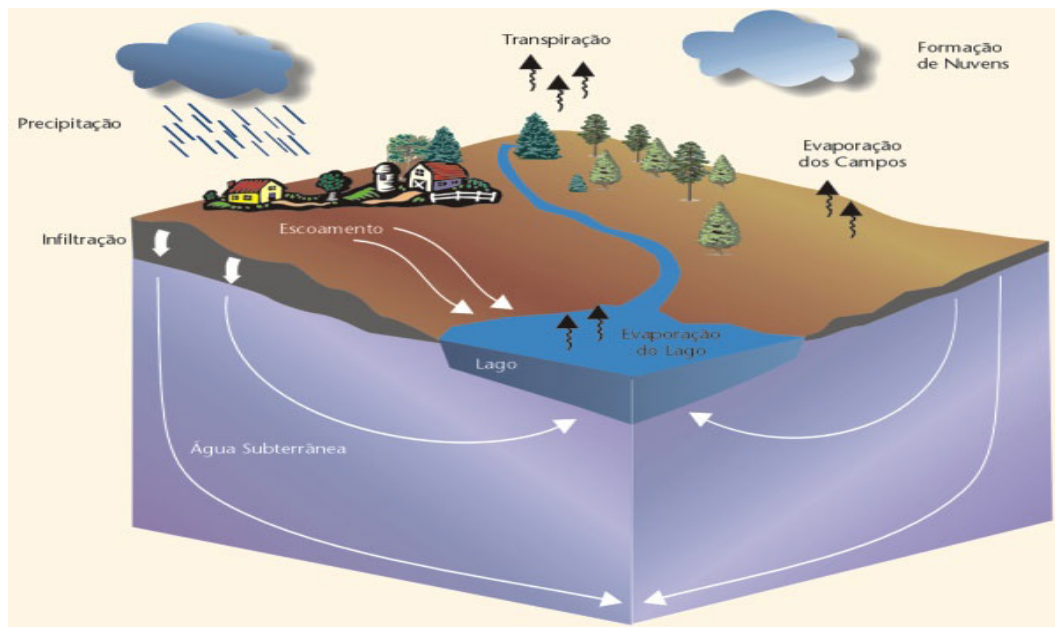


Figura1 – Principais fases do ciclo hidrológico

**Fonte:** Instituto Geológico e Mineiro (2001). *Água Subterrânea: Conhecer para Preservar o Futuro*. Instituto Geológico e Mineiro ([http://www.igm.pt/edicoes\\_online/diversos/agua\\_subterranea/indice.htm](http://www.igm.pt/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/indice.htm)).

Em áreas cobertas por densa vegetação o volume de água que é transferido para a atmosfera, através do fenômeno de transpiração, pode ser bastante significativo, em função da dimensão dessa área. Nesse processo a água é retirada do solo pelas raízes, transferida para as folhas e, então, evaporada. Assim, numa área de floresta, por exemplo, a superfície de exposição das folhas é muito grande e em função da temperatura ambiente e da insolação, pode se tornar o fator determinante do teor de umidade atmosférica (numa área equatorial, por exemplo).

Evidentemente o ciclo hidrológico, embora seja um fenômeno contínuo da natureza, não possui comportamento uniforme em cada uma de suas fases, principalmente quanto à evaporação e à precipitação,

Essas variam de intensidade aleatoriamente com o tempo, principalmente ao longo das estações climáticas (Villela & Mattos, 1975).

A fase atmosférica do fenômeno das precipitações é de interesse dos meteorologistas, porém a partir do momento em que ela atinge o solo, torna-se o elemento fundamental dos estudos ligados à *Hidrologia*. Segundo o United States Federal Council of Science and Technology, Committee for Scientific Hydrology (1962), *Hidrologia* é a ciência que estuda a água da terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas, e suas reações com o meio-ambiente, incluindo suas relações com a vida, ou seja, é a ciência que estuda a presença da água na natureza (Villela & Mattos, 1975).

Ainda denomina-se de Hidrologia de superfície o estudo referente ao movimento da água sobre o solo, isto é, do escoamento superficial das águas, que é o que interessa para projetos de drenagem superficial. Pode-se dizer que como ciência é um estudo recente, pois seus fundamentos teóricos só começaram a se formar nos tempos do cientista italiano Leonardo da Vinci (1452-1519), com a concepção do ciclo hidrológico, e só foi aceita como disciplina específica em fins do século XIX, embora os antigos egípcios já ensaiassem o controle das cheias do Rio Nilo, a cerca de 3000 anos antes de Cristo (Pinto et al, 1976).

No entanto, o ritmo acelerado de desmatamento das últimas décadas, e o crescimento, urbano e industrial, que necessita sempre de mais água, vem alterando esse ciclo hidrológico (Magossi, 2003). Estudos da ONU mostraram que o desmatamento e o pastoreio excessivo diminuem a capacidade do solo em atuar como uma grande esponja, absorvendo águas das chuvas e liberando seus conteúdos lentamente. Na ausência de coberturas vegetais, e com solos compactados, a tendência das chuvas é escorrer pela superfície e escoar rapidamente pelos cursos de água, o que traz como consequência as inundações, aceleração no processo de erosão e diminuição da estabilidade dos cursos de água, que ficam diminuídos fora do período de cheias,

comprometendo assim a agricultura e a pesca. Não faltam sinais de escassez de água doce. Os níveis dos lençóis freáticos baixam constantemente, muitos lagos encolhem e pântanos secam. Na agricultura, na indústria e na vida doméstica, as necessidades de água não param de aumentar, paralelamente ao crescimento demográfico e ao aumento nos padrões de vida, que multiplicam o uso da água (ANA, 2002).

Nos anos 50, por exemplo, a demanda de água por pessoa era de 400 m<sup>3</sup> por ano, em média no planeta, ao passo que hoje essa demanda já é de 800 m<sup>3</sup> por indivíduo. Em países cada vez mais populosos, ou com carência em recursos hídricos, já se atingiu o limite de utilização de água. Constatou-se que atualmente 26 países, a maioria situada no continente africano, totalizando 235 milhões de pessoas, sofrem de escassez de água. As outras regiões do mundo também não são poupadas. Sintomas de crises já se manifestam em países que dispõem de boas reservas (SABESP, 2004).

Nos locais onde os níveis de bombeamento (extração) das águas subterrâneas é mais intenso que sua renovação natural, se constata um rebaixamento do nível de lençóis freáticos, que, por esse motivo, exigem maiores investimentos para serem explorados e ao mesmo tempo vão se tornando mais salinos (ANA, 2002).

## **2.5 – Características da Água**

Conforme Mangossi (2003), não há água pura na natureza devido ao seu alto poder de dissolução de gases, corantes, colóides, sais, etc. Este poder químico faz com que a água seja denominada de *solvente universal*. Devido a esta efetiva propriedade de solvência e ao seu alto

poder de transportar partículas em seu meio, podem ser encontradas diversas impurezas que normalmente definem sua qualidade.

Essas impurezas podem ser agrupadas da seguinte forma (Richter & Netto, 2003):

- *em suspensão*: algas, protozoários, fungos e vírus; vermes e larvas; areia, argila e silte; resíduos industriais e domésticos;
- *estado coloidal*: corantes vegetais, sílica e vírus;
- *em dissolução*: sais de cálcio e magnésio (bicarbonatos, carbonatos, sulfatos ou cloretos), sais de sódio (bicarbonatos, carbonatos, sulfatos fluoretos e cloretos), óxidos de ferro e manganês, chumbo, cobre, zinco, arsênico, selênio e boro, iodo, flúor e compostos fenólicos;
- *substâncias albuminóides*: nitratos e nitritos, gases ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ , N).

Estas impurezas na realidade e de uma forma conceitual mais ampla conferem a água suas características químicas, físicas e bacteriológicas, características estas que informam os parâmetros de qualidade da água. As características químicas são conferidas através da presença em maior ou menor intensidade tanto de matéria orgânica como de inorgânica, enquanto que as físicas são conseqüência da presença de sólidos, que podem estar em suspensão (exemplo silte e argila), dissolvidos (exemplo colóides) ou em solução (exemplo sais e corantes). As características biológicas são inerentes à presença de seres vivos ou mortos, principalmente de vida microscópica animal e vegetal, protistas e vírus (Mangossi, 2003).

### **2.5.1 - Principais Características**

A importância química da água está no fato do seu poder de dissolver em maior ou menor intensidade de quase todas as substâncias. Após a precipitação, especialmente na forma de chuva, a água esco

superficialmente ou se infiltra. Por isso todas as águas naturais contêm gases e sais minerais em solução adquiridos através do contato da água com o ar e, principalmente, com o solo. As águas subterrâneas têm sua qualidade afetada pelas condições naturais do solo, em função da incorporação de impurezas ocorridas durante a precipitação, ao longo do escoamento superficial e no processo de infiltração e percolação, mesmo que as condições naturais da bacia sejam as mais preservadas possíveis ou mesmo inexploradas. Neste caso os principais fatores de influência são a cobertura e a composição do solo (Richter & Netto, 2003).

Em áreas já habitadas ou exploradas pelo homem a qualidade da água está sujeita ao uso e ocupação do solo. A presença humana normalmente gera despejos domésticos e de processos de transformação, mesmo que a ocupação seja eminentemente rural, esses tipos de impurezas estarão presentes, embora na maioria das vezes mais dispersas. Em áreas agrícolas a qualidade natural da água pode ser perigosamente alterada pela incorporação de defensivos que atingem o solo e são carreados pelo escoamento superficial, especialmente quando da ocorrência de precipitações atmosféricas (Richter & Netto, 2003).

As características mais importantes para se qualificar quimicamente uma água são divididas em: características físicas (condutividade elétrica, cor, odor e sabor, pH, temperatura, turbidez); características químicas (acidez, alcalinidade, cloretos, dureza, sólidos); elementos e compostos químicos especiais e gases dissolvidos.

## **2.5.2. Características Físicas da Água**

### **2.5.2.1. Condutividade Elétrica**

A água pura é um meio isolante, porém sua capacidade de solvência das substâncias, principalmente de sais, faz com que as águas naturais tenham, em geral, alto poder de condutividade elétrica. Esta



condutividade depende do tipo de mineral dissolvido bem como da sua concentração. O aumento da temperatura também eleva a condutividade (Richter & Netto, 2003).

#### **2.5.2.2. Cor**

A água pura é virtualmente ausente de cor. A presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão altera a cor da água é devida a ácidos húmicos e tanino, originados de decomposição de vegetais e, assim, não representa risco algum para a saúde. A sua presença na água pode, entretanto, fazer o consumidor procurar fontes de água de aspecto mais agradável que, porém, podem ser mais perigosas (Richter & Netto, 2003).

Em combinação com o ferro, a matéria orgânica pode produzir cor de elevada intensidade. A cor é sensível ao pH. A sua remoção é mais fácil a pH baixo (Richter & Netto, 2003).

#### **2.5.2.3. Sabor e Odor**

As características de sabor e odor são consideradas em conjunto, pois geralmente a sensação de sabor origina-se do odor. São de difícil avaliação, por serem sensações subjetivas, causadas por impurezas dissolvidas, freqüentemente de natureza orgânica, com fenóis e clorofenóis, resíduos industriais, gases dissolvidos etc. Sólidos totais em concentração elevada, também produzem gosto sem odor. Quando existem problemas com sabor e odor na água, a aeração pode ser eficaz em alguns casos. Em outros, pode ser necessária a utilização de carvão ativado para a adsorção dos compostos causadores de odor (Richter & Netto, 2003).

#### **2.5.2.4. pH**

A relação dióxido de carbono-bicarbonatos presente nas águas naturais é o principal fator de definição do nível do pH, pois o dióxido dissolvido transforma-se em ácido carbônico. Apresenta relações fundamentais com acidez e alcalinidade de modo que é praticamente impossível falar destas sem ter aquele em mente (Richter e Netto, 2003).

De um modo geral as alterações naturais do pH têm origem na decomposição de rochas em contato com a água, absorção de gases da atmosfera, oxidação de matéria orgânica, fotossíntese, além da introdução de despejos domésticos e industriais (Richter & Netto, 2003).

Richter & Netto (2003), do ponto de vista analítico o pH é um dos parâmetros mais importantes na determinação da maioria das espécies químicas de interesse tanto da análise de águas potáveis como na análise de águas residuárias, sendo, pois, uma das mais comuns e importantes determinações no contexto da química da água. No campo do abastecimento de água o pH intervém na coagulação química, controle da corrosão, abrandamento e desinfecção. Águas com baixos valores de pH tendem a ser agressiva para instalações metálicas.

#### **2.5.2.5. Temperatura**

A temperatura da água tem importância por sua influência sobre outras propriedades: acelera reações químicas, reduz a solubilidade dos gases, acentua a sensação de sabor e odor etc (Richter & Netto, 2003).

#### **2.5.2.6. Turbidez**

A turbidez é uma característica da água devida à presença de partículas suspensas na água com tamanho variando desde suspensões grosseiras aos colóides, dependendo do grau de turbulência. A presença

dessas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, dando a água uma aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa. A turbidez pode ser causada por uma variedade de materiais: partículas de argila ou lodo, descarga de esgoto doméstico ou industrial ou a presença de um grande número de microorganismos. Pode ser também causada por bolhas de ar finamente divididas, fenômeno que ocorre com certa frequência em alguns pontos da rede de distribuição ou em instalações domiciliares (Richter & Netto, 2003).

A desinfecção da água, principalmente a inativação de vírus, é tanto mais eficaz quanto menor é a turbidez da água. Atualmente, está-se exigindo água filtrada com turbidez menor que 1,0 UNT (Richter & Netto, 2003).

### **2.5.3. Características Químicas da Água**

#### **2.5.3.1. Acidez**

Quimicamente *acidez* é a capacidade de neutralização de soluções alcalinas, ou seja, é a capacidade da água em resistir às mudanças de pH em função da introdução de bases. Em geral a acidez está associada à presença de CO<sub>2</sub> livre. A presença de ácidos orgânicos é mais comum em águas superficiais, enquanto que nas águas subterrâneas é menos freqüente a ocorrência de ácidos em geral. Em algumas ocasiões as águas subterrâneas poderão conter *ácido sulfúrico* derivado da presença de sulfetos metálicos (Baumgarten, 2001).

Acidez, pH e alcalinidade estão intimamente inter-relacionados. De um modo geral o teor acentuado de acidez pode ter origem na decomposição da matéria orgânica, na presença de gás sulfídrico, na introdução de despejos industriais ou passagens da água por áreas de mineração (Richter & Netto, 2003).

Do ponto de vista de águas de abastecimento ou mesmo sanitário, a acidez tem pouca importância. No campo do abastecimento de água o pH intervém na coagulação química, controle da corrosão, abrandamento e desinfecção. Águas com baixos valores de pH tendem a ser agressiva para instalações metálicas (Richter & Netto, 2003).

### **2.5.3.2. Alcalinidade**

Quimicamente definindo *alcalinidade* é a propriedade inversa da acidez, ou seja, é a capacidade de neutralização de ácidos. Em geral a presença de alcalinidade leva a pH para valores superiores a 7,0, porém pH inferiores (acima de 4) não significa que não hajam substâncias alcalinas dissolvidas no meio aquoso. Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), os carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e os hidróxidos (OH), cujas formas são função do pH. Para pH superior a 9,4 tem-se dureza de carbonatos e predominantemente de hidróxidos. Entre pH de 8,3 e 9,4, predominam os carbonatos e ausência de hidroxilas. Para pH inferior a 8,3 e acima de 4,4 ocorre apenas dureza de bicarbonato. Abaixo de 4,4 não ocorre alcalinidade (Richter & Netto, 2003).

De um modo geral as alterações de alcalinidade têm origem na decomposição de rochas em contato com a água, reações envolvendo o  $\text{CO}_2$  de origem atmosférica e da oxidação de matéria orgânica, além da introdução de despejos industriais (Baumgarten, 2001).

### **2.5.3.3. Cloretos**

De acordo com BAUMGARTEN (2001), a presença de cloretos na água é resultante da dissolução de sais com íons  $\text{Cl}^-$ , por exemplo, de cloreto de sódio. É característica da água do mar, entre eles o mais presente é o cloreto de sódio (NaCl) com cerca de 70% deste teor. A água

de chuva, por exemplo, tem presença insignificante de cloretos (menos de 1%), exceto em regiões próximas ao litoral. De um modo geral a presença de cloretos têm origem na dissolução de minerais, contato com áreas de sal, mistura com a água do mar e introdução de águas residuárias domésticos ou industriais.

Conforme BAUMGARTEN (2001), em termos de consumo suas limitações estão no sabor e para outros usos domésticos e para processos industriais. Águas com teores menores que 250 ppm de cloretos é satisfatória para serviços de abastecimento doméstico (o ideal seria menor que 150 ppm). Concentrações superiores a 500 ppm implicam em sabor característico e desagradável. Para consumo de animais esta concentração pode chegar até 4000 ppm.

#### **2.5.3.4. Dureza**

Dureza é um parâmetro característico da qualidade de águas de abastecimento industrial e doméstico sendo que do ponto de vista da potabilização são admitidos valores máximos relativamente altos, típicos de águas duras ou muito duras. Quase toda a dureza da água é provocada pela presença de sais de cálcio e de magnésio (bicarbonatos, sulfatos, cloretos e nitratos) encontrados em solução. Assim, os principais íons causadores de dureza são cálcio e magnésio tendo um papel secundário o zinco e o estrôncio. Algumas vezes, alumínio e ferro férrico são considerados como contribuintes da dureza (Richter & Netto, 2003).

Durante a fervura da água os carbonatos precipitam-se. Este fenômeno prejudica o cozimento dos alimentos, provoca "encardido" em panelas e é potencialmente perigoso para o funcionamento de caldeiras ou outros equipamentos que trabalhem ou funcionem com vapor d'água, podendo provocar explosões desastrosas (Baumgarten, 2001).

Assim pode-se resumir que uma água dura provoca uma série de inconvenientes:

- é desagradável ao paladar;
- gasta muito sabão para formar espuma;
- dá lugar a depósitos perigosos nas caldeiras e aquecedores;
- deposita sais em equipamentos;
- mancha louças.

Os teores de dureza inferiores a 50 ppm não implicam em que a água seja considerada dura, para teores de 50 a 150 ppm não incomodam para efeitos de ingestão, mas acima de 100 ppm provocam prejuízos sensíveis em trabalhos que envolvam o uso da água com sabão e originam precipitações com incrustações antiestéticas e até potencialmente perigosas em superfícies sujeitas a aquecimentos. Em geral a redução da dureza para concentrações inferiores a 100 ppm só é economicamente viável para fins industriais, onde o produto final ou os equipamentos dependem de água de melhor grau de pureza.

#### **2.5.3.5. Sólidos**

A água com excessivo teor de sólidos em suspensão ou minerais dissolvidos tem sua utilidade limitada. Uma água com presença de 500 ppm de sólidos dissolvidos, geralmente, ainda é viável para uso doméstico, mas provavelmente inadequada para utilização em muitos processos industriais. Água com teor de sólidos superior a 1000 ppm torna-se inadequada para consumo humano e possivelmente será corrosiva e até abrasiva (Jordão, 1995).

De um modo geral todas as impurezas presentes na água, com exceção dos gases dissolvidos, têm sua origem nos sólidos incorporados ao seu meio. Devido a essa condição deve-se dar prioridade à análise deles, pois seu resultado pode direcionar todo o estudo de caracterização. São caracterizadas como sólidos todas as partículas presentes em suspensão ou em solução, sedimentáveis ou não, orgânicas ou minerais. A determinação da quantidade total de sólidos presentes em uma amostra

é chamada de sólidos totais. A separação dos tipos de sólidos presentes na mistura é feita em laboratório e classificada da seguinte maneira (Jordão, 1995):

- *Total* - massa sólida obtida com a evaporação da parte líquida da amostra a 103° a 105° C, em mg/l;
- *Minerais* ou *Fixos* - resíduos sólidos retidos após calcinação dos sólidos totais a 500° C, em mg/l;
- *Orgânicos* ou *Voláteis* - parcela dos sólidos totais volatilizada no processo de calcinação, em mg/l;
- *Em Suspensão* ou *Filtráveis e Não-filtráveis* - quantidade de sólidos determinada com a secagem do material retirado por filtração da amostra, através de micromalha, de 0,45 µm (micron ou micrômetro), em mg/l;
- *Coloidais* – fração dos sólidos composta de partículas com diâmetros equivalentes da ordem de  $10^{-3}$  a 0,45 µm;
- *Dissolvidos* - fração dos sólidos composta de partículas com diâmetros equivalentes inferiores a  $10^{-3}$  µm.

Para se ter uma idéia destas dimensões, as bactérias têm seu tamanho entre 0,5 e 5,0 µm e o olho nu só é capaz de visualizar a partir da dimensão de 100 microns ou 0,1 milímetro.

#### **2.5.4. Elementos químicos especiais**

##### **2.5.4.1. Cobre**

O cobre é um oligoelemento indispensável para a vida, porque participa de algumas atividades enzimáticas e entra na composição de várias proteínas de vertebrados, invertebrados e de grande parte de vegetais aquáticos. Entretanto, quando em concentrações elevadas,

representa um perigo para a biota, pois tem uma grande capacidade de se bioacumular em determinados tecidos vivos, magnificando suas concentrações ao longo da cadeia trófica, atingindo o homem. Além do mais, pode desestruturar algumas proteínas enzimáticas essenciais ao ser vivo (Baumgarten, 2001).

De um modo geral, a toxicidade do cobre aumenta com a sua solubilidade, sendo influenciada pelas variações de temperatura, salinidade, pH e dureza, entre outros fatores, que influenciam a absorção do cobre, modificando a permeabilidade dos tecidos e agindo sobre a velocidade do metabolismo e, logo, da sua excreção (Baumgarten, 2001).

Em águas muito contaminadas por cobre, pode desenvolver-se uma coloração esverdeada no manto interno das ostras, que são muito sensíveis a esse metal e assim tornam-se impróprias para consumo. Uma vez que o paladar humano detecta o gosto metálico do cobre, não é muito freqüente a contaminação por ingestão de animais muito contaminados. O homem pode sentir alterações no gosto dos alimentos com concentrações de cobre a partir de cerca de 5 a 7 mg/l. Menos do que isso, já fica difícil essa percepção. Concentrações na ordem de 0,010mg/l já são capazes de afetar a fotossíntese e o crescimento de algas (Baumgarten, 2001).

#### **2.5.4.2. Ferro**

Presente numa grande quantidade de tipos solos é um dos elementos químicos mais freqüentemente encontrado nas águas naturais. O ferro presente na água pode ser adquirido nas próprias fontes e instalações de captação ou de adução através da corrosão das superfícies metálicas ou mesmo de despejos industriais. Na ausência de oxigênio dissolvido como nos caso de águas subterrâneas e de fundos de lagos, seus íons se apresentam na forma solúvel ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Exposto ao oxigênio livre sofre oxidação e torna-se insolúvel na forma ( $\text{Fe}^{3+}$ ), o que pode acontecer até na saída da torneira, colorindo a água, manchando



superfícies claras e roupas. Sua remoção pode ser efetuada através da aeração da massa de água que contém os íons ferrosos, forçando sua precipitação como óxido ou hidróxido férricos (ferrugem) (Baumgarten, 2001).

O ferro é uma substância que afeta qualitativamente o desempenho de algumas atividades domésticas como também alguns produtos industrializados, de forma que é de suma importância que seu teor seja quantificado nas águas de abastecimento. Concentrações superiores a 0,5 ppm provocam manchas em louças e roupas nos processos de lavagens. Atividades que envolvam tingimentos, tais como fábricas de tecidos ou artigos destes, não podem trabalhar com águas com teores superiores a 0,1 ppm de ferro insolúvel ( $\text{Fe}^{3+}$ ) (Baumgarten, 2001).

#### **2.5.4.3. Manganês**

Este cátion oxidado e insolúvel ( $\text{Mn}^{4+}$ ) tem um comportamento semelhante ao do ferro, porém sua presença em águas naturais é sensivelmente menos intensa. Na sua forma solúvel é  $\text{Mn}^{2+}$  (Baumgarten, 2001).

#### **2.5.4.4. Sódio**

É o elemento característico da água do mar, com uma concentração média de 10000 ppm. Sua presença nos mananciais de águas utilizáveis para abastecimento público provoca elevação da alcalinidade (Baumgarten, 2001).

#### 2.5.4.5. Flúor

Teores de flúor entre 0,5 e 1,0 ppm são benéficos na formação dos dentes das crianças, sendo por isso, indicado no tratamento preventivo contra o aparecimento de cáries. Concentrações superiores a 1,5 ppm provocam manchas permanentes no esmalte dos dentes e além de 4,0 ppm possivelmente prejudicam a resistência dos mesmos, além de ser perigoso para os ossos em geral, podendo provocar defeitos orgânicos permanentes nos fetos. Este problema é conhecido como *fluorose*.

#### 2.5.4.6. Nitratos

O nitrogênio pode ser encontrado de várias formas e estados de oxidação no meio aquático: molecular ( $N_2$ ), orgânico, amônia ( $NH_4$ ), nitrito ( $NO_2^-$ ) e nitrato ( $NO_3^-$ ). Elemento indispensável ao desenvolvimento das algas, concentrações elevadas de nitrogênio principalmente em águas paradas ou de deslocamento laminar, podem levar ao crescimento excessivo desses organismos, no processo chamado de *eutrofização*. O excesso de amônia provoca mortandade dos peixes e o processo de oxidação desse composto em nitrito e em seguida em nitrato consome oxigênio livre, afetando assim a vida aquática do manancial (Azevedo, 2004).

Constituinte de proteínas, clorofila e vários outros compostos orgânicos, a presença de nitratos na água decorre da decomposição de vegetais e de dejetos e corpos de animais mortos, de poluição com fertilizantes e principalmente da introdução de efluentes de esgotos sanitários no manancial. Águas com concentrações superiores a 45 ppm são desaconselhadas para uso doméstico, pois a sua ingestão contínua pode provocar a *cianose* ou *doença do bebê azul*, ou *methemoglobinemia*, principalmente nas crianças (Richter & Netto, 2003).

#### 2.5.4.7. Fósforos

O fósforo assim como o nitrogênio é um nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela biodegradabilidade da matéria orgânica e também para o crescimento de algas, o que pode favorecer o aparecimento da *eutrofização* nos mananciais. Normalmente sua presença nos mananciais tem origem em despejos domésticos e em certos despejos industriais, embora também possa surgir da dissolução de compostos do solo (Azevedo, 2004).

O fósforo presente nos esgotos domésticos tem procedência, principalmente, da urina dos contribuintes e do emprego de detergentes usualmente utilizados nas tarefas de limpeza. Este fósforo apresenta-se principalmente nas formas de ortofosfato, poli ou pirofosfatos e fósforo orgânico. Cerca de 80% do total é de fósforo inorgânico, 5 a 15 mg/l (poli + orto), enquanto que o orgânico varia de 1 a 5 mg/l. Nos esgotos domésticos de formação recente a forma predominante de ortofosfato é  $\text{HPO}_4^{2-}$ , originada em sua maior parte da diluição de detergentes e favorecido pela condição de pH em torno da neutralidade. Porém sua predominância tende a ser acentuada à medida que o esgoto vá envelhecendo, uma vez que os polifosfatos (moléculas complexas com mais de um P e que precisam ser hidrolisadas biologicamente) e os fósforos orgânicos (pouco representativos) transformam-se, embora lentamente, em ortofosfato, o que deve acontecer completamente até o final da biodegradação, visto que é nesta forma que ele pode ser assimilado diretamente pelos microrganismos. Assim sendo, a sua determinação é um parâmetro fundamental para caracterização de águas residuárias brutas e tratadas, embora por si só sua presença não seja um problema sanitário muito importante no caso de águas de abastecimento (Baumgarten, 2001).

#### **2.5.4.8. Sulfatos**

De origem similar a dos fosfatos, é um parâmetro mais importante no estudo de projetos de redes coletoras e tratamentos de esgotos sanitários. Quantidades excessivas de sulfatos dão sabor amargo água e podem ser laxativos, principalmente em novos consumidores (Richter & Netto, 2003).

#### **2.5.5. Gases dissolvidos mais comuns**

##### **2.5.5.1. Oxigênio**

Vital para os organismos aeróbios presentes na água, o oxigênio livre presente na água vem do contato desta com a atmosfera ou produzido por processos fotossintéticos. Em condições normais de temperatura e pressão a água consegue reter de 9 a 10ppm de oxigênio livre. Esta solubilidade decresce à medida que a temperatura aumenta anulando-se na fase de ebulição. A ausência de oxigênio na água fervida e depois resfriada lhe confere um gosto levemente desagradável para a maioria dos paladares (Richter & Netto, 2003).

Segundo BAUMGARTEN (2001), a presença de matéria orgânica em decomposição na água reduz a concentração de  $O_2$  na água em repouso por causa do metabolismo bacteriano. Por outro lado a sua introdução na massa de água favorece a precipitação de elementos químicos indesejáveis como, por exemplo, o ferro. O oxigênio dissolvido é corrosivo, principalmente para canalizações de ferro e aço, notadamente para menores faixas de pH ou maiores condutividades elétricas.

### 2.5.5.2. Dióxido de carbono

O teor de gás carbônico, que geralmente é mais intenso em áreas cobertas com vegetação, é mais significativo em termos químicos na captação de águas subterrâneas com presença de carbonatos e bicarbonatos de cálcio (Baumgarten, 2001).

### 2.5.5.3. Gás sulfídrico

Gás sulfídrico pode ser encontrado em águas subterrâneas, águas de fundos de lagos ou represas profundas ou em superficiais poluídas com esgoto e com deficiência de oxigênio dissolvido. Nestas condições bactérias anaeróbias ou facultativas redutoras de sulfatos produzem ácido sulfúrico que é corrosivo para uma grande variedade de materiais. É um composto de intenso e desagradável odor (lembra o odor de ovo podre), bastando concentrações em torno de 0,5 ppm para ser sentido (Baumgarten, 2001).

## 2.6 - Qualidade Natural e Potabilidade da Água

Como já foi dito a qualidade da água pode ser função das diversas substâncias que se encontram em seu meio e os parâmetros que mostram as características de uma água pode ser de ordem física, química e bacteriológica. Na natureza tem uma qualidade inerente às condições naturais da bacia de drenagem, ou seja, tem uma *qualidade existente*, que nem sempre é adequada às condições de uso que se pretende. Assim a água natural tem de passar por uma transformação artificial até que atinja a *qualidade desejável*, de modo a se tornar utilizável. Aos processos de transformação artificial da qualidade existente para a desejável dá-se o nome de *tratamento da água* (Richter & Netto, 2003).

Uma água é dita *potável* quando é inofensiva a saúde do homem, agradável aos sentidos e adequada aos usos domésticos. Nestes termos, por exemplo, uma água quente, embora possa ser inofensiva a saúde, não pode ser considerada potável, da mesma maneira que uma água com elevado teor de dureza que, nestas condições, irá atrapalhar significativamente o desempenho das tarefas domésticas e industriais (Richter & Netto, 2003).

É importante para que uma água seja considerada potável, que na fase de tratamento eliminem-se todas as substâncias originalmente presentes que lhe confirmam algum gosto ou cheiro peculiar. Paralelamente também não devem resultar alguma turbidez ou cor visual (Richter & Netto, 2003).

Definem-se como *padrões de potabilidade* os limites de tolerância das substâncias presentes na água de modo a garantir-lhe as características de água potável. De um modo geral os padrões de potabilidade tornam-se mais rigorosos com o passar dos anos, visto que novas técnicas de tratamento e a evolução das tradicionais, associadas a novas descobertas científicas, principalmente no trato com as doenças transmissíveis através da água ou que têm nela uma parte de seu ciclo, vão permitindo este desenvolvimento. Também é de se esperar que em países mais desenvolvidos, estes padrões sejam mais rigorosos, considerando a maior disponibilidade de recursos e o maior domínio de tecnologias apropriadas (Richter & Netto, 2003).

Em linhas gerais estes padrões são físicos (cor, turbidez, odor e sabor), químicos (presença de substâncias químicas) e bacteriológicos (presença de microrganismos vivos). Normalmente as legislações específicas de cada região ou país, regem-se pelas recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS) (Richter & Netto, 2003).

No Brasil os padrões de potabilidade são definidos pelo Ministério da Saúde, na PORTARIA nº 518 em vigor (ANEXO 01). Essa portaria estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e

vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

A revisão da portaria teve por base critérios de qualidade da água estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS), além de normas dos órgãos de controle de qualidade da água dos Estados Unidos e Canadá, entre outras contribuições. O texto final da portaria foi aprovado pelo Ministério da Saúde e pela Comissão Intergestores Tripartite e é resultado de discussões realizadas entre os técnicos da Fundação Nacional de Saúde - FUNASA, órgão executivo do Ministério da Saúde, com o apoio da Organização Pan-americana de Saúde (OPAS) e dos seguintes órgãos e entidades: associações de empresas estaduais, municipais e de profissionais de saneamento (AESBE, ABES E ASSEMAE); Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SEDU), Conselhos Nacionais de Saúde e de Meio Ambiente (CNS e CONAMA); Ministério Público; Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA); Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde; Agência Ambiental Americana (EPA/USA); Universidade de Adelaide (Austrália) e universidades brasileiras.

## **2.7 – Tratamento de Água**

O tratamento de águas de abastecimento pode ser definido como um conjunto de processos e operações realizados com a finalidade de adequar as características físico-químicas e biológicas da água bruta, isto é, como é encontrada no curso d'água, com padrão organolépticamente agradável e que não ofereça riscos à saúde humana (Di Bernardo, 2003).

Conforme a CORSAN (1974), as águas destinadas ao abastecimento público das cidades apresentam, em geral uma composição que permite completa purificação através da aplicação de tratamentos:

- A eliminação ou redução dos elementos de poluição, como turbidez, cor, matéria orgânica e bactérias;
- A remoção das substâncias corrosivas;
- Destruição de microrganismos animais ou vegetais;
- A eventual redução do teor de ferro e manganês;

Em sua generalidade as águas superficiais possuem características comuns como a turbidez, cor e poluição por germes. As águas de profundidade apresentam-se límpidas, ou com baixa turbidez e incolores ou com pequena coloração (CORSAN, 1974).

A purificação das águas naturais visa remover as substâncias que comprometem a qualidade do efluente, sob o ponto de vista químico, físico, organoléptico e bacteriológico, tornando-o agradável ao gosto e a vista e, principalmente, isento de germes (CETESB, 1974).

O processo clássico empregado no tratamento de águas consiste nas operações (CETESB, 1974):

- Clarificação: Coagulação (mistura e acondicionamento) ⇒ decantação e filtração.
- Alcalinização ou neutralização.
- Desinfecção.

De acordo com a CORSAN (1974), neste processo clássico são empregados produtos químicos como:

- Sulfato de Alumínio em solução aquosa a 5% ou 10%.
- Cal sob a forma de água saturada de cal.
- Cloro líquido ou clorogênio.



### 2.7.1 - Clarificação

Clarificar a água consiste em coagular os colóides constituintes dessa água; essa coagulação se realiza pela adição de um eletrólito ou de outros colóides de carga elétrica contrária, aliando-se à neutralização elétrica o poder adsorvente mútuo de ambos os colóides (CETESB, 1974).

O clarificante clássico mais utilizado nas Estações de Tratamento é o sulfato de alumínio em solução aquosa a 5% ou 10%. Para a eficiência do tratamento, as características peculiares da água a tratar, são principalmente o grau de acidez e o teor de carbonatos e bicarbonatos e a alcalinidade da água (CORSAN, 1974).

Conforme CETESB (1974), o sulfato de alumínio reage com os elementos que constituem a alcalinidade da água, formando hidróxido de alumínio ao qual se deve efeito clarificante.

A reação clarificante é:

- Sem alcalinidade não há floculação. No caso em que a água em tratamento seja destituída de alcalinidade própria, deve-se fazer um tratamento pré-alcalinizante.
- A velocidade de floculação é função da quantidade de sulfato de alumínio, visto ser a adsorção proporcional à superfície adsorvente.
- Quanto maior o teor de matéria orgânica, maior a quantidade de sulfato de alumínio e maior a necessidade de alcalinizante.

A adição de sulfato de alumínio aumenta a acidez da água não só devido ao caráter ácido deste sal, como à liberação de  $\text{CO}_2$  em virtude da reação com os carbonatos (CORSAN, 1974).

A dosagem de sulfato considerada "*dose ótima*", será aquela em que com o mínimo dispêndio de coagulante, obtém-se o maior efeito clarificante, e maior limpidez, máxima velocidade de coagulação e decantação, sem deixar alumínio residual (CORSAN, 1974).

De acordo com a metodologia da CORSAN (1974), a clarificação do tratamento clássico da água é demonstrada em fases, descritas abaixo:

1ª fase: Dispersão do coagulante: A água bruta “in natura” ao chegar à Estação de Tratamento recebe na câmara de mistura o coagulante na dosagem justa e conveniente. Deve-se obter uma distribuição uniforme do coagulante com água, dando-se, para isso, uma agitação violenta, rápida e de curta duração em geral 1 (um) minuto (Imhoff, 1985).

2ª fase: Acondicionamento do coágulo: Tem por finalidade atingir um grande coágulo, resistente, coeso, que possa sedimentar pela ação da gravidade. Isto se consegue mediante agitação lenta da água em pequena velocidade decrescente, durante um tempo de 15 (quinze) minutos, com velocidade de 0,15 a 0,30 m/s (Di Bernardo, 1993).

3ª fase: Decantação: Tem por objetivo a clarificação de água mediante a sedimentação da matéria coagulada, sendo pela ação da gravidade. Nesta fase a água possui uma velocidade mínima de 0,005 m/s 0,015 m/s e um período de retenção nos decantadores de 4 a 6 horas (Azevedo, 1991).

4ª fase: Filtração: A água decantada atravessa filtros rápidos de areia, eliminando-se aí as matérias em suspensão, microrganismos, germes, etc. A eficiência da clarificação varia de 90 a 98 %, reduzindo de 80 a 95% o conteúdo bacteriano (Di Bernardo, 2003).

### **2.7.2 - Neutralização**

Visa corrigir a acidez natural ou adquirida por efeito do tratamento coagulante. A água clarificada apresenta um pH próximo de 6,0; tal água é agressiva aos condutos, fazendo-se necessário neutralizar-se até pH 8,2 – 8,4 no qual o CO<sub>2</sub> livre é nulo. Utiliza-se neste tratamento a água

saturada de cal ou leite de cal que é adicionada à água filtrada até se alcançar o pH desejado (CETESB, 1974).

### **2.7.3 – Desinfecção**

A desinfecção é um processo que permite a destruição ou a eliminação dos microrganismos suscetíveis de transmitir doenças, do ponto de vista de saúde, este processo é muito importante no processo de tratamento de água (Gonçalves, 2003).

O processo da desinfecção é a operação final do tratamento purificador. Sua finalidade é garantir um meio isento de microrganismos patogênicos, destruindo os germes restantes na água (em média de 5% dos microrganismos totais da água bruta). O desinfetante mais empregado é o cloro líquido; seu baixo preço, a dosagem mínima requerida o alto poder bactericida e sua propriedade de não comunicar à água odor ou sabor desagradáveis, recomendam-se como o esterilizante ideal (CORSAN, 1974).

Atualmente existem diversos métodos de desinfecção, sendo estudados e aplicados, tais como: ozonização, irradiação (raios ultravioleta) (Richter e Netto, 2003).

## **2.8 - Agentes Coagulantes e Flocculantes:**

### **2.8.1 - Taninos**

Denomina-se “tanino”, uma série de compostos orgânicos extraídos dos vegetais (ANGELO, 1978) ou são substâncias fenólicas que possuem uma estrutura molecular complexa, bem como, um conjunto de propriedades bastantes características para identificá-las (MARQUES, 1949).

Sua fórmula química é expressa por  $C_6H_5COOC_6H_5$ , onde o grupo carbonila é característico “tanígeno”, a qual atribui a propriedade de precipitar a gelatina (Ângelo, 1978).

Estudos realizados permitem afirmar que alguns taninos têm como núcleo fundamental, de sua estrutura molecular, a glicose esterificada por ácidos fenolcarboxílicos, tais como os ácidos gálico e o ácido elágico, são os taninos glicosídicos; outros taninos são ésteres mútuos de ácidos fenolcarboxílicos ou ésteres de ácidos fenolcarboxílicos com hidroácidos, são os taninos depsídios; alguns são ésteres de ácidos fenolcarboxílicos com álcoois poliatômicos e açúcares. E muitos outros têm como núcleo fundamental de sua estrutura molecular difenóis ou polifenóis, tais como a pirocatequina, a resorcina e a floroglucina que, condensados e agregados a núcleos de outro caráter, constituem os taninos condensados ou flobotaninos (Ângelo, 1978).

Segundo Ângelo (1978), entre as propriedades que possuem os taninos, suficientes para identificá-los, mas não para classificá-los, pode-se citar:

- ⇒ solubilidade na água , álcool e no éter ;
- ⇒ reação ácida ;
- ⇒ sabor adstringente ;
- ⇒ precipitação da gelatina e dos alcalóides de suas soluções ;
- ⇒ reações coradas com sais férricos ;
- ⇒ transformação de pele em couro ;

#### **2.8.1.1 - Substâncias Tanantes Extraídas de Vegetais**

Segundo Silva (1999), as substâncias tanantes obtidas de vegetais, cujas propriedades características consistem em se combinarem com as proteínas da pele dos animais, tornando-as imputrescíveis; em adsorverem os metais dissolvidos em água, pela sua coloração e viscosidade. Devido a estas propriedades, o tanino pode ser então

empregado com sucesso nas indústrias de curtimento, anticorrosivos, floculantes, bebidas e plásticos, etc.

Conforme Silva (1999), o tanino forma sais complexos com todos os metais; tendo assim a propriedade de um polímero, posteriormente um floculante. A obtenção de polímeros adequados para uso em tratamento de água e esgoto necessita de características como: solubilidade em água, propriedades eletrolíticas e peso molecular adequado.

Os extratos de tanino procedem quase que somente de cascas, que é adquirido na natureza ou sob a forma aquosa levado ao estado seco (Tanac, 1996).

O estudo do tanino vem se desenvolvendo gradativamente e a cada momento, mostra suas utilizações e complexidades, devido aos inúmeros polímeros constituídos de diversas estruturas vegetais existentes na flora brasileira (Ângelo, 1978).

À medida que se aprofundaram os conhecimentos de química dessas substâncias, classificações foram abandonadas, até que os trabalhos de Fischer e Freudenberg notabilizaram-se por serem os primeiros a proporcionar elementos para esclarecer esse importante assunto (Marques, 1949).

Em 1918, Fischer e Bergmann, realizaram a síntese do “tanino chinês” que naturalmente é extraído da noz de galha. Assim foi dado mais um passo de grande significação para a química dos taninos. Então Freudenberg, à vista dos resultados obtidos estabeleceu uma classificação para os taninos a qual é até agora aceita (Marques, 1949).

Segundo estes resultados, os taninos agrupam-se em:

**Taninos Hidrolizáveis:** estes se caracterizam por uma estrutura em que os núcleos benzênicos estão ligados por átomos de oxigênio e por serem decompostos em constituintes mais simples pela ação de ácidos e enzimas.

**Taninos Condensados:** caracterizam-se também pela sua estrutura, por apresentarem núcleos benzênicos ligados por átomos de carbono, e

ainda por não se hidrolizarem pela ação de enzimas ou de ácidos. Distinguem-se, ainda, porque sob ação de agentes oxidantes ou ácidos fortes condensam-se com perda de uma ou mais moléculas de água e formarem compostos amorfos, insolúveis e de elevado peso molecular, denominados flobafenos.

Em vista do elevado consumo de tanino é intenso e permanente o interesse pelas fontes dessa valiosa substância. A maioria dos vegetais é portadora de taninos. Esta substância, cuja origem e função ainda desconhecida dos botânicos, encontra-se em diferentes partes dos organismos vegetais. O tanino localiza-se nas raízes, no lenho, na casca, nas folhas, nos frutos, nas sementes, e na seiva e também em excrescências que se formam sobre os galhos, frutos e pecíolos de alguns vegetais em consequência das picadas de determinados insetos (Marques, 1949).

O tanante vegetal usado para esse estudo é de Acácia, o qual é obtido da casca de diversos vegetais da família das leguminosas, subfamília das Mimosáceas, nativas da Austrália e posteriormente cultivadas em outros países. O material é denominado também de tanino de Acácia Africana, de Acácia Negra, de "*Black Wattle*", de mimosa, cujo seu *nome científico* da planta é *Acácia mearsii* (Ângelo, 1978).

No entanto, apesar de se conhecer algumas centenas de espécies e variedades de acácias, usa-se geralmente como fonte de taninos somente algumas. Em condições normais de cultivo esses vegetais atingem a maturidade entre 6 a 10 anos de idade elevando-se entre 10 e 30 metros de altura com 25 a 45 cm de diâmetro e produzindo de 5 a 18 Kg de casca com 30 a 40 % de taninos, ou seja, de 1,5 a 8 Kg por indivíduo de planta (Marques, 1949).

Assim, como já são conhecidas as ações antitumorais e anticarcinogênica, taninos têm efeitos inibidores de tumores, pela formação de radicais livres estáveis, inibem a peroxidação de lipídios e outras substâncias. São usados como agentes antimicrobianos em geral

(fungicidas e antibacterianos), como antitermitas, como reguladores de crescimento e germinação de plantas e funções relacionadas a estas (SILVA, 1999).

Outro campo de atuação não só do Fe (ferro), mas também de outros cátions, está nas adsorções atribuídas a polifenóis, algumas vezes ligadas a fenômenos de precipitação. Extratos de acácia negra são conhecidos por adsorverem Cr (Cromo), Cd (cádmio), Cu (Cobre) e Fe (Ferro) entre outros metais (SILVA, 1999).

Segundo SILVA (1999), os grupos condensados unem-se mais aos cátions metálicos, como íons férricos, formando quelatos, que se caracterizam pela sua estabilidade, propriedades redutoras e que seus extratos possuem caráter ácido, o que permite a diluição do metal existente nas camadas de óxidos superficiais, para a formação dos quelatos.

O conceito mais moderno propõe algo abrangente: fenóis poliméricos de plantas (ligninas e taninos condensados) são atacados oxidativamente por microorganismos, indo a compostos fenólicos, ácidos fenólicos e flavonóides, que são convertidos a quinonas. As quinonas polimerizam formando compostos húmicos. Esta teoria é reforçada pela presença de unidades floroglucinol, que não são encontradas em lignina, e sim fazendo parte de taninos condensados, em húmus. Suspeita-se ainda a incorporação de outros fenóis provenientes de síntese microbiana a partir de carboidratos simples (SILVA, 1999).

As cascas das espécies florestais cubanas foram utilizadas como matéria prima para síntese dos solventes. Estudam-se as condições de adsorção de mercúrio (Hg), urânio (U), cádmio (Cd) e cromo (Cr) nas resinas de taninos condensados usando diferentes processos. A grande vantagem dos taninos vegetais é possuir a propriedade de adsorver metais dissolvidos em água, aglutinando-os por precipitação no meio; além disso, podem eliminar ou diminuir a toxidez existente na água

oriundo de fontes como cianofíceas ou bactérias clorofiladas, por exemplo, (SILVA, 1999).

O maior contato humano com substâncias metálicas é devido ao desenvolvimento da civilização. A metalurgia acompanhou mais tarde o surgimento de culturas. Os metais com aumento de seu uso e produção se tornaram neurotóxicos importantes. Estes efeitos tóxicos têm sido conhecidos há séculos e alguns efeitos ocupacionais dos metais em relação ao sistema nervoso central. “Os metais podem causar perigo ao sistema nervoso central e em outras partes do sistema”, (SILVA, 1999).

#### **2.8.1.2 - Classificação dos Taninos.**

De acordo com SILVA (1999), são classificados como:

**Taninos Hidrolizáveis:** Possuem uma estrutura de poliéster que se hidrolizam com facilidade.

**Galotaninos:** apresentam como núcleo a glicose;

**Elagitaninos:** igual ao grupo dos galotaninos só que se forma com mais um grupo hexahidroxifenol (ácido gálico) e glicose.

**Oligoméricos complexos:** estes se classificam segundo a estrutura e o modo de condensação entre os monômeros (85% dímeros e 10% trímeros).

**Taninos condensados:** São constituídos por unidades flavonóides, com diferentes graus de condensação: Os condensados que possuem ligações C – C, mais dificilmente rompidas. Pela diferente natureza das unidades constituídas e dos tipos de ligações formadas entre monômetos, tratam - se de substâncias quimicamente diferentes, onde o proantocianidas contém grupos floroglucinólicos (taninos de pinhos) e resorcinólicos (mimosa e quebracho).

**Taninos complexos:** Contém os grupos hidrolizáveis e condensados. Neste grupo se encontram taninos condensados e das unidades flavonóides.



**Florotaninos:** Uma quarta classe de taninos encontrada, porém entre os vegetais inferiores são os florotaninos, formados exclusivamente de unidades floroglocinol ligadas por C – C ou C – O, por elemento oxidativo encontrados até em oito unidades.

### **2.8.1.3 - Avaliação de Toxidez**

Os ensaios oficiais feitos para avaliação de toxidez de biopolímeros como os taninos variam em função dos seres vivos e da característica que queira avaliar. As faixas de concentração inibidora são variáveis para espécies de microrganismos diferentes (faixa de 0,10 a 0,25 g/l) e peixes utilizados para testes oficiais de toxidez (faixa de 0,025 a 0,1 g/l) (SILVA,1999).

Segundo SILVA (1999), o tanino condensado é o mais utilizado como floculante por ser mais viscoso que o hidrolizável. Existindo toxidez, será necessário acréscimo de poliamidas ou proteínas em sua estrutura. Pois nos hidrolizáveis já existe uma maior concentração de glicose em sua estrutura nuclear obtendo assim, uma menor toxidez. Porém quando utilizado para o tratamento de águas para abastecimento ou tratamento de esgotos a concentração utilizada como coagulante está abaixo das concentrações suficientes para intoxicar o meio, já que, uma super dosagem não necessariamente acarretará a floculação ideal. Por outro lado os taninos condensados são agentes antimicrobianos (fungicidas, algicidas e antibacterianos), por serem reguladores de crescimento e germinação de plantas e funções correlacionadas a estas.

### **2.8.1.4 – Relação Entre Taninos e os Metais**

A maioria dos estudos sobre resinas de taninos vegetais encontram-se em cuba. Notadamente os resultados dos taninos estão baseados em espécies vegetais que são encontrados naquele país.

Muitas informações podem ser obtidas com relação aos produtos complexantes embora tenham sido pesquisados originalmente para retirada do meio água, metais como urânio, cádmio, mercúrio e cromo (SILVA, 1999).

Há alguns efeitos importantes a serem observados em soluções de polifenóis quando há presença de íons metálicos em suas soluções. Taninos complexam cátions ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) por grupos hidroxila nas reações com fenóis catalisadas por metais. Esta importante propriedade de formar sais complexos com metais normalmente encontrados na água como o Fe, resulta o seu emprego como polietrólito natural, que pode ser encontrado no Brasil para serem utilizados tanto em meio ácido (bisquetato - pinho) e em condições alcalinas (trisquelato - mimosa) (SILVA, 1999).

O principal mecanismo de ação dos taninos é a formação de quelatos. A sua principal característica de reatividade é dada pela presença de ferro na constituição do polieletrólito que age como transportador de elétrons formando as pontes necessárias para oxidação de outros metais. Devido ao fato, o tanino extraído do quebracho foi bastante utilizado para inibir corrosão em caldeiras por depósito de metais em meio alcalino (LAMB, 1996).

#### **2.8.1.5 - Método de Extração de Tanino nas Indústrias**

As grandes indústrias trabalham geralmente por percolação, em baterias de grandes autoclaves construídas de cobre ou aço inoxidável cilíndricas, com uma altura duas vezes maior que o diâmetro. Funciona de forma descontínua a contracorrente e se conectam em série de 6 a 12 difusores para formar baterias (SILVA, 1999).

O objetivo final da reação é obter um produto em estado coloidal contendo uma concentração elevada de tanino, havendo ainda, presença

de polissacarídeos e gomas hidróxido coloidais nos extratos (SILVA, 1999).

#### **2.8.1.6 - Tanino Vegetal Utilizado na Pesquisa.**

O produto usado neste estudo foi o “*Tanfloc*”, caracterizado como um polímero orgânico-catiônico de baixo peso molecular de origem essencialmente vegetal derivada de fontes renováveis de matéria -prima, extratos de casca da Acácia Negra, atuando como agente coagulante, floculante ou auxiliar de floculação, no tratamento de águas em geral (TANAC, 2005).

O *Tanfloc* apresenta - se em duas versões: Tanfloc SA (líquido, viscosidade à 25<sup>o</sup> C , copo Ford n<sup>o</sup> 4 no máximo 65, pH entre 2,0 -2,6) e Tanfloc SS (líquido, viscosidade à 25<sup>o</sup> C, copo Ford n<sup>o</sup> 4 no máximo 60, pH entre 1,5 – 2,0) (TANAC, 2005).

O produto atua em sistemas de partículas coloidais, neutralizando cargas e formando pontes entre estas partículas, sendo este o processo responsável pela formação de flocos e conseqüente sedimentação, não alterando o pH da água tratada por não consumir a alcalinidade do meio, ao mesmo tempo em que é efetivo em uma faixa de pH de 4,5 – 8,0 (TANAC, 2005).

É usado na forma líquida, ou sob forma de uma solução diluída, sozinha ou em combinação com outros agentes como o sulfato de alumínio, cloreto férrico, etc. A substância em questão é biodegradável, sendo completa e rapidamente digerida durante o tratamento biológico, sem ficar acumulado, mesmo quando o lodo não apresentar descarte (TANAC, 1996).

### 2.8.2 - Sulfato de alumínio.

Conforme SILVA (1999), a quantidade de sulfato de alumínio necessário para provocar uma coagulação perfeita não pode ser predita teoricamente por análise química ou por outras hipóteses. Usa-se mais as quantidades teóricas, porque parte dos íons de alumínio parecem se combinar diretamente com as impurezas da água.

O sulfato de alumínio é fácil de transportar e de manejar, seu custo é baixo e é produzido em várias regiões brasileiras. O seu pH utilizado é de 5,0 a 8,0 (SILVA, 1999).

Existem outros coagulantes como o sulfato ferroso muito útil para tratar água que apresente pH elevado na faixa de 8,5 a 11,0; sulfato férrico conveniente para tratamento de águas altamente coloridas ou ácidas é efetivo na faixa do pH de 5,0 a 11 e cloreto férrico produz bons flocos em amplo intervalo no pH de 5,0 a 11,0 (SILVA, 1999).

Cada coagulante requer um pH adequado, para ser necessário ajustar o parâmetro do componente químico escolhido. Utiliza-se quase sempre hidróxido de cálcio ou carbonato de sódio para aumentar o pH da água e ácido sulfúrico para reduzir (Richter & Netto, 2003).

O produto químico mais utilizado como coagulante no tratamento da água é o sulfato de alumínio. É bastante eficiente em relação à redução da cor, turbidez, DQO e DBO, porém sua concentração diminui em 43% pelo próprio alumínio. Enquanto o tanino além de minimizar em 65% os parâmetros mencionados, adsorve os metais como o alumínio, ferro, zinco, etc., eliminando-os do meio diminuindo assim a sua toxidez (Silva, 1999).

O sal de alumínio era usado durante o Império de Roma e China, para o tratamento de água e, na idade média, junto com mel, para tratamento de úlcera e para outros remédios (Richter & Netto, 2003).

Segundo BAUMGARTEN, 2001, o sulfato de alumínio dependendo da dosagem é tóxico e pode provocar doenças de demência e

coordenação motora, devido à deficiência renal em filtrar os metais do sangue que é levado ao cérebro como o Alzheimer, mal de Parkinson.

### **2.8.3 - Coagulantes Químicos Mais Utilizados**

No tratamento d'água, o termo coagulação é usado para indicar a adição de substâncias químicas solúveis que têm a propriedade de reagirem entre si e com outras substâncias dissolvidas na água a ser tratada, resultando a formação de flocos gelatinosos, que absorvem as partículas em suspensão que, devido à densidade dos flocos, precipitam em tempo relativamente rápido (SILVA, 1999).

Estas substâncias químicas que promovem a coagulação chamada coagulantes geralmente são sais de alumínio e ferro. Em boa parte das estações de tratamento de água e melhorias para tratamento de maiores vazões, vem sendo utilizado polímero sintetizado como a poliacrilamida a partir de reações de polimerização orgânica (SILVA, 1999).

Processos convencionais utilizam coagulantes químicos que podem ser classificados como:

Coagulantes ácidos:  $\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  - Sulfato de alumínio

$\text{Fe SO}_4 7\text{H}_2\text{O}$  - Sulfato ferroso

$\text{Fe Cl}_3$  - Cloreto férrico

$\text{Fe}_2 \cdot (\text{SO}_4)_3$  - Sulfato férrico

Coagulantes básicos:  $\text{Na Al.O}_2$  - Aluminato de sódio.

### **2.8.4 - Coagulação e Floculação**

As águas dos mananciais para abastecimento, normalmente possuem cor, turbidez, sólidos dissolvidos em estado coloidal e em suspensão (Richter & Netto, 2003).

O tanino é um polieletrólito que quando combinado com sais metálicos obtém a propriedade de coagulante, desestabilizando os

colóides com a destruição da camada de solvatação, diminui assim o potencial de cisalhamento, isto é o potencial zeta do processo de coagulação e floculação (Silva, 1999).

Dessa forma, retira partículas sob as dimensões coloidais e suspensas por sedimentação e filtração, proporcionando uma clarificação e redução de muitos microrganismos capazes de ocasionar doenças que pode ser completado por desinfecção no tratamento final. Coagulação e floculação são dois processos físico-químicos onde são realizadas reações químicas entre partículas coloidais e em suspensão com coagulantes para formação de flocos com massa e peso suficientes para serem retirados por um simples processo de separação sólido-líquido, principalmente a decantação de água e a filtração (SILVA, 1999).

Conforme Azevedo (1991), no processo de Coagulação e Floculação existem diversos fatores que influenciam o tratamento eficaz da água como:

- 1) Cor e turbidez da água;
- 2) pH da água;
- 3) Temperatura da água;
- 4) viscosidade;
- 5) Grau de agitação;
- 6) Tipo e quantidade de coagulante usado;
- 7) Concentração do coagulante e das substâncias presentes;
- 8) Tempo de mistura e floculação.

## **2.9 - O Meio Ambiente e o Gerenciamento de Águas.**

Segundo Donaire (1995), entre as diferentes variáveis que afetam o ambiente dos negócios, a preocupação ecológica da sociedade tem ganhado um destaque significativo em face de sua relevância para a qualidade de vida das populações, os países começam a entender que as medidas de proteção ambiental não foram inventadas para impedir o desenvolvimento econômico e inserido, em seus estudos de desenvolvimento, modelos de avaliação de impacto e custos/ benefícios ambientais na análise dos projetos econômicos, que tem resultado em novas diretrizes, regulamentações e leis na formulação de suas políticas e na execução de seus projetos de governo.

Surge o conceito de desenvolvimento sustentável, que ao definir o que é sustentabilidade, o termo foi cunhado por Lester Brow, na década de 80, ao se referir a comunidades que satisfazem suas necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras a atenderem as suas (in. Capra, 2003).

Capra (2003), defende a tese de que a atual geração deve dar início à transição para uma economia sustentável ainda a tempo de estancar a degradação e reverter parte dos estragos que foram causados ao planeta e a raça humana. Ele revela apreensão com a perda da biodiversidade do planeta, o que significa “romper a teia da vida da qual depende o nosso bem estar”. Há serviços que a natureza – e só ela - pode prestar e que são essenciais à vida, como o processamento de resíduos e a regulação do clima “, alerta, afirmando que” o elo casual entre o aquecimento global e a atividade humana já não é uma simples hipótese”.

Conforme Capra (2003), a maioria dos atuais problemas ambientais e sociais tem suas raízes profundas no sistema econômico. “Uma legislação ambiental mais rigorosa, uma atividade empresarial mais ética, uma tecnologia mais eficiente – tudo isso é necessário, mas não suficiente. Precisamos de uma mudança sistêmica mais profunda”, que ele chama de “virar o jogo”.

Segundo George Martine (1996), o principal problema ambiental global a ser enfrentado pela civilização no século XXI advém do seu próprio modelo de desenvolvimento – e não do volume ou do ritmo de crescimento demográfico. O “progresso” tal como o conhecemos – tão almejado por todos os países pobres – representa um esforço de emular os padrões de produção e consumo que prevalecem em países desenvolvidos. Mas o aumento do consumo, essencial ao “desenvolvimento”, e inerentemente incompatível com o “desenvolvimento sustentável”.

Embora não se possa negar a importância do fator demográfico na configuração da problemática ambiental – particularmente de países grandes e/ou de crescimento vegetativo acelerado, existe o perigo de que a atenção enfocada nele retarde a discussão de considerações mais transcendentais. Enquanto se concentram as atenções na panacéia malthusiana, a reflexão sobre as questões mais cruciais para a agenda ambiental brasileira e internacional – questões ligadas à viabilidade do próprio modelo de civilização – avança pouco (Martine, 1996).

Uma economia baseada no desenvolvimento sustentável exigirá mudanças em muitos aspectos da sociedade e do comércio. Não se trata apenas da poluição do ar, depredação da camada de ozônio, conservação da água, uso de matéria-prima e gestão do resíduo; trata-se também de um problema realmente internacional, que afeta as transações que atravessam fronteiras, comércio, finanças e agendas políticas (Roth, 1996).

O papel das indústrias que operam em uma base internacional é essencial para que uma abordagem construtiva possa alcançar a meta de desenvolvimento sustentável. A indústria controla a fonte de matérias-primas, os processos de produção e distribuição, as respostas dos consumidores e os métodos de eliminação de resíduos através de suas atividades. Uma liderança pró-ativa da indústria, visando encontrar incentivos positivos para mudar e melhorar o desempenho significaria



oportunidades de redução do controle legislativo, um processo de comunicação mais saudável com a comunidade e, finalmente, um futuro industrial e social sustentável para todos. E aí que a definição de padrões de conformidade da gestão ambiental pode ajudar (Roth, 1996).

De acordo com Valle (1995), a poluição industrial é uma forma de desperdício e um indício da ineficiência dos processos produtivos até agora utilizados. Resíduos industriais representam, na maioria dos casos, perdas de matérias-primas e insumos. Na medida que as empresas vão aderindo aos conceitos da Qualidade Total e se preocupam mais com a eficiência de seus processos produtivos, passas a haver uma convergência de interesses técnicos, econômicos e comerciais que tenderá a reduzir a geração de poluentes pela indústria.

A Agenda 21, um documento-programa de ação que visa por em prática as declarações firmadas na Conferência do Rio, propõe a redução da quantidade de energia e de materiais utilizados na produção de bens e serviços, a disseminação de tecnologias ambientais e a promoção de pesquisas que visem o desenvolvimento de novas fontes de energia e de recursos naturais renováveis. Propunha ainda o mesmo documento pela incorporação dos custos ambientais nas decisões dos produtores e consumidores, de forma que os preços reflitam o valor total dos recursos utilizados e previnam a degradação ambiental. Em, suma, um reconhecimento da importância de Qualidade Ambiental na gestão dos negócios das empresas e na relação com seus clientes e com a sociedade (Valle, 1995).

Conforme Roth (1996), um dos bens mais preciosos à disposição da humanidade é a água, a qual requer racionalidade e parcimônia em sua utilização. A água essencial para a maioria das indústrias, onde tem utilização nos processos de lavagem, na transferência de calor (sistemas de aquecimento e de resfriamento) e como matéria-prima, em alguns tipos de produtos, como alimentos, medicamentos, etc.

Segundo Campos (2003), em sentido amplo, a gestão das águas é definida como o conjunto de procedimentos organizados no sentido de solucionar os problemas referentes ao uso e ao controle dos recursos hídricos. O objetivo da gestão é atender, dentro das limitações econômicas e ambientais e respeitando os princípios de justiça social, a demanda de água pela sociedade com uma disponibilidade limitada. A gestão é formada por três sub-funções: o planejamento, a administração e a regulamentação.

### **2.9.1 - Reúso de Águas**

O reaproveitamento de águas residuárias é uma prática que vem sendo incrementada nos últimos anos, como consequência da necessidade de se aumentar a oferta hídrica. A tendência atual é se considerar a água residuária tratada como um recurso hídrico a ser utilizado para diversos fins (Motta, 2000).

O reuso de águas pode ocorrer de forma direta ou indireta. O reuso é indireto quando o esgoto é lançado no ambiente (águas superficiais e subterrâneas), passa por um processo de diluição, dispersão e depuração, voltando a ser utilizado. São exemplos de reuso indireto: recarga de aquíferos; lançamento em recursos hídricos superficiais; regularização de cursos d'água (Motta, 2000).

O reuso é direto quando o líquido passa por um processo de tratamento, acondicionamento e distribuição, visando especificamente à sua reutilização. São exemplos de reuso direto: irrigação, aquacultura, abastecimento industrial, abastecimento humano (Motta, 2000).

Conforme Motta (2000), são muitas as vantagens do reuso de águas:

- Aumento da disponibilidade de água.
- Suprimento de água durante todo o ano.

- Liberação da água disponível para utilização em usos onde há necessidade de melhor qualidade.
- O efluente não é lançado em corpos d'água, evitando a poluição e principalmente de mananciais com baixas capacidades de depuração.
- Produção de alimentos, quando usado em irrigação ou piscicultura, resultando em benefícios econômicos e sociais.

### **CAPÍTULO III – METODOLOGIA**

Para desenvolver as atividades experimentais utilizaram-se amostras extraídas do reservatório de um Frigorífico de abate de suínos, localizado na cidade de Frederico Westphalen no interior do Estado do Rio Grande do Sul.

As atividades visando atingir os objetivos do trabalho foram desenvolvidas em etapas como: revisão bibliográfica, planejamento e desenvolvimento da metodologia, coleta de amostras, desenvolvimento de ensaios e análises laboratoriais quantitativas e qualitativas, registros fotográficos, coleta de dados, compilação de dados, análise dos resultados, elaboração tese (escrita e revisão), defesa da tese (seminário, defesa e correções).

Nesta etapa de planejamento determinaram-se quais seriam os produtos testados, os testes e procedimentos a serem realizada para maior eficiência no tratamento da água em teste, operacionalização simplificada na dosagem de um único produto e geração de lodo sem contaminantes metálicos da Estação de Tratamento de Águas (ETA) do frigorífico.

Para obtenção de resultados práticos foram realizadas várias coletas de amostras e desenvolvidos diversos testes em jar-test para determinação da concentração do agente floculante, bem como: a sua dosagem, o tempo ideal de floculação, características de decantação, turbidez e pH ideal.

Para determinação da dosagem e eficiência do coagulante empregado, bem como as faixas de pH e as dosagens ótimas, fez-se necessário a elaboração de um diagrama de coagulação.

Os diagramas são construídos a partir da realização de vários testes de jarro em diversas concentrações. Onde os eixos X e Y do diagrama são, respectivamente, o valor da concentração do produto

tanino coagulante dada em ppm e a turbidez dada em NTU da amostra floculada, decantada e filtrada.

A eficiência de um tratamento e ou de um produto no processo de tratamento de água pode ser demonstrado por indicadores de qualidade da água anterior e posterior a aplicação da técnica de tratamento.

Conhecer as características de qualidade da água bruta do manancial é determinante para definir a eficácia da tecnologia de tratamento. O conhecimento de dados de qualidade da água por um longo período de tempo, principalmente de mananciais superficiais, sofre grandes variações ao longo de um ano e o adequado tratamento estatístico dos dados, também, auxiliam a conduzir a aplicação de tecnologias corretas de tratamento. Portanto foram observados os dados históricos da empresa em relação aos parâmetros: DQO, Nitrato, Nitrito, Amônia, Fosfato e pH, (todas referentes à água de abastecimento da ETA).

As conclusões e recomendações, bem como as discussões foram baseadas nos resultados práticos efetuados em laboratório da Tanac, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e do Frigorífico, apresentados na forma de gráficos, quadros e fotos no capítulo de resultados e discussões.

### **3.1. Equipamentos e Materiais Necessários**

Os equipamentos necessários para efetuar as medidas e análises foram:

- Aparelho de jar-test
- Medidor de pH
- Turbidímetro
- Cronômetro
- Balança analítica
- Fotômetro

- Espectrofotômetro
- Vidrarias: balões volumétricos, béqueres, pipetas, provetas, bastões de vidro, funis, termômetro, etc.
- Outros: algodão, papel filtro whatman 40, pipetadores, água destilada, papel toalha, etc.

### 3.2. Procedimento dos Ensaio

#### Teste do Jarro (jar-test)

O equipamento para jar-teste (teste de coagulação) foi utilizado para simulação de tratamento de água, esgoto e efluentes em geral. Realizou-se em laboratório a repetição das três fases consideradas na prática como essenciais na formação da coagulação, nas estações de tratamento de água que são, respectivamente:

**Mistura rápida:** A fase de mistura rápida consistiu na adição de coagulantes na água captada do reservatório natural no tempo de 40 segundos, com agitação rápida e constante por 2,0 min, com uma rotação de 100 rpm. O que permite observar a homogeneização do tanino nas amostras e o início da formação dos primeiros flocos devido a uma adequada quantidade de movimento.

**Movimentação Lenta:** A fase de mistura lenta se dá posterior a mistura rápida, onde a rotação das paletas diminuiu, para 40 rpm em um tempo de 15min, não gerando assim a quebra dos flocos que foram formados. Observou-se também visualmente seu tamanho, densidade e tempo de formação.

**Decantação:** Finalmente, a fase de decantação, onde a água teve o escoamento reduzido, de modo que permitiu observar o tempo de decantação dos flocos e a clarificação da amostra de cada jarro.

**Filtração:** Esta etapa é importante no procedimento de limpeza da água, e realizada com auxílio de béquer, funil e papel filtro whatman 40.

Para o teste utilizou-se os seguintes materiais:

- a) Reagentes: água do efluente; taninos vegetais (tanfloc SG); ácido sulfúrico.
- b) Equipamentos utilizados: aparelho de jar-test;
- d) Vidrarias: béckeres de 1000ml; provetas de 100ml; pipetas; funis;

#### **- pH**

O aparelho utilizado foi o potenciômetro, com solução tampão de pH para a calibração antes das medidas. Foram utilizados beakers de 100 ml para conter as amostras.

O controle do pH é fundamental para o sucesso da coagulação. Se o pH da água bruta varia com muita frequência é recomendável o monitoramento contínuo desse parâmetro (Di Bernardo, 2003).

#### **- Turbidez**

O aparelho utilizado foi o turbidímetro nefelométrico. Nos testes foram usados a água tratada com tanino vegetal contida em cubetes de 10ml (APHA-WEF, 1995).

#### **- Demanda Química de Oxigênio**

Foi necessário para análise quantitativa, de matéria orgânica e inorgânica, oxidados por oxidantes químicos como o dicromato de potássio (APHA-WEF, 1995).

#### **- Amônia, nitrito e nitrato**

O aparelho utilizado para detecção é um espectrofotômetro eletrônico.

O método se baseia em espectrofotometria, a leitura é realizada por comprimento de onda, sendo que o conjunto para determinação de nitrogênio sob a forma de nitrito, baseado na norma AWWA 4500 (APHA-WEF, 1995).

**- Nitrogênio Total (Nitrato, Nitrito e Amônia)**

Para determinar quantitativamente o nitrogênio total utilizamos o Método de Kjeldahl (AOAC, 1995).

**- Fósforo, ferro e dureza**

O Método utilizado foi o de Espectrofotometria de Absorção Atômica por Chama (APHA-WEF, 1995).

**- Alumínio e Cobre**

A técnica aplicada para determinação de alumínio foi a de Espectrofotometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite (APHA-WEF, 1995).

**- Fluoreto**

Para determinação de fluoreto a metodologia utilizada foi por Eletrodo de Íon Seletivo (APHA-WEF, 1995).



## **CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 – Caracterização da água tratada**

Neste trabalho buscou-se a otimização da dosagem de taninos vegetais como coagulante e floculante nas condições de mistura rápida e lenta para uma melhor floculação no tratamento de água da lagoa reserva abastecida com água da saída do tratamento de efluente para tratamento e reuso no abastecimento de Frigorífico, verificando visualmente a estrutura do floco, tamanho, densidade, resistência, a sua formação e decantação.

Foram coletadas várias amostras da lagoa reserva de água do frigorífico, na entrada do decantador.

O mesmo possui um abate diário de 1200 suínos, produção de diversos produtos para atender ao mercado interno e externo como: salame italiano, salsicha, copa, cortes temperados, cortes para exportação etc, pois, por possuir uma representativa produção diária, necessita de uma demanda grande de água potável para suprir suas necessidades de higienização interna e externa, banheiros, jardim.

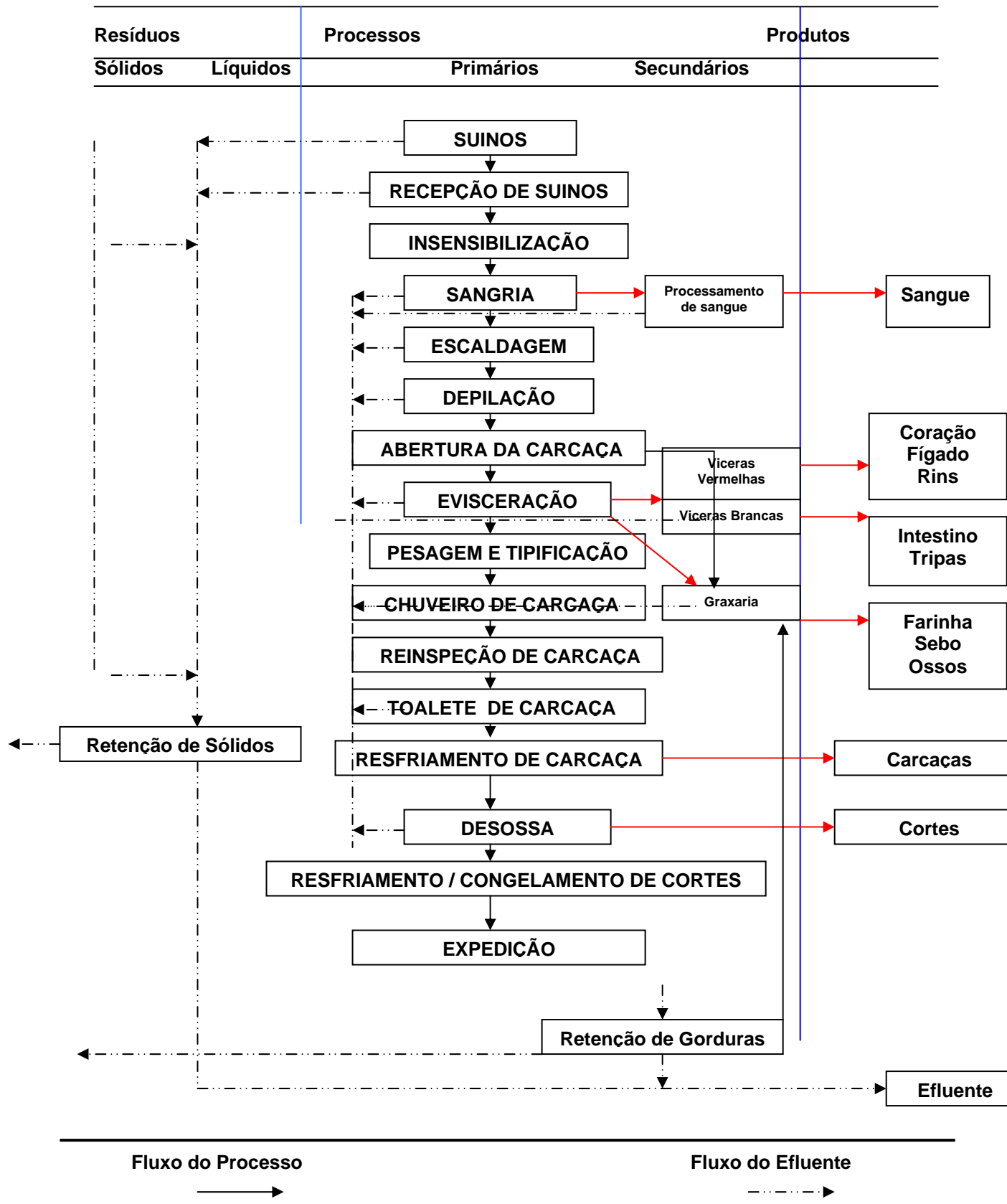
A mesma empresa possui um sistema de tratamento de efluentes baseado na reciclagem de volume substancial de seu efluente tratado como uma estratégia na redução de efluentes dentro de seu sistema de gestão ambiental. Este efluente reciclado é misturado com águas de abastecimento do frigorífico. A mistura destas águas é utilizada como água de abastecimento para a estação de tratamento de águas da empresa.

As análises começaram em período de estiagem como estipulado pelo frigorífico, mas foram elaboradas de forma mais sucinta, a partir de janeiro de 2005, obtendo assim, através de vários testes uma faixa de pH ideal, com faixa de dosagem ideal na diluição da solução em 1%.

Em cada bateria foram analisados: pH, dosagens ótimas, melhores floculações; decantações mais rápidas; uniformidade dos flocos, distribuição e densidade.

As amostras d'água tratada e filtrada foram analisadas no laboratório interno da empresa e no Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM a seguir apresentados em tabelas e discutidos.

### 4.2 – Fluxograma de geração de efluente do frigorífico



### 4.3 – Apresentação dos dados

Os dados apontados adiante são oriundos dos controles internos elaborados pelo Frigorífico, realizados semanalmente sobre a água bruta e a água tratada com sulfato de alumínio, polímero aquafil wp1, soda barrilha e hipoclorito de sódio.

**TABELA 2:** Análises em amostra de água da indústria pesquisada tratada com sulfato de alumínio.

Material em Suspensão	Água Bruta – coletada na entrada do decantador	Água Tratada c/ Sulfato de Alumínio	CONAMA RESOLUÇÃO N° 357 de março 2005. (p/água potável)	PORTARIA N° 518 de março de 2004. (p/água potável)
DQO	102 mg/L	27 mg/L	-	---
Amônia	0,89 mg/L	0,33 mg/L	Máx. 0,005g/L	1,5 mg/L
Nitrato	2,09 mg/L	0,34 mg/L	10,0 mg/L	10,0 mg/L
Nitrito	0,33 mg/L	0,00 mg/L	1,0 mg/L	1,0 mg/L
Fósforo total	11,0 mg/L	10,0 mg/L	0,020 mg/L	---
pH	10,02	9,37	6,0 a 9,0	6,0 a 9,5

Coleta: 17/03/05 horário: às 10hs temperatura 25° C.

Amostra: coletada na área de captação.

Análise realizada no laboratório do frigorífico às 15hs.

Analisando os resultados da amostragem da água bruta e pós-tratamento com sulfato de alumínio (ver Tabela 2) observou-se, com relação à RESOLUÇÃO CONAMA N° 357 (ANEXO 02), que entre os parâmetros analisados, o fósforo total e o pH encontram-se acima dos padrões máximos permitidos, sendo assim necessário ações de melhorias sobre o processo de tratamento da água para o cumprimento da legislação pertinente.

**TABELA 3:** Testes de floculação usando tanino com agitação manual da água bruta com pH inicial de 9,8 e com correção do pH.

[ ] solução	Agente Floculante		Floculação		Decantação		Água	
	Dosagem Ml	ppm	Início Tempo	Parcial	Aspecto Turvo Límpido		pH da água bruta corrigido	pH da água tratada c/ tanino
0,2%	10/1000	20	> 2'	≥ 20'	X		7,34	7,25
0,2%	10/1000	20	> 2'	≥ 20'	X		7,22	7,3
0,4%	10/1000	40	> 3'	≥ 20'	X		7,02	7,56
0,4%	10/1000	40	> 3'	≥ 20'	X		7,00	7,54
0,6%	10/1000	60	> 3'	≥ 6'		X	6,37	6,85
0,6%	10/1000	60	> 3'	≥ 6'		X	7,40	7,49
0,8%	10/1000	80	> 1'	≥ 2'		X	7,10	7,15
0,8%	10/1000	80	> 1'	≥ 2'		X	7,48	7,57
1%	10/1000	100	> 2'	≥ 2'		X	7,32	7,42
1%	10/1000	100	> 2'	≥ 2'		X	7,34	7,35

Coleta: 18/02/05 horário: às 7:30 hs temperatura 25° C.

Amostra: coletada na área de captação e acondicionada na geladeira a 4° C.

Análise: 18/02/05 às 9:00 hs, no laboratório do Frigorífico.

A Tabela 3 mostra os resultados dos ensaios de floculação, da mesma amostra da água tratada anteriormente com sulfato de alumínio, realizados com produto a base de tanino, o Tanfloc SG.

Para a avaliação do tempo de formação dos flocos, tempo de detenção, tamanho e resistência dos flocos, o produto utilizado foi diluído em diversas concentrações.

Os testes foram realizados em béquer de 1000 ml sob agitação, a qual foi realizada manualmente com bastão de vidro, inicialmente no primeiro minuto sob agitação rápida e posteriormente sob agitação lenta por mais 12 minutos.

Nas concentrações de 0,2% e 0,4% os flocos apresentaram-se pequenos, mal formados, dando a água aspecto de “suja”, ou seja, turva.

A decantação realizou-se em tempo prolongado em torno de 20 minutos, sendo que ainda permaneceram alguns flocos dispersos em suspensão após o período de observação.

Nas concentrações de 0,6%, 0,8% e 1% houve melhor formação dos flocos, mais espessos, mais densos e a decantação desenvolveu-se mais rápida e homogênea.

Quanto ao parâmetro de Turbidez de 5 UT estabelecido pela Portaria nº 518, os resultados dos testes realizados em sistema de agitação manual, não foram satisfatórios.

Portanto a finalidade de atingir um grande coágulo, resistente, coeso, que possa sedimentar pela ação da gravidade não foi realizada, devido ao sistema aplicado não oferecer as condições necessárias as ideais.

Sendo que os testes seguintes (ver Tabela 4) foram realizados em equipamento Jar-test e também se avaliou, o tempo de formação dos flocos, o tempo de detenção, tamanho e a resistência dos flocos.

Aplicaram-se três concentrações diferentes de tanino nos jarros de forma crescente 60 ppm, 80 ppm e 100 ppm.

Observou-se que no teste do jarro, a concentração de 100 ppm obteve o melhor resultado, mas ainda insatisfatório, pois apresentou cor remanescente por período prolongado com residual, turvo na decantação e os flocos apresentaram-se pequenos e dispersos.

Em relação ao parâmetro turbidez em avaliação nenhum resultado apresentou conformidade com o padrão estabelecido pela Portaria nº 518, Tabela 5 que corresponde a 5 UT.

**TABELA 4:** Testes em jar-test com tanino como agente floculante da água bruta com pH inicial de 9,4.

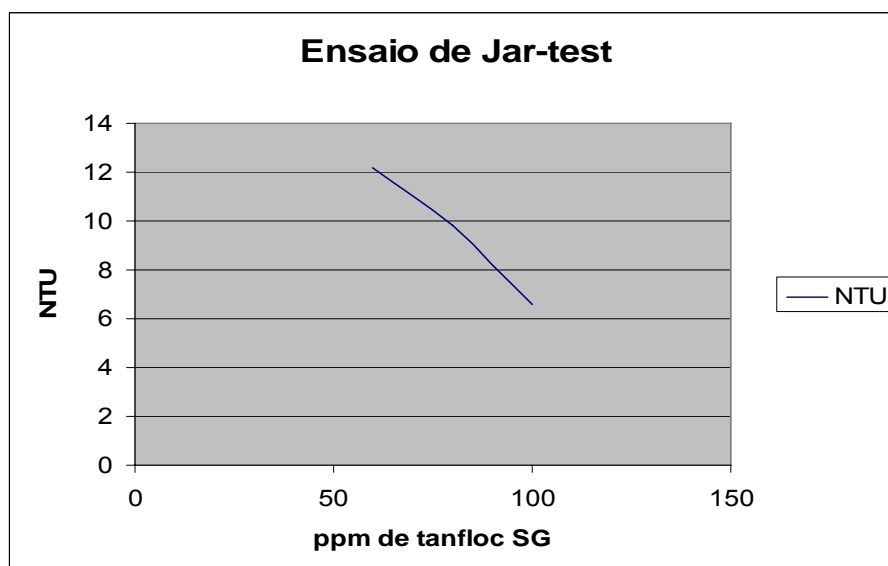
[ ] Solução	Agente Floculante		Floculação		Decantação		Água Clarificada	
	Dosagem Ml	ppm	Início Tempo	Parcial	Aspecto Turvo	Límpido	Turbidez ( x ) NTU	pH da água tratada
1 %	3,0/500	60	<1'	cor remanes- cente	X		12,2	9,4
	4,0/500	80	<1'	≥ 2'	X		9,8	9,1
	5,0/500	100	< 1'	≥ 2'		X	6,6	8,9

Coleta: 15/03/05 horário: às 17:30 hs temperatura 30° C, no Frigorífico.

Amostra: acondicionada em gelo a 4° C.

Análise: 16/03/05 às 14:00 hs, no laboratório da Tanac em Montenegro.

Em forma de diagrama (Figura 2) demonstra-se os resultados de turbidez da água clarificada em relação à dosagem de coagulante aplicado da tabela 4.



**FIGURA 2** – Representação em diagrama a relação da dosagem de coagulante aplicado e a turbidez da água tratada, dia 16/03/05 às 14:00 hs, no laboratório da Tanac em Montenegro.

O diagrama representa o parâmetro selecionado, turbidez, obtido a partir de dada combinação entre pH e dosagem do agente floculante aplicado nos testes de jarro, a fim de avaliar a eficiência do agente floculante e a clarificação da água em cada ponto do diagrama.

Observa-se (Figura 3) no início dos testes em jar-test, a coloração da água bruta levemente verde clara tornou-se marrom clara ao adicionar a solução de floculante a base de polímero vegetal.

O volume e concentração do produto foram aplicados da esquerda para a direita, da menor para a maior. Visualizou-se a cor, a formação dos flocos, velocidade de formação e tamanho inicial dos flocos.



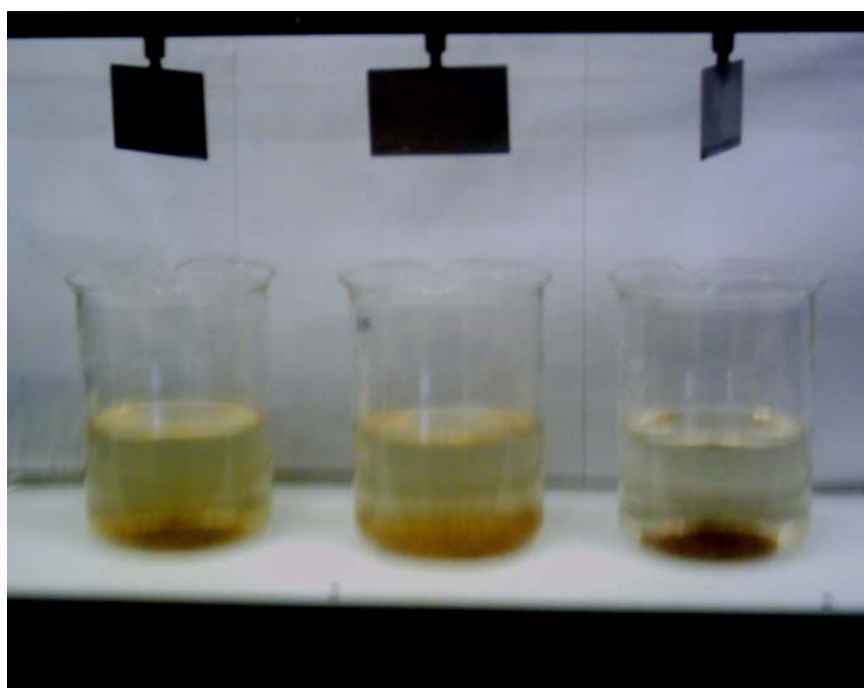
**FIGURA 3** – Representação da cor da água no início do ensaio e a formação dos flocos do ensaio realizado, dia 16/03/05 às 14:00 hs, no laboratório da Tanac em Montenegro.

No final do ensaio (Figura 4), a coloração da água modificou-se de marrom clara para um aspecto límpido transparente, ao analisar da esquerda para a direita, o primeiro bécker com concentração de 60 ppm e



o segundo com 80 ppm mantiveram cor remanescente visível, e o terceiro becker com 100 ppm apresentou leve turbidez com aspecto límpido. Pode-se assim, compreender a relação entre concentração de coagulante aplicado, pH e turbidez da água tratada.

Nos testes onde a floculação foi deficiente, a água manteve cor remanescente e turbidez visível com visualização de sólidos em suspensão.



**FIGURA 4** – Representação do tempo de detenção, tamanho, resistência dos flocos e cor da água tratada no final do ensaio, realizado dia 16/03/05 às 14:00 hs, no laboratório da Tanac em Montenegro.

Para análise comparativa (Tabela 5) realizaram-se testes seguintes, em equipamento de Jar-test, mas com nova medida de alteração do pH da água bruta com a adição de ácido sulfúrico, e novamente avaliou-se o tempo de formação dos flocos, tempo de

detenção, tamanho e resistência dos flocos, decantação e turbidez da água tratada.

Assim, aplicou-se o produto a base de tanino, TANFLOC SG a 1% nas concentrações de 60 ppm, 80 ppm e 100 ppm nos jarros de forma crescente da esquerda para a direita.

Observou-se melhor floculação com formação de flocos maiores, mais resistentes, mais definidos e unidos, melhor decantação em menor tempo.

O pH da água bruta e da água tratada permaneceu praticamente inalterado.

Em relação ao parâmetro turbidez em avaliação, toda a concentração aplicada apresentou conformidade com o padrão estabelecido pela Portaria nº 518, Tabela 5 (ANEXO 1).

**TABELA 5:** Testes em jar-test de floculação da água bruta com pH corrigido.

<i>Agente Floculante</i>		<i>Floculação</i>		<i>Decantação</i>		<i>Água Clarificada</i>		
<i>Concen- tração solução</i>	<i>Dosagem</i>		<i>Início</i>	<i>Parcial</i>	<i>Aspecto</i>		<i>Turbidez</i>	
	<i>MI</i>	<i>Ppm</i>	<i>Tempo</i>		<i>Turvo</i>	<i>Límpido</i>	<i>Dada</i>	
							<i>em NTU</i>	<i>pH da água tratada</i>
1 %	1,5/500	30	< 1'	<1'		X	1,47	7,3
	2,0/500	40	< 1'	<1'		X	1,37	7,3
	3,0/500	60	< 1'	<1'		X	0,63	7,2
	4,0/500	80	< 1'	<1'		X	0,84	7,2
	5,0/500	100	< 1'	<1'		X	0,92	7,2

Coleta: 15/03/05 horário: às 17:30 hs temperatura 30° C, no Frigorífico.

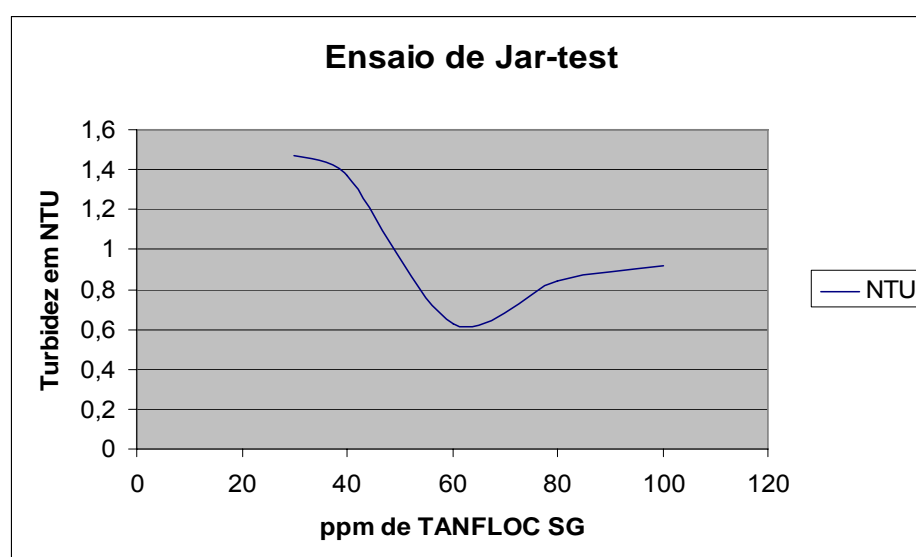
Amostra: área de captação, acondicionada em gelo a 4°C.

Análise: 16/03/05 às 15:00 hs, no laboratório da Tanac em Montenegro.

No próximo diagrama (Figura 5), apresenta-se o resultado da turbidez da água clarificada em relação à dosagem de coagulante aplicado em diversas concentrações.

Cada ponto no diagrama representa o parâmetro selecionado, turbidez, obtido a partir de dada combinação entre pH, dosagem do agente floculante aplicado nos testes de jarro, na qual avaliou-se a eficiência do agente floculante em relação à floculação, decantação e clarificação da água.

Como se observou, na curva, a dosagem de 60 ppm representa o menor e melhor resultado em NTU da água tratada.

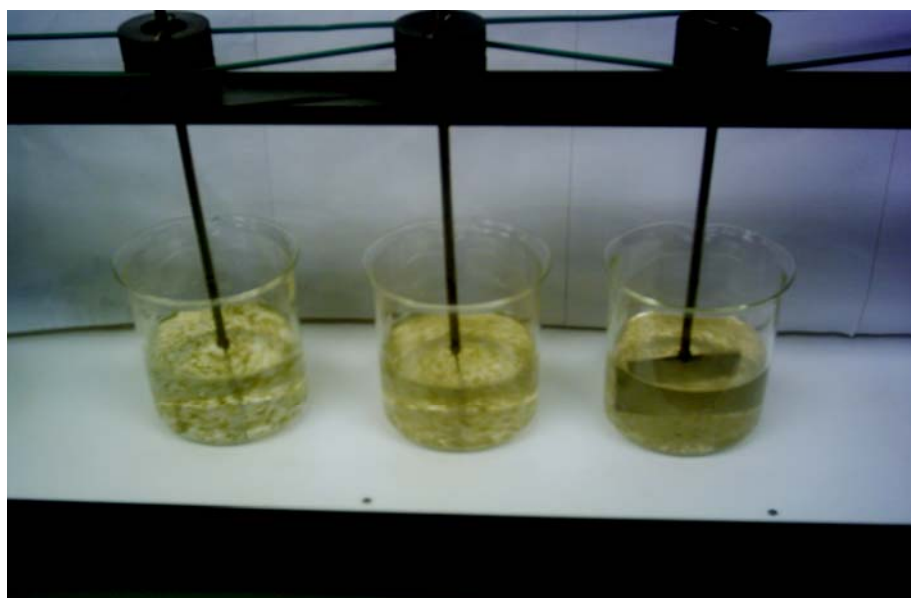


**FIGURA 5** - O diagrama representa a dosagem aplicada versus a eficiência em NTU da água tratada, resultados dos ensaios realizados no dia 16/03/05 às 15:00 hs.

A seguir visualiza-se (Figura 6) que no início do ensaio a coloração da água bruta levemente verde clara permaneceu verde clara ao adicionar a solução de floculante à base de polímero vegetal, pois com a ação de correção do pH da água bruta em 7,09 não houve alteração da cor da água bruta posterior a adição do reagente.

Nesta nova situação, a formação dos flocos foi mais rápida, o tempo de detenção foi menor, tamanho e resistência dos flocos bons.

A coloração da água modificou-se rapidamente apresentando aspecto límpido e transparente em curto período de tempo.

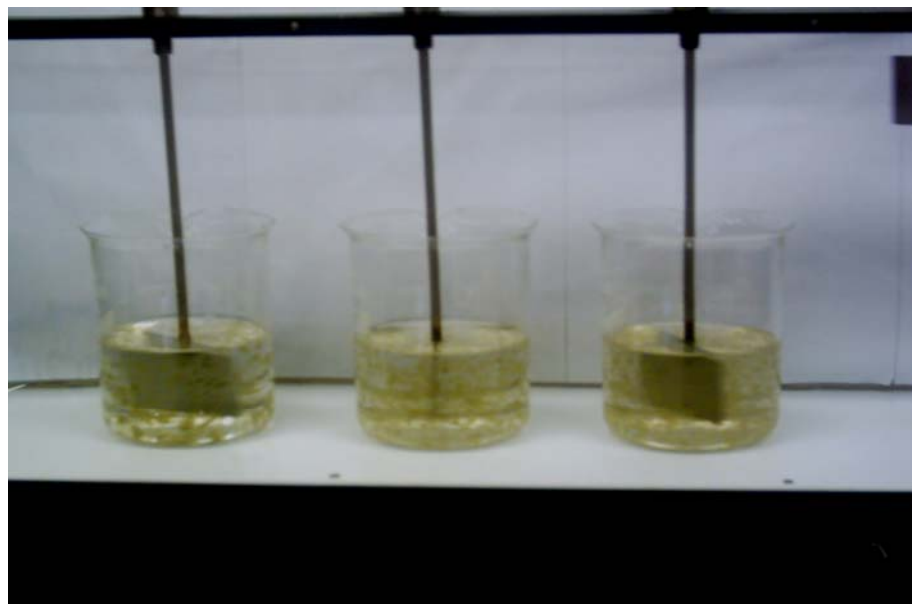


**FIGURA 6** – Demonstração da reação entre a água bruta com pH de 7,09 e o agente flocculante a base de tanino, ensaio realizado dia 16/03/05 às 15:00 hs, no laboratório da Tanac em Montenegro.

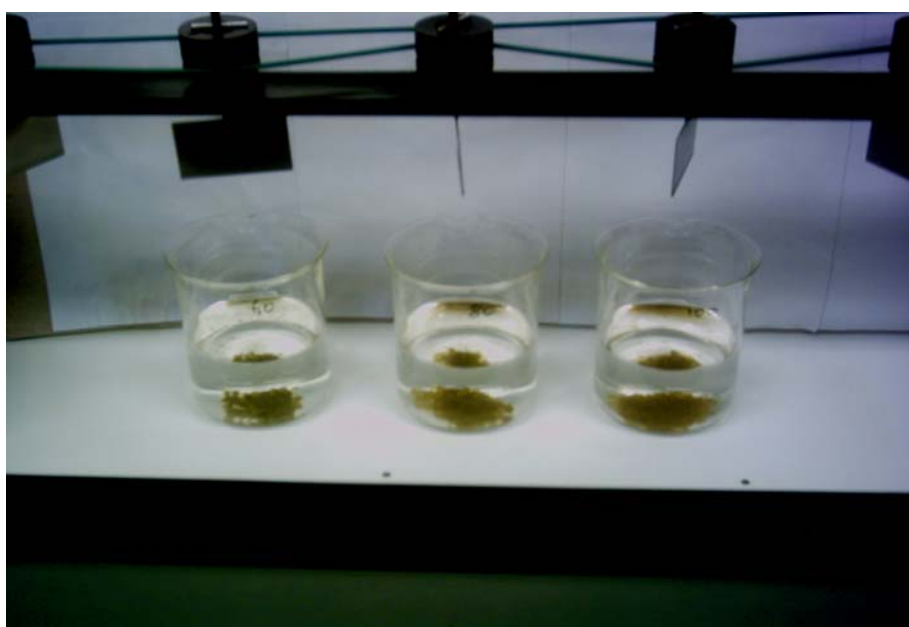
Neste ensaio (Figura 7) a água torna-se rapidamente clara com aspecto límpido transparente.

Os valores apresentados como dosagem ótima, a água tratada no simulador, obteve um grau de eficiência ótimo no tempo de flocculação, decantação total em tempo menor que 1 minuto, aspecto límpido e turbidez não visível.

Nos testes realizados com solução a base de taninos, houve melhores resultados quanto a flocculação e decantação com pH de 7,09, onde ocorreu a formação de flocos mais uniformes e coesos.



**FIGURA 7** – Representação do tamanho, da cor e do diâmetro dos flocos formados, do ensaio realizado dia 16/03/05 às 15:00 hs, no laboratório da Tanac em Montenegro com produto a base de tanino.



**FIGURA 8** – Apresentação da aparência da água tratada no final do ensaio, realizado dia 16/03/05 às 15:00 hs, no laboratório da Tanac em Montenegro.

Visualiza-se bons resultados (Figura 8) inclusive ao observar o primeiro becker da direita, pois a limpidez e transparência da água tratada é nítida.

Realizou-se testes (Figura 9) com concentrações bastante baixas para observar a ação do produto a base de tanino em relação aos itens avaliados, sobre a água bruta com pH corrigido para 7,09 usada no ultimo teste, verificando visualmente a estrutura do floco, tamanho, densidade, resistência, a sua formação e decantação.



**FIGURA 9** - Ensaio de floculação mostrando a ação do tanino na formação dos flocos em concentrações reduzidas, de 30 ppm e 40 ppm, realizado dia 16/03/05 às 16:00 hs, no laboratório da Tanac em Montenegro.

#### 4.4 – Resultados Analíticos da Água Tratada com Tanfloc SG

Ao avaliar os resultados das análises químicas realizadas com a água do reservatório do frigorífico tratada com tanino na concentração de 60 ppm, obteve-se excelentes resultados, pois todos os índices analisados mantiveram-se dentro das margens de potabilidade de água estabelecidas pelas portarias vigentes.

O resultado da dureza corresponde a 1/5 do valor apresentado na Portaria nº 518, quanto ao fluoreto obteve-se 0,53 mg/L, 1/3 ao que prevêem as portarias vigentes.

Retratando-se aos resultados de Nitrato e Nitrito, pode-se ressaltar uma disparidade lógica entre os resultados obtidos no Laboratório do Frigorífico realizados com kit's de testes rápidos sobre a água bruta e a água tratada com sulfato de alumínio, em relação aos resultados da água tratada com Tanfloc SG obtidos no Laboratório da Química da UFSM com técnica da APHA-WE, 1995. Quanto à relação entre os resultados obtidos de ambas e as Portarias, encontram-se dentro dos parâmetros.

Ao observar o resultado do nitrogênio de 1,5 mg / l da água tratada com Tanfloc, está no limite para obediência do padrão estabelecido pela Portaria nº 518 para água potável.

Em relação o sulfato, pode-se afirmar que está muito boa.

Na água tratada com Tanfloc SG temos < 8,0 µg/l, enquanto as portarias aceitam o limite de 200 µg/l.

Ao retratar o resultado do cobre, pode-se visualizar cumprimento do parâmetro estabelecido pela Portaria nº 518 e descumprimento do parâmetro estabelecido pelo CONAMA nº 357.

O pH da água tratada com Tanfloc SG corresponde ao que se estabelece nas portarias consultadas, quanto à água bruta e a água tratada com sulfato de alumínio visualiza-se descumprimento dos padrões estabelecidos pelas portarias vigentes.

**TABELA 6:** Apresentação dos resultados das análises realizadas com água tratada com tanino na concentração de 60 ppm.

	Água Bruta mg/L	Tratada Tanfloc SG mg/L	Tratada c/ Sulfato Alumínio mg/L	CONAMA N° 357 de 2005 mg/L	Portaria N° 518 de 2004 mg/L
Dureza	-----	89,8	-----	-----	500
Fluoreto	-----	0,53	-----	1,4	1,5
Nitrato	2,09	2,11	0,340	10	10
Nitrito	0,33	<0,05	0,007	1	1
Nitrogênio	-----	1,5	-----	3,7	1,5
Sulfato	-----	1,08	-----	250	250
Alumínio	-----	<8,0 µg/L	-----	0,1	0,2
Cobre	-----	<20,0µg/L	-----	0,009	2
Ferro	-----	<3,5 µg/L	-----	0,3	-----
Magnésio	-----	6,0	-----	-----	-----
pH	10,02	7,2	9,37	6,0 a 9,0	6,0 a 9,5

Coleta: 16/03/05 horário: às 16:30 hs temperatura ambiente no laboratório da Tanac.

Amostra: acondicionada em gelo a 4°C.

Análise: realizada no Laboratório da Química da UFSM.

OBS.: Quanto a coleta, amostra e análise mencionada, é referente as análises realizadas com a água tratada com Tanfloc SG.



#### 4. 5 - Avaliação da Viabilidade Econômica

As despesas no custo do tratamento da água foram baseadas no consumo de produtos utilizado diariamente por metro cúbico de água tratada multiplicado pelo custo da quantidade aplicada de produto necessária para eficiência do tratamento.

- No tratamento com os constituintes: Sulfato de Alumínio, Polímero Aquafil MP1, Soda Barilha e Hipoclorito têm um custo mensal de R\$ 5.144,70 em produtos.
- No tratamento a base de Tanino, o Tanfloc SG e Hipoclorito têm um custo mensal de R\$ 3.938,22 em produtos.

Pode-se afirmar que em termos de custos de consumo de produto, na alternativa de substituição, obtêm-se uma economia de 23%.

A seguir (tabelas 7 e 8) apresenta-se o resumo dos custos com produtos do tratamento convencional aplicado atualmente no tratamento de água do frigorífico de suíno com sulfato de alumínio e seus coadjuvantes versus o tratamento testado com produto a base de tanino, o Tanfloc SG.

No trabalho foi desconsiderado o custo de disposição do lodo o qual com tanino não há custo em função do lodo ser biodegradável, pois com Sulfato de Alumínio e seus coadjuvantes, por produzir um lodo não biodegradável há necessidade de disposição deste mesmo em aterro classe II, havendo acréscimo nos custos de deposição no aterro acrescido do custo de transporte até o aterro.

**TABELA 7:** Custos diários necessários do tratamento com sulfato de alumínio.

	<i>Consumo (kg/ m<sup>3</sup>)</i>	<i>Custo Unitário (R\$/kg)</i>	<i>Custo por m<sup>3</sup> (R\$/m<sup>3</sup>)</i>	<i>Custo Diário (R\$)</i>
Sulfato de Alumínio	0,085	1,05	0,089	94,50
Soda Barrilha	0,024	1,40	0,090	21,70
Polímero Aquafil	0,002	10,25	0,033	35,28
Hipoclorito	0,038	0,55	0,021	19,01
<b>TOTAL DIARIO</b>				<b>170,49</b>

**TABELA 8:** Custos do tratamento com produto a base de tanino, o Tanfloc SG utilizado como alternativa de tratamento da água do frigorífico.

	<i>Consumo (kg/ m<sup>3</sup>)</i>	<i>Custo Unitário (R\$/kg)</i>	<i>Custo por m<sup>3</sup> (R\$/m<sup>3</sup>)</i>	<i>Custo Diário (R\$)</i>
Tanino (TANFLOC SG)	0,060	1,90	0,144	120,38
Hipoclorito (l)	0,019	0,55	0,011	10,89
<b>TOTAL DIARIO</b>				<b>131,27</b>

## V – CONCLUSÃO E SUGESTÕES

A eficiência do produto a base de tanino, Tanfloc SG aplicado no tratamento da água do frigorífico, mostrou-se bastante eficaz quanto à floculação, decantação, resultando em ótima redução da turbidez e da cor, conseqüentemente produzindo água sem odor e com aspecto límpido.

Ao avaliar os resultados das análises químicas realizadas com a água do reservatório do frigorífico tratada com tanino na concentração de 60 ppm, obteve-se excelentes resultados, pois todos os índices analisados mantiveram-se dentro das margens de potabilidade de água estabelecidas pelas portarias vigentes, sendo que entre a água tratada com sulfato de alumínio e seus coadjuvantes os parâmetros analisados, o fósforo total e o pH apresentaram-se acima dos padrões máximos permitidos, sendo assim necessário ações de melhorias sobre o processo de tratamento da água com sulfato de alumínio. Com esta observação ambos os floculantes se mostraram eficazes, porém com ligeira vantagem na floculação do tratamento da água com tanino, pois com este obteve-se redução de produto, melhoria na remoção da turbidez e cor, produção de lodo biodegradável e melhoria na saúde e segurança operacional utilizando um produto não prejudicial à saúde.

Conclui-se que, quanto maior o índice de turbidez e cor, maior a dosagem de tanino como coagulante ou sulfato de alumínio e alcalinizante (hidróxido de cálcio), necessária para eficácia do tratamento. Os valores encontrados, com pH's menores que o ideal, geraram flocos grandes, dispersos no meio que submergiram, não clarificando a água tratada; enquanto que valores acima dos pH's ótimos criaram microflocos não eliminando a turbidez nem sua cor. Já próximo ao ponto isoelétrico, quando o potencial zeta é anulado, todos os parâmetros analisados foram eficientes.

Portanto com a aplicação do composto orgânico em estudo, aprimorou-se a otimização e melhoria no tratamento da água, desta forma, reduzindo o manuseio de produtos químicos e por consequência, a diminuição dos custos em 23%. Caracterizando a preocupação da empresa em redução do passivo ambiental, e a importância da racionalização e reuso da água no sistema de gestão do tratamento, e atendendo parâmetros de potabilidade d'água de acordo com as legislações vigentes. Pois a empresa apesar de obter bons resultados ambientais com o reuso de águas procedentes do final da estação de tratamento de seus efluentes com aplicação de mais um tratamento convencional, necessita de mais monitoramentos para confirmação de que a reciclagem de águas mantém a qualidade da água ao final do tratamento para ser usada como água potável e de processo. Preocupação esta reduzida em função do presente trabalho o qual comprova que o uso de agentes coagulantes a base de tanino são uma preciosa alternativa na obtenção da qualidade e conformidade da água após o seu tratamento.

### **5.1 – Sugestões para novos trabalhos**

- Monitoramento do sistema de tratamento em ciclo fechado para reuso d'água.
- Pesquisar o desenvolvimento e proliferação de Cianobactérias em períodos diversos de produção versus estação do ano.
- Pesquisar a formação de hidrocarbonetos, aromáticos e alifáticos com o parcial fechamento do ciclo de uso e reuso d'água.

## VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABES. **Água e Saúde um brinde a vida**. Rio de Janeiro, Ed. ABES, 2001. 46p.

AGENDA 21. **Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro, 1995.

AISSE, Miguel Mansur. **Sistemas econômicos de tratamento de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro, Ed. ABES, 2000. 192p.

ÂNGELO, S. J. **Substâncias Tanantes**. Curitiba: 1978. 15 p.

APHA – AWWA – WEF. **Standart Methods for the Examination of Water and Waste Waters**. EUA, 19th ed, 1995.

ARGAMAM & KAUFMAM. **Balanceamento entre Água Potável e Esgotamento Sanitário**. Rio de Janeiro, Ed. ABES, 1998.

AZEVEDO, S. M. F. O. & MAGALHÃES, V. F. **Cianobactérias Tóxicas: causas ecológicas e conseqüências para a saúde pública**. Rio de Janeiro, Ed. ABES, 2004. 72p.

BAUMGARTEN, Maria da Graça Zepka. **Qualidade de águas: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental**. Rio Grande, Ed. FURG, 2001. 166p.

BRAILE, Pedro Marcio. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais**. São Paulo, Ed. CETESB, 1993. 764p.

CAMPOS, N. & STUDART, T. **Gestão de Águas: princípios e práticas**. Porto Alegre, Ed. ABRH, 2003. 242p.

CALLENBACH, Ernest. et al. **Gerenciamento Ecológico**. São Paulo, Ed. Cultrix, s.d.

CAVALCANTI, José Eduardo. **Tratamento de Efluentes e Reuso de Água: soluções para o problema da escassez da água**. Revista Meio Ambiente Industrial. São Paulo: Ed. Tocalino. Ano VI Nº 35 - Março/Abril, p. 36-45, 2002.

CETESB. **Água, Qualidade, Padrões de Potabilidade, Poluição**. São Paulo, 1974. 207 p.

CHEHEBE, Jose Ribamar. **Análise do Ciclo de Vida de Produtos: Ferramenta Gerencial da ISO 14000**. Rio de Janeiro, Ed. Qualitymark, 1997.

CONAMA, Conselho Nacional do meio Ambiente. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Resolução Nº 357 de 18 de março de 2005.

DI BERNARDO, Luiz. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. Rio de Janeiro, Ed. ABES, 1993. 496p.

DI BERNARDO, Luiz. **Tratamento de água para abastecimento por filtração direta**. Rio de Janeiro, Ed. ABES, 2003. 498p.

DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo, Ed. Atlas, 1995.

INSTITUTO GEOLÓGICO MINEIRO. **Água Subterrânea: Conhecer para Preservar o Futuro.** 2001. ([http://www.igm.pt/edicoes\\_online/diversos/agua\\_subterranea/indice.htm](http://www.igm.pt/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/indice.htm)).

FARIA, Marcos. **Água: a mais importante commodity do século XXI.** Revista Banas Ambiental. São Paulo: Ed. Epse. Outubro, 2000. pg. 34.

FERNANDEZ, J. C. & GARRIDO R. J. **Economia dos Recursos Hídricos.** Salvador, Ed. Edufba, 2002. 458p.

GOMES, Sérgio Luiz. **Engenharia Ambiental e Saúde Coletiva.** Salvador, Ed. Edufba, 1995.

GONÇALVES, Ricardo Franci. **Desinfecção de efluentes sanitários.** Rio de Janeiro, Ed. ABES, 2003. 438p.

IMHOFF, Klaus R. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias.** São Paulo, Ed. Edgard Blucher, 1985. 259p.

JORDÃO, Eduardo Pacheco. **Tratamento de Esgotos Domésticos.** 3<sup>o</sup> ed. Rio de Janeiro, ABES, 1995. 528p.

LÉON S., G. **Tratamento e Uso de Águas Residuárias.** Campina Grande, UFPB, 1999.

MACEDO, J. A. Barros de. **Águas & águas.** São Paulo, Ed. Varela, 2001.

MAGOSSI, Luiz Roberto. et al. **Poluição das Águas.** São Paulo, Ed. Moderna, 2003. 70p.

MAROTTE, Rick. **Growth Without Discharge: Implementing a wastewater recycling system eliminated one manufacturer's need to discharge to the local sewer system.** Revista Industrial WasteWater. Califórnia. Anaheim, September/October, 2000.

MARTINE, George. **População, Meio Ambiente e Desenvolvimento: verdades e contradições.** Campinas, Ed. UNICAMP, 1996.

MARQUES, C.S. **Constituição ao Estado da Extração do Tanino da Acácia Negra em Dornas e à Pressão Atmosférica.** Porto Alegre, Livraria Globo, 1949, 162p.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental.** Rio de Janeiro, Ed. ABES, 2000. 416p.

MS, Ministério da Saúde. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade, e da outras providências.** Portaria Nº 518 de 25 de março de 2004.

MAPA, RIISPOA - REGULAMENTO DE INSPEÇÃO INDUSTRIAL E SANITARIA DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL. **Refere-se à apresentação prévia do boletim oficial de exame da água de abastecimento que se deve enquadrar nos padrões microbiológicos e químicos (da letra "a até s" e incisos 1º e 2º).** Artigo Nº 62 de 07 de julho de 1952.

MMA, MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE - SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS. **Água o desafio para o próximo milênio.** 1999.



MMA, MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE - SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. 2002.

NORMAS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTOS. **Controle de Qualidade e Controle Industrial das ETAs e ETEs da CORSAN**. Porto Alegre, Gráfica Metrópole, 1974.

PORETTI, M. **Quality control of water as raw material in the food industry**. Food Control.Vol 1. p 79-83, April, 1990.

KRZESOWSKI, Lawrence V. **Recycling in the Desert: By reusing effluent, General Motors conserves water supplies at automotive assembly plants in arid regions**. Revista Industrial WasteWater. Califórnia. Anaheim, September/October, 2000.

REISDORFER, Andréia Fioravanti. **Gestão dos Recursos Hídricos: responsabilidade de todos**. Rio Grande do Sul: Revista. Ed. CREA. nº 3, novembro, p. 12, 2004.

RIEDEL, G. **Controle Sanitário dos Alimentos**. São Paulo. Ed. Ateneu, 1992.

RICHTER, C. A & NETTO, J. M. A. **Tratamento de Água**. São Paulo, 2003. 330p.

ROTH, Berenice Weissheimer. **Tópicos em educação ambiental: recortes didáticos sobre o meio ambiente**. Santa Maria, Ed. Pallotti, 1996.

ROVERE, Emilio Lebre La et al. **Manual de Auditoria Ambiental**. Rio de Janeiro, Ed. Qualitymark, 2001. 136p.

ROVERE, Emilio Lebre La et al. **Manual de Auditoria Ambiental de Estações de Tratamento de Esgotos**. Rio de Janeiro, Ed. Qualitymark, 2002. 151p.

QUEIROZ, Maricy de Andrade. **Reuso da Água: solução para a escassez**. Revista Banas Ambiental. São Paulo: Ed. Epse. Ano XIV. nº 152 – janeiro, p. 70, 2005.

SILVA, Telma Salessa Santana da. **Estudo de Tratabilidade Físico-Química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e esgoto**. Tese de Mestrado Fiocruz. Rio de Janeiro, novembro, 1999.

TANAC. **Boletim Informativo**. Montenegro. Brasil, 1996. 8p.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade Ambiental: como ser competitivo protegendo o meio ambiente**. São Paulo, Ed. Pioneira, 1995.

VICTORINO, Célia Jurema Aito. **Canibais da Natureza: educação ambiental limites e qualidades de vida**. Petrópolis, Rio de Janeiro, Ed. Vozes, 2000.

## ANEXO 1

## **PORTARIA Nº 518, DE 25 DE MARÇO DE 2004**

Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

O MINISTRO DE ESTADO DA SAÚDE, INTERINO, no uso de suas atribuições e considerando o disposto no Art. 2º do Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977, resolve:

Art. 1º Aprovar a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, na forma do Anexo desta Portaria, de uso obrigatório em todo território nacional.

Art. 2º Fica estabelecido o prazo máximo de 12 meses, contados a partir da publicação desta Portaria, para que as instituições ou órgãos aos quais esta Norma se aplica, promovam as adequações necessárias a seu cumprimento, no que se refere ao tratamento por filtração de água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização e da obrigação do monitoramento de cianobactérias e cianotoxinas.

Art. 3º É de responsabilidade da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal a adoção das medidas necessárias para o fiel cumprimento desta Portaria.

Art. 4º O Ministério da Saúde promoverá, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS, a revisão da Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano estabelecida nesta Portaria, no prazo de 5 anos ou a qualquer tempo, mediante solicitação devidamente justificada de órgãos governamentais ou não governamentais de reconhecida capacidade técnica nos setores objeto desta regulamentação.

Art. 5º Fica delegada competência ao Secretário de Vigilância em Saúde para editar, quando necessário, normas regulamentadoras desta Portaria.

Art. 6º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 7º Fica revogada a Portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000, publicada no DOU nº 1-E de 2 de janeiro de 2001, Seção 1, página nº 19.

GASTÃO WAGNER DE SOUSA CAMPOS

### **ANEXO**

#### **NORMA DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO**

##### **Capítulo I**

##### **DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES**

Art. 1º Esta Norma dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece seu padrão de potabilidade e dá outras providências.

Art. 2º Toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água.

Art. 3º Esta Norma não se aplica às águas envasadas e a outras, cujos usos e padrões

de qualidade são estabelecidos em legislação específica.

## Capítulo II

### DAS DEFINIÇÕES

Art. 4º Para os fins a que se destina esta Norma, são adotadas as seguintes definições:

I - água potável - água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde;

II - sistema de abastecimento de água para consumo humano - instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão;

III - solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano - toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical;

IV - controle da qualidade da água para consumo humano - conjunto de atividades exercidas de forma contínua pelos responsáveis pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, destinadas a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição;

V - vigilância da qualidade da água para consumo humano - conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública, para verificar se a água consumida pela população atende à esta Norma e para avaliar os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana;

VI - coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) - bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$  em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase.

A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo;

VII - coliformes termotolerantes - subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$  em 24 horas;

tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;

VIII - *Escherichia Coli* - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$  em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas  $\beta$  galactosidase e  $\beta$  glucuronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos;

IX - contagem de bactérias heterotróficas - determinação da densidade de bactérias que são capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob condições pré-estabelecidas de incubação:  $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$  por 48 horas;

X - cianobactérias - microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis), capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde; e

XI - cianotoxinas - toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo:

a) microcistinas - hepatotoxinas heptapeptídicas cíclicas produzidas por cianobactérias, com efeito potente de inibição de proteínas fosfatases dos tipos 1 e 2A e promotoras de tumores;

b) cilindrospermopsina - alcalóide guanidínico cíclico produzido por cianobactérias, inibidor de síntese protéica, predominantemente hepatotóxico, apresentando também efeitos citotóxicos nos rins, baço, coração e outros órgãos; e

c) saxitoxinas - grupo de alcalóides carbamatos neurotóxicos produzido por cianobactérias, não sulfatados (saxitoxinas) ou sulfatados (goniautoxinas e C-toxinas) e derivados decarbamil, apresentando efeitos de inibição da condução nervosa por bloqueio dos canais de sódio.

### Capítulo III

#### DOS DEVERES E DAS RESPONSABILIDADES

##### Seção I

###### Do Nível Federal

Art. 5º São deveres e obrigações do Ministério da Saúde, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS:

I - promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água, em articulação com as Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal e com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS;

II - estabelecer as referências laboratoriais nacionais e regionais, para dar suporte às ações de maior complexidade na vigilância da qualidade da água para consumo humano;

III - aprovar e registrar as metodologias não contempladas nas referências citadas no artigo 17 desta Norma;

IV - definir diretrizes específicas para o estabelecimento de um plano de amostragem a ser implementado pelos Estados, Distrito Federal ou Municípios, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, no âmbito do Sistema Único de Saúde - SUS; e

V - executar ações de vigilância da qualidade da água, de forma complementar, em caráter excepcional, quando constatada, tecnicamente, insuficiência da ação estadual, nos termos da regulamentação do SUS.

##### Seção II

###### Do Nível Estadual e Distrito Federal

Art. 6º São deveres e obrigações das Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal:

I - promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com o nível municipal e os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS;

II - garantir, nas atividades de vigilância da qualidade da água, a implementação de um plano de amostragem pelos municípios, observadas as diretrizes específicas a serem elaboradas pela SVS/MS;

III - estabelecer as referências laboratoriais estaduais e do Distrito Federal para dar suporte às ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano; e

IV - executar ações de vigilância da qualidade da água, de forma complementar, em caráter excepcional, quando constatada, tecnicamente, insuficiência da ação municipal, nos termos da regulamentação do SUS.

### Seção III

#### Do Nível Municipal

Art. 7º São deveres e obrigações das Secretarias Municipais de Saúde:

I - exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, de acordo com as diretrizes do SUS;

II - sistematizar e interpretar os dados gerados pelo responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, assim como, pelos órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, em relação às características da água nos mananciais, sob a perspectiva da vulnerabilidade do abastecimento de água quanto aos riscos à saúde da população;

III - estabelecer as referências laboratoriais municipais para dar suporte às ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano;

IV - efetuar, sistemática e permanentemente, avaliação de risco à saúde humana de cada sistema de abastecimento ou solução alternativa, por meio de informações sobre:

a) a ocupação da bacia contribuinte ao manancial e o histórico das características de suas águas;

b) as características físicas dos sistemas, práticas operacionais e de controle da qualidade da água;

c) o histórico da qualidade da água produzida e distribuída; e

d) a associação entre agravos à saúde e situações de vulnerabilidade do sistema.

V - auditar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas;

VI - garantir à população informações sobre a qualidade da água e riscos à saúde associados, nos termos do inciso VI do artigo 9 desta Norma;

VII - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível à população e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VIII - manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes;

IX - informar ao responsável pelo fornecimento de água para consumo humano sobre anomalias e não conformidades detectadas, exigindo as providências para as correções que se fizerem necessárias;

X - aprovar o plano de amostragem apresentado pelos responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, que deve respeitar os planos mínimos de amostragem expressos nas Tabelas 6, 7, 8 e 9;

XI - implementar um plano próprio de amostragem de vigilância da qualidade da água, consoante diretrizes específicas elaboradas pela SVS; e

XII - definir o responsável pelo controle da qualidade da água de solução alternativa.

#### Seção IV

##### Do Responsável pela Operação de Sistema e/ou Solução Alternativa

Art. 8º Cabe aos responsáveis pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, exercer o controle da qualidade da água.

Parágrafo único. Em caso de administração, em regime de concessão ou permissão do sistema de abastecimento de água, é a concessionária ou a permissionária a responsável pelo controle da qualidade da água.

Art. 9º Aos responsáveis pela operação de sistema de abastecimento de água incumbe:

I - operar e manter sistema de abastecimento de água potável para a população consumidora, em conformidade com as normas técnicas aplicáveis publicadas pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas e com outras normas e legislações pertinentes;

II - manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de:

a) controle operacional das unidades de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição;

b) exigência do controle de qualidade, por parte dos fabricantes de produtos químicos utilizados no tratamento da água e de materiais empregados na produção e distribuição que tenham contato com a água;

c) capacitação e atualização técnica dos profissionais encarregados da operação do sistema e do controle da qualidade da água; e

d) análises laboratoriais da água, em amostras provenientes das diversas partes que compõem o sistema de abastecimento.

III - manter avaliação sistemática do sistema de abastecimento de água, sob a perspectiva dos riscos à saúde, com base na ocupação da bacia contribuinte ao manancial, no histórico das características de suas águas, nas características físicas do sistema, nas práticas operacionais e na qualidade da água distribuída;

IV - encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação do atendimento a esta Norma, relatórios mensais com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo estabelecido pela referida autoridade;

V - promover, em conjunto com os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, as ações cabíveis para a proteção do manancial de abastecimento e de sua bacia contribuinte, assim como efetuar controle das características das suas águas, nos termos do artigo 19 desta Norma, notificando imediatamente a autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente;

VI - fornecer a todos os consumidores, nos termos do Código de Defesa do Consumidor, informações sobre a qualidade da água distribuída, mediante envio de relatório, dentre outros mecanismos, com periodicidade mínima anual e contendo, no mínimo, as seguintes informações:

a) descrição dos mananciais de abastecimento, incluindo informações sobre sua proteção, disponibilidade e qualidade da água;

b) estatística descritiva dos valores de parâmetros de qualidade detectados na água, seu significado, origem e efeitos sobre a saúde; e

c) ocorrência de não conformidades com o padrão de potabilidade e as medidas corretivas providenciadas.

VII - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VIII - comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia operacional no sistema ou não conformidade na qualidade da água tratada, identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29 desta Norma; e

IX - manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.



Art. 10. Ao responsável por solução alternativa de abastecimento de água, nos termos do inciso XII do artigo 7 desta Norma, incumbe:

I - requerer, junto à autoridade de saúde pública, autorização para o fornecimento de água apresentando laudo sobre a análise da água a ser fornecida, incluindo os parâmetros de qualidade previstos nesta Portaria, definidos por critério da referida autoridade;

II - operar e manter solução alternativa que forneça água potável em conformidade com as normas técnicas aplicáveis, publicadas pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, e com outras normas e legislações pertinentes;

III - manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de análises laboratoriais, nos termos desta Portaria e, a critério da autoridade de saúde pública, de outras medidas conforme inciso II do artigo anterior;

IV - encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação, relatórios com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo e periodicidade estabelecidos pela referida autoridade, sendo no mínimo trimestral;

V - efetuar controle das características da água da fonte de abastecimento, nos termos do artigo 19 desta Norma, notificando, imediatamente, à autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente;

VI - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VII - comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública competente e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29; e

VIII - manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.

#### Capítulo IV

#### DO PADRÃO DE POTABILIDADE

Art.11. A água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico conforme Tabela 1, a seguir:

Tabela 1

Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano

PARÂMETRO	VMP <sup>(1)</sup>
Água para consumo humano <sup>(2)</sup>	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes <sup>(3)</sup>	Ausência em 100ml
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100ml
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes <sup>(3)</sup>	Ausência em 100ml
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês; Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês:

	Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml
--	--

NOTAS:

(1) Valor Máximo Permitido.

(2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.

(3) a detecção de *Escherichia coli* deve ser preferencialmente adotada.

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

§ 2º Nos sistemas de distribuição, a coleta deve incluir, no mínimo, três amostras simultâneas, sendo uma no mesmo ponto e duas outras localizadas a montante e a jusante.

§ 3º Amostras com resultados positivos para coliformes totais devem ser analisadas para *Escherichia coli* e, ou, coliformes termotolerantes, devendo, neste caso, ser efetuada a verificação e confirmação dos resultados positivos.

§ 4º O percentual de amostras com resultado positivo de coliformes totais em relação ao total de amostras coletadas nos sistemas de distribuição deve ser calculado mensalmente, excluindo as amostras extras (coleta).

§ 5º O resultado negativo para coliformes totais das amostras extras (recoletas) não anula o resultado originalmente positivo no cálculo dos percentuais de amostras com resultado positivo.

§ 6º Na proporção de amostras com resultado positivo admitidas mensalmente para coliformes totais no sistema de distribuição, expressa na Tabela 1, não são tolerados resultados positivos que ocorram em coleta, nos termos do § 1º deste artigo.

§ 7º Em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais nos sistemas de distribuição, deve ser efetuada a contagem de bactérias heterotróficas e, uma vez excedidas 500 unidades formadoras de colônia (UFC) por ml, devem ser providenciadas imediata coleta, inspeção local e, se constatada irregularidade, outras providências cabíveis.

§ 8º Em complementação, recomenda-se a inclusão de pesquisa de organismos patogênicos, com o objetivo de atingir, como meta, um padrão de ausência, dentre outros, de enterovírus, cistos de *Giardia spp* e oocistos de *Cryptosporidium sp*.

§ 9º Em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e, ou, coliformes termotolerantes, nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes.

Art. 12. Para a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser observado o padrão de turbidez expresso na Tabela 2, abaixo:

Tabela 2

Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção

TRATAMENTO DA ÁGUA	VMP <sup>(1)</sup>
Desinfecção (água subterrânea)	1,0 UT <sup>(2)</sup> em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração	1,0 UT <sup>(2)</sup>

direta)	
Filtração lenta	2,0 UT <sup>(2)</sup> em 95% das amostras

**NOTAS:**

(1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade de turbidez.

§ 1º Entre os 5% dos valores permitidos de turbidez superiores aos VMP estabelecidos na Tabela 2, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 UT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 UT em qualquer ponto da rede no sistema de distribuição.

§ 2º Com vistas a assegurar a adequada eficiência de remoção de enterovírus, cistos de *Giardia spp* e oocistos de *Cryptosporidium sp.*, recomenda-se, enfaticamente, que, para a filtração rápida, se estabeleça como meta a obtenção de efluente filtrado com valores de turbidez inferiores a 0,5 UT em 95% dos dados mensais e nunca superiores a 5,0 UT.

§ 3º O atendimento ao percentual de aceitação do limite de turbidez, expresso na Tabela 2, deve ser verificado, mensalmente, com base em amostras no mínimo diárias para desinfecção ou filtração lenta e a cada quatro horas para filtração rápida, preferivelmente, em qualquer caso, no efluente individual de cada unidade de filtração.

Art. 13. Após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos.

Parágrafo único. Admite-se a utilização de outro agente desinfetante ou outra condição de operação do processo de desinfecção, desde que fique demonstrado pelo responsável pelo sistema de tratamento uma eficiência de inativação microbiológica equivalente à obtida com a condição definida neste artigo.

Art. 14. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco para a saúde expresso na Tabela 3, a seguir:

**Tabela 3**

Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde

PARÂMETRO	Unidade	VMP <sup>(1)</sup>
<b>INORGÂNICAS</b>		
Antimônio	mg/L	0,005
Arsênio	mg/L	0,01
Bário	mg/L	0,7
Cádmio	mg/L	0,005
Cianeto	mg/L	0,07
<b>Chumbo</b>	<b>mg/L</b>	<b>0,01</b>
Cobre	mg/L	2
Cromo	mg/L	0,05
Fluoreto <sup>(2)</sup>	mg/L	1,5
Mercúrio	mg/L	0,001
Nitrato (como N)	mg/L	10
Nitrito (como N)	mg/L	1
Selênio	mg/L	0,01

ORGÂNICAS		
Acrilamida	µg/L	0,5
Benzeno	µg/L	5
Benzo[a]pireno	µg/L	0,7
Cloreto de Vinila	µg/L	5
1,2 Dicloroetano	µg/L	10
1,1 Dicloroetano	µg/L	30
Diclorometano	µg/L	20
Estireno	µg/L	20
Tetracloroeto de Carbono	µg/L	2
Tetracloroetano	µg/L	40
Triclorobenzenos	µg/L	20
Tricloroetano	µg/L	70
AGROTÓXICOS		
Alaclor	µg/L	20,0
Aldrin e Dieldrin	µg/L	0,03
Atrazina	µg/L	2
Bentazona	µg/L	300
Clordano (isômeros)	µg/L	0,2
2,4 D	µg/L	30
DDT (isômeros)	µg/L	2
Endossulfan	µg/L	20
Endrin	µg/L	0,6
Glifosato	µg/L	500
Heptacloro e Heptacloro epóxido	µg/L	0,03
Hexaclorobenzeno	µg/L	1
Lindano (g-BHC)	µg/L	2
Metolacloro	µg/L	10
Metoxicloro	µg/L	20
Molinato	µg/L	6
Pendimetalina	µg/L	20
Pentaclorofenol	µg/L	9
Permetrina	µg/L	20
Propanil	µg/L	20
Simazina	µg/L	2
Trifluralina	µg/L	20
CIANOTOXINAS		
Microcistinas <sup>(3)</sup>	µg/L	1,0
DESINFETANTES E PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA DESINFECÇÃO		
Bromato	mg/L	0,025
Clorito	mg/L	0,2
Cloro livre <sup>(4)</sup>	mg/L	5

Monocloramina	mg/L	3
2,4,6 Triclorofenol	mg/L	0,2
Trihalometanos Total	mg/L	0,1

NOTAS:

(1) Valor Máximo Permitido.

(2) Os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto devem observar à legislação específica vigente relativa à fluoretação da água, em qualquer caso devendo ser respeitado o VMP desta Tabela.

(3) É aceitável a concentração de até 10 µg/L de microcistinas em até 3 (três) amostras, consecutivas ou não, nas análises realizadas nos últimos 12 (doze) meses.

(4) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.

§ 1º Recomenda-se que as análises para cianotoxinas incluam a determinação de cilindrospermopsina e saxitoxinas (STX), observando, respectivamente, os valores limites de 15,0 µg/L e 3,0 µg/L de equivalentes STX/L.

§ 2º Para avaliar a presença dos inseticidas organofosforados e carbamatos na água, recomenda-se a determinação da atividade da enzima acetilcolinesterase, observando os limites máximos de 15% ou 20% de inibição enzimática, quando a enzima utilizada for proveniente de insetos ou mamíferos, respectivamente.

Art. 15. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de radioatividade expresso na Tabela 4, a seguir:

Tabela 4

Padrão de radioatividade para água potável

Parâmetro	Unidade	VMP <sup>(1)</sup>
Radioatividade alfa global	Bq/L	0,1 <sup>(2)</sup>
Radioatividade beta global	Bq/L	1,0 <sup>(2)</sup>

NOTAS:

(1) Valor máximo permitido.

(2) Se os valores encontrados forem superiores aos VMP, deverá ser feita a identificação dos radionuclídeos presentes e a medida das concentrações respectivas. Nesses casos, deverão ser aplicados, para os radionuclídeos encontrados, os valores estabelecidos pela legislação pertinente da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, **para se concluir sobre a potabilidade da água.**

Art. 16. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo expresso na Tabela 5, a seguir:

Tabela 5

Padrão de aceitação para consumo humano

PARÂMETRO	Unidade	VMP <sup>(1)</sup>
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH <sub>3</sub> )	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	uH <sup>(2)</sup>	15
Dureza	mg/L	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12

Odor	-	Não objetável <sup>(3)</sup>
Gosto	-	Não objetável <sup>(3)</sup>
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1.000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,05
Surfactantes	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez	UT <sup>(4)</sup>	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3

§ 1º Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

§ 2º Recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2,0 mg/L.

§ 3º Recomenda-se a realização de testes para detecção de odor e gosto em amostras de água coletadas na saída do tratamento e na rede de distribuição de acordo com o plano mínimo de amostragem estabelecido para cor e turbidez nas Tabelas 6 e 7.

Art. 17. As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e de radioatividade devem atender às especificações das normas nacionais que disciplinem a matéria, da edição mais recente da publicação Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, de autoria das instituições American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF), ou das normas publicadas pela ISO (International Standardization Organization).

§ 1º Para análise de cianobactérias e cianotoxinas e comprovação de toxicidade por bioensaios em camundongos, até o estabelecimento de especificações em normas nacionais ou internacionais que disciplinem a matéria, devem ser adotadas as metodologias propostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em sua publicação Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management.

§ 2º Metodologias não contempladas nas referências citadas no § 1º e ?caput? deste artigo, aplicáveis aos parâmetros estabelecidos nesta Norma, devem, para ter validade, receber aprovação e registro pelo Ministério da Saúde.

§ 3º As análises laboratoriais para o controle e a vigilância da qualidade da água podem ser realizadas em laboratório próprio ou não que, em qualquer caso, deve manter programa de controle de qualidade interna ou externa ou ainda ser acreditado ou certificado por órgãos competentes para esse fim.

#### Capítulo V

#### DOS PLANOS DE AMOSTRAGEM

Art. 18. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água devem elaborar e aprovar, junto à autoridade de saúde pública, o plano de amostragem de cada sistema, respeitando os planos mínimos de amostragem expressos nas Tabelas 6, 7, 8 e 9.

#### NOTAS:

(1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).

(3) critério de referência

(4) Unidade de turbidez.

Tabela 6

Número mínimo de amostras para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (NÚMERO DE AMOSTRAS POR UNIDADE DE TRATAMENTO)	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)		
			População abastecida		
			< 50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Cor Turbidez pH	Superficial	1	10	1 para cada 5.000 hab.	40 + (1 para cada 25.000 hab.)
	Subterrâneo	1	5	1 para cada 10.000 hab.	20 + (1 para cada 50.000 hab.)
CRL <sup>(1)</sup>	Superficial	1	(Conforme § 3º do artigo 18).		
	Subterrâneo	1			
Fluoreto	Superficial ou Subterrâneo	1	5	1 para cada 10.000 hab.	20 + (1 para cada 50.000 hab.)
Cianotoxinas	Superficial	1 (Conforme § 5º do artigo 18)	-	-	-
Trihalometanos	Superficial	1	1 <sup>(2)</sup>	4 <sup>(2)</sup>	4 <sup>(2)</sup>
	Subterrâneo	-	1 <sup>(2)</sup>	1 <sup>(2)</sup>	1 <sup>(2)</sup>
Demais parâmetros <sup>(3)</sup>	Superficial ou Subterrâneo	1	1 <sup>(4)</sup>	1 <sup>(4)</sup>	1 <sup>(4)</sup>

NOTAS:

(1) Cloro residual livre.

(2) As amostras devem ser coletadas, preferencialmente, em pontos de maior tempo de detenção da água no sistema de distribuição.

(3) Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial.

(4) Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e, ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

Tabela 7

Frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em

função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial.

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (FREQUÊNCIA POR UNIDADE DE TRATAMENTO)	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOSE REDE)		
			População abastecida		
			<50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Cor	Superficial	A cada 2 horas	Mensal	Mensal	Mensal
Turbidez	Subterrâneo	Diária			
pH					
Fluoreto					
CRL <sup>(1)</sup>	Superficial	A cada 2 horas	(Conforme § 3º do artigo 18).		
	Subterrâneo	Diária			
Cianotoxinas	Superficial	Semanal (Conforme § 5º do artigo 18)	-	-	-
Trihalometanos	Superficial	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
	Subterrâneo	-	Anual	Semestral	Semestral
Demais parâmetros <sup>(2)</sup>	Superficial ou Subterrâneo	Semestral	Semestral <sup>(3)</sup>	Semestral <sup>(3)</sup>	Semestral <sup>(3)</sup>

NOTAS:

(1) Cloro residual livre.

(2) Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial.

(3) Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e, ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

Tabela 8

Número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida.

PARÂMETRO	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)			
	População abastecida			
	< 5.000 hab.	5.000 a 20.000 hab.	20.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Coliformes totais	10	1 para cada 500 hab.	30 + (1 para cada 2.000 hab.)	105 + (1 para cada 5.000 hab.) Máximo de 1.000

NOTA: na saída de cada unidade de tratamento devem ser coletadas, no mínimo, 2 (duas) amostra semanais, recomendando-se a coleta de, pelo menos, 4 (quatro) amostras semanais.

Tabela 9

Número mínimo de amostras e frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de solução alternativa, para fins de análises físicas, químicas e microbiológicas, em função do tipo de manancial e do ponto de amostragem.

PARÂMETRO	TIPO DE	SAÍDA DO	NÚMERO DE	FREQUÊNCIA DE
-----------	---------	----------	-----------	---------------



	MANANCIAL	TRATAMENTO (para água canalizada)	AMOSTRAS RETIRADAS NO PONTO DE CONSUMO <sup>(1)</sup> (para cada 500 hab.)	AMOSTRAGEM
Cor, turbidez, pH e coliformes totais <sup>(2)</sup>	Superficial	1	1	Semanal
	Subterrâneo	1	1	Mensal
CRL <sup>(2)(3)</sup>	Superficial ou Subterrâneo	1	1	Diário

NOTAS:

(1) Devem ser retiradas amostras em, no mínimo, 3 pontos de consumo de água.

(2) Para veículos transportadores de água para consumo humano, deve ser realizada 1 (uma) análise de CRL em cada carga e 1 (uma) análise, na fonte de fornecimento, de cor, turbidez, PH e coliformes totais com frequência mensal, ou outra amostragem determinada pela autoridade de saúde pública.

(3) Cloro residual livre.

§ 1º A amostragem deve obedecer aos seguintes requisitos:

I - distribuição uniforme das coletas ao longo do período; e

II - representatividade dos pontos de coleta no sistema de distribuição (reservatórios e rede), combinando critérios de abrangência espacial e pontos estratégicos, entendidos como aqueles próximos a grande circulação de pessoas (terminais rodoviários, terminais ferroviários, etc.) ou edifícios que alberguem grupos populacionais de risco (hospitais, creches, asilos, etc.), aqueles localizados em trechos vulneráveis do sistema de distribuição (pontas de rede, pontos de queda de pressão, locais afetados por manobras, sujeitos à intermitência de abastecimento, reservatórios, etc.) e locais com sistemáticas notificações de agravos à saúde tendo como possíveis causas agentes de veiculação hídrica.

§ 2º No número mínimo de amostras coletadas na rede de distribuição, previsto na Tabela 8, não se incluem as amostras extras (recoletas).

§ 3º Em todas as amostras coletadas para análises microbiológicas deve ser efetuada, no momento da coleta, medição de cloro residual livre ou de outro composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro.

§ 4º Para uma melhor avaliação da qualidade da água distribuída, recomenda-se que, em todas as amostras referidas no § 3º deste artigo, seja efetuada a determinação de turbidez.

§ 5º Sempre que o número de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, exceder 20.000 células/ml (2mm<sup>3</sup>/L de biovolume), durante o monitoramento que trata o § 1º do artigo 19, será exigida a análise semanal de cianotoxinas na água na saída do tratamento e nas entradas (hidrômetros) das clínicas de hemodiálise e indústrias de injetáveis, sendo que esta análise pode ser dispensada quando não houver comprovação de toxicidade na água bruta por meio da realização semanal de bioensaios em camundongos.

Art. 19. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas e de soluções alternativas de abastecimento supridos por manancial superficial devem coletar

amostras semestrais da água bruta, junto do ponto de captação, para análise de acordo com os parâmetros exigidos na legislação vigente de classificação e enquadramento de águas superficiais, avaliando a compatibilidade entre as características da água bruta e o tipo de tratamento existente.

§ 1º O monitoramento de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, deve obedecer freqüência mensal, quando o número de cianobactérias não exceder 10.000 células/ml (ou 1mm<sup>3</sup>/L de biovolume), e semanal, quando o número de cianobactérias exceder este valor.

§ 2º É vedado o uso de algicidas para o controle do crescimento de cianobactérias ou qualquer intervenção no manancial que provoque a lise das células desses microrganismos, quando a densidade das cianobactérias exceder 20.000 células/ml (ou 2mm<sup>3</sup>/L de biovolume), sob pena de comprometimento da avaliação de riscos à saúde associados às cianotoxinas.

Art. 20. A autoridade de saúde pública, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, deve implementar um plano próprio de amostragem, consoante diretrizes específicas elaboradas no âmbito do Sistema Único de Saúde - SUS.

#### Capítulo VI

#### DAS EXIGÊNCIAS APLICÁVEIS AOS SISTEMAS E SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Art. 21. O sistema de abastecimento de água deve contar com responsável técnico, profissionalmente habilitado.

Art. 22. Toda água fornecida coletivamente deve ser submetida a processo de desinfecção, concebido e operado de forma a garantir o atendimento ao padrão microbiológico desta Norma.

Art. 23. Toda água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização deve incluir tratamento por filtração.

Art. 24. Em todos os momentos e em toda sua extensão, a rede de distribuição de água deve ser operada com pressão superior à atmosférica.

§ 1º Caso esta situação não seja observada, fica o responsável pela operação do serviço de abastecimento de água obrigado a notificar a autoridade de saúde pública e informar à população, identificando períodos e locais de ocorrência de pressão inferior à atmosférica.

§ 2º Excepcionalmente, caso o serviço de abastecimento de água necessite realizar programa de manobras na rede de distribuição, que possa submeter trechos a pressão inferior à atmosférica, o referido programa deve ser previamente comunicado à autoridade de saúde pública.

Art. 25. O responsável pelo fornecimento de água por meio de veículos deve:

I - garantir o uso exclusivo do veículo para este fim;

II - manter registro com dados atualizados sobre o fornecedor e, ou, sobre a fonte de água; e

III - manter registro atualizado das análises de controle da qualidade da água.

§ 1º A água fornecida para consumo humano por meio de veículos deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L.

§ 2º O veículo utilizado para fornecimento de água deve conter, de forma visível, em sua carroceria, a inscrição: "ÁGUA POTÁVEL".

#### Capítulo VII

#### DAS PENALIDADES

Art. 26. Serão aplicadas as sanções administrativas cabíveis, aos responsáveis pela

operação dos sistemas ou soluções alternativas de abastecimento de água, que não observarem as determinações constantes desta Portaria.

Art. 27. As Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios estarão sujeitas a suspensão de repasse de recursos do Ministério da Saúde e órgãos ligados, diante da inobservância do contido nesta Portaria.

Art. 28. Cabe ao Ministério da Saúde, por intermédio da SVS/MS, e às autoridades de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, representadas pelas respectivas Secretarias de Saúde ou órgãos equivalentes, fazer observar o fiel cumprimento desta Norma, nos termos da legislação que regulamenta o Sistema Único de Saúde - SUS.

Capítulo VIII

#### DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 29. Sempre que forem identificadas situações de risco à saúde, o responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública devem estabelecer entendimentos para a elaboração de um plano de ação e tomada das medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação à população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade.

Art. 30. O responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água pode solicitar à autoridade de saúde pública a alteração na frequência mínima de amostragem de determinados parâmetros estabelecidos nesta Norma.

Parágrafo único. Após avaliação criteriosa, fundamentada em inspeções sanitárias e, ou, em histórico mínimo de dois anos do controle e da vigilância da qualidade da água, a autoridade de saúde pública decidirá quanto ao deferimento da solicitação, mediante emissão de documento específico.

Art. 31. Em função de características não conformes com o padrão de potabilidade da água ou de outros fatores de risco, a autoridade de saúde pública competente, com fundamento em relatório técnico, determinará ao responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água que amplie o número mínimo de amostras, aumente a frequência de amostragem ou realize análises laboratoriais de parâmetros adicionais ao estabelecido na presente Norma.

Art. 32. Quando não existir na estrutura administrativa do Estado a unidade da Secretaria de Saúde, os deveres e responsabilidades previstos no artigo 6º desta Norma serão cumpridos pelo órgão equivalente.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária - SEPN 515, Bl.B, Ed.Ômega - Brasília (DF) CEP 70770-502 -

Tel: (61) 448-1000

Disque Saúde: 0 800 61 1997

Copyright © 2003 ANVISA & BIREME

 Contate-nos

## ANEXO 2



Considerando o contido no Ofício no 355/2004/DP-ANA e a solicitação formulada pelo Presidente da Diretoria Provisória do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, resolve:

Art. 1º Prorrogar, a partir de 9 de outubro de 2004 até 31 de dezembro de 2005, o prazo do mandato da Diretoria Provisória do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, para cumprimento das incumbências que lhes foram atribuídas pelo § 2º do art. 11 e art. 12 da Resolução CNRH no 5, de 2000.

Art. 2º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, retroagindo seus efeitos a contar de 9 de outubro de 2004.

MARINA SILVA  
Presidente do Conselho  
JOÃO BOSCO SENNA  
Secretário-Executivo

### CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

#### RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CO-NAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pelos arts. 6º, inciso II e 8º, inciso VII, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto no 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e

Considerando a vigência da Resolução CONAMA no 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade;

Considerando o art. 9º, inciso I, da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, e demais normas aplicáveis à matéria;

Considerando que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza;

Considerando que a Constituição Federal e a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida;

Considerando que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação;

Considerando os termos da Convenção de Estocolmo, que trata dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs, ratificada pelo Decreto Legislativo no 204, de 7 de maio de 2004;

Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;

Considerando que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade;

Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas;

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos;

Considerando a necessidade de se reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos das águas, melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento; e

Considerando que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água, resolve:

Art. 1º Esta Resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

#### CAPÍTULO I DAS DEFINIÇÕES

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

- I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;
- II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;
- III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;
- IV - ambiente lático: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;
- V - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;

VI - aquicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;

VII - carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;

VIII - cianobactérias: microorganismos procariontes autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde;

IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;

X - classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;

XI - coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44 - 45°C, com produção de ácido, gás e aléido. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal.

XII - condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;

XIII - condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;

XIV - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;

XV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;

XVI - desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos;

XVII - efeito tóxico agudo: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição;

XVIII - efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;

XIX - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;

XX - enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;

XXI - ensaios ecotoxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos;

XXII - ensaios toxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana;

XXIII - *Escherichia coli* (E.Coli): bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima  $\beta$ -glucuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas;

XXIV - metas: é o desdobramento do objeto em realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório;

XXV - monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;

XXVI - padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;

XXVII - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;

XXVIII - pesca amadora: exploração de recursos pesqueiros com fins de lazer ou esporte;

XXIX - programa para efetivação do enquadramento: conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas para o enquadramento do corpo hídrico;

XXX - recreação de contato primário: contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada;

XXXI - recreação de contato secundário: refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);

XXXII - tratamento avançado: técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica;

XXXIII - tratamento convencional: clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH;

XXXIV - tratamento simplificado: clarificação por meio de filtração e desinfecção e correção de pH quando necessário;

XXXV - tributário (ou curso de água afluente): corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório;

XXXVI - vazão de referência: vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGRH;

XXXVII - virtualmente ausentes: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar; e

XXXVIII - zona de mistura: região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.

#### CAPÍTULO II

##### DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

Art. 3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

##### Seção I

###### Das Águas Doces

Art. 4º As águas doces são assim classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:  
a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;

b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e

c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e

e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e

e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;

b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

c) à pesca amadora;

d) à recreação de contato secundário; e

e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

##### Seção II

###### Das Águas Salinas

Art. 5º As águas salinas são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e

b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;

b) à proteção das comunidades aquáticas; e

c) à aquicultura e à atividade de pesca.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) à pesca amadora; e

b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

##### Seção II

###### Das Águas Salobras

Art. 6º As águas salobras são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e

b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.



II - classe 1 águas que podem ser destinadas:  
 a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;  
 b) à proteção das comunidades aquáticas;  
 c) à aquicultura e à atividade de pesca;  
 d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado, e  
 e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

III - classe 2 águas que podem ser destinadas:  
 a) à pesca amadora; e  
 b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3 águas que podem ser destinadas:  
 a) à navegação; e  
 b) à harmonia paisagística.

CAPÍTULO III

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Seção I

Das Disposições Gerais

Art. 7º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

Parágrafo único. Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos, ressalvado o disposto no § 3º do art. 34, desta Resolução.

Art. 8º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.

§ 1º Também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade.

§ 2º Os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição consideradas.

§ 3º A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas.

§ 4º As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos.

§ 5º Na hipótese dos estudos referidos no parágrafo anterior tomarem-se necessários em decorrência da atuação de empreendedores identificados, as despesas da investigação correrão às suas expensas.

§ 6º Para corpos de água salobras continentais, onde a salinidade não se dê por influência direta marinha, os valores dos grupos químicos de nitrogênio e fósforo serão os estabelecidos nas classes correspondentes de água doce.

Art. 9º A análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água de que trata esta Resolução serão realizadas pelo Poder Público, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigidas.

§ 1º Os laboratórios dos órgãos competentes deverão estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Resolução.

§ 2º Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias.

Art. 10. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

§ 1º Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

§ 2º Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

§ 3º Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.

§ 4º O disposto nos §§ 2º e 3º não se aplica às baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos de água em que não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

Art. 11. O Poder Público poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade, para um determinado corpo de água, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica.

Art. 12. O Poder Público poderá estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência.

Art. 13. Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.

Seção II

Das Águas Doces

Art. 14. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O<sub>2</sub>;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>;

j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);

l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e

m) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA I - CLASSE 1 - ÁGUAS DOÇES	
PADRÕES	VALOR MÁXIMO
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila a	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/ml, ou 2 mm <sup>3</sup> /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Bérbilio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloreto residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,025 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO <sub>4</sub>

Sulfeto (H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Acridilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzenidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbofil	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenz(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 µg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclohexano	0,001 µg/L
Endossulfân (a + b + sulfato)	0,55 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	20,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Glifosato	65 µg/L
Gutten	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Hentacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,02 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metolacloro	10 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Paration	0,04 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Simazina	2,0 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloro de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroetano	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 µg/L
Toxafeno	0,01 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilstanho	0,063 µg/L THY
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroetano	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifuralina	0,2 µg/L
Xileno	300 µg/L

III - Nas águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA II - CLASSE 1 - ÁGUAS DOÇES	
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Benzenidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenz(a,h)antraceno	0,018 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Hentacloro	0,00039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L

Tetracloreto de carbono	1,6 µg/L
Tetracloreto	3,3 µg/L
Toxafeno	0,0028 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L

Art. 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

- I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;
- II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;
- IV - turbidez: até 100 UNT;
- V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O<sub>2</sub>;
- VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O<sub>2</sub>;
- VII - clorofila a: até 30 µg/L;
- VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm<sup>3</sup>/L; e;
- IX - fósforo total:
  - a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e,
  - b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Art. 16. As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

- I - condições de qualidade de água:
  - a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
  - b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
  - c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
  - d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
  - e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;
  - f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
  - g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
  - h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/ml, ou 5mm<sup>3</sup>/L;
- i) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O<sub>2</sub>;
- j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O<sub>2</sub>;
- k) turbidez até 100 UNT;
- l) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,
- m) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

PADRÕES	Valor MÁXIMO
<b>PARÂMETROS</b>	
Clorofila a	60 µg/L
Densidade de cianobactérias	100.000 cel/ml, ou 10 mm <sup>3</sup> /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
<b>PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>	Valor máximo
Alumínio dissolvido	0,2 mg/L, Al
Ársênio total	0,033 mg/L, As
Bário total	1,0 mg/L, Ba
Berílio total	0,1 mg/L, Be
Boro total	0,75 mg/L, B
Cádmio total	0,01 mg/L, Cd
Chumbo total	0,033 mg/L, Pb
Cianeto livre	0,022 mg/L, CN
Cloro total	250 mg/L, Cl
Cobalto total	0,2 mg/L, Co

Cobre dissolvido	0,013 mg/L, Cu
Cromo total	0,05 mg/L, Cr
Ferro dissolvido	5,0 mg/L, Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L, F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,05 mg/L, P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,075 mg/L, P
Fósforo total (ambiente lêntico e tributários de ambientes intermediários)	0,15 mg/L, P
Lítio total	2,5 mg/L, Li
Manganês total	0,5 mg/L, Mn
Mercurio total	0,002 mg/L, Hg
Níquel total	0,025 mg/L, Ni
Nitrato	10,0 mg/L, N
Nitrato	1,0 mg/L, N
Nitrogênio amoniacal total	13,3 mg/L, N, para pH ≤ 7,5 5,6 mg/L, N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2 mg/L, N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0 mg/L, N, para pH > 8,5
Prata total	0,05 mg/L, Ag
Selênio total	0,05 mg/L, Se
Sulfato total	250 mg/L, SO <sub>4</sub>
Sulfeto (como H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,3 mg/L, S
Urdínio total	0,02 mg/L, U
Vanilínio total	0,1 mg/L, V
Zinco total	5 mg/L, Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	Valor máximo
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benz(a)pireno	0,7 µg/L
Carbani	70,0 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,3 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	1,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	14,0 µg/L
1,2-Diclorossano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	30 µg/L
Dodecocloro pentaclorodcano	0,001 µg/L
Endossulfân (a + b + sulfato)	0,22 µg/L
Endrin	0,2 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,01 mg/L, C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Glifosato	280 µg/L
Guthion	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,03 µg/L
Lindano (α-HCH)	2,0 µg/L
Malation	100,0 µg/L
Metoxicloro	20,0 µg/L
Paration	35,0 µg/L
PCBs - Bifenilais policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L, LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloreto de carbono	0,003 mg/L
Tetracloreto	0,01 mg/L
Toxafeno	0,21 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilstano	2,0 µg/L, TBT
Tricloroetano	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L

Art. 17. As águas doces de classe 4 observarão as seguintes condições e padrões:

- I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- II - odor e aspecto: não objetáveis;
- III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;
- IV - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;
- V - fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH;
- VI - OD, superior a 2,0 mg/L O<sub>2</sub> em qualquer amostra; e,
- VII - pH: 6,0 a 9,0.

Seção III  
Das Águas Salinas

Art. 18. As águas salinas de classe I observarão as seguintes condições e padrões:

- I - condições de qualidade de água:
  - a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

- b) materiais flutuantes virtualmente ausentes;
  - c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
  - d) substâncias que produzam odor e turbidez: virtualmente ausentes;
  - e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;
  - f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
  - g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90º não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
  - h) carbono orgânico total até 3 mg/L, como C;
  - i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>; e
  - j) pH: 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade.
- II - Padrões de qualidade de água:

PADRÕES	Valor máximo
<b>PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>	
Alumínio dissolvido	1,5 mg/L, Al
Ársênio total	0,01 mg/L, As
Bário total	1,0 mg/L, Ba
Berílio total	5,3 µg/L, Be
Boro total	5,0 mg/L, B
Cádmio total	0,005 mg/L, Cd
Chumbo total	0,01 mg/L, Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L, CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L, Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L, Cu
Cromo total	0,05 mg/L, Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L, Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L, F
Fósforo Total	0,062 mg/L, P
Manganês total	0,1 mg/L, Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L, Hg
Níquel total	0,025 mg/L, Ni
Nitrato	0,40 mg/L, N
Nitrato	0,07 mg/L, N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L, N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,031 mg/L, P
Prata total	0,005 mg/L, Ag
Selênio total	0,01 mg/L, Se
Sulfetos (H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L, S
Tálio total	0,1 mg/L, Tl
Urdínio Total	0,5 mg/L, U
Zinco total	0,09 mg/L, Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	Valor máximo
Aldrin + Dieldrin	0,002 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbani	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecocloro pentaclorodcano	0,001 µg/L
Endossulfân (a + b + sulfato)	0,01 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Etilbenzeno	25 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,01 µg/L, C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Guthion	0,001 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (α-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilais Policloradas	0,01 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,2 mg/L, LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Toxafeno	215 µg/L
Toxafeno	0,002 µg/L



2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributildesabino	0,01 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80 µg/L
Tricloroeteno	10,0 µg/L

III - Nas águas salinas onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

**TABELA V - CLASSE I - ÁGUAS SALINAS**  
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo

PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Amônio total	0,14 µg/L As
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzof(a,h)antraceno	0,018 µg/L
1,2-Dicloroetano	37 µg/L
1,1-Dicloroetano	3 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,00039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

Art 19. Aplicam-se às águas salinas de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

- I - condições de qualidade de água:
  - a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
  - b) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
  - c) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C; e
  - d) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5,0 mg/L O<sub>2</sub>.
- II - Padrões de qualidade de água:

**TABELA VI - CLASSE 2 - ÁGUAS SALINAS**  
PADRÕES

PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Amônio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,21 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Fósforo total	0,093 mg/L P
Mercurio total	1,8 µg/L Hg
Níquel	74 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,0465 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p,p-DDT + p,p-DDE + p,p-DDD)	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,053 µg/L

Lindano (p-HCH)	0,16 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributildesabino	0,37 µg/L TBT

Art. 20. As águas salinas de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

- I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- II - óleos e graxas: toleram-se iridescências;
- III - substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- IV - corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;
- V - resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- VI - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- VII - carbono orgânico total: até 10 mg/L, como C;
- VIII - OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O<sub>2</sub>;

IX - pH: 6,5 a 8,5 não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades.

Seção IV  
Das Águas Salobras

Art. 21. As águas salobras de classe I observarão as seguintes condições e padrões:

- I - condições de qualidade de água:
  - a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
  - b) carbono orgânico total: até 3 mg/L, como C;
  - c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O<sub>2</sub>;
  - d) pH: 6,5 a 8,5;
  - e) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
  - f) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
  - g) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
  - h) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes; e
  - i) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, bem como para a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, não deverá ser excedido o valor de 200 coliformes termotolerantes por 100mL. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.
- II - Padrões de qualidade de água:

**TABELA VII - Classe I - ÁGUAS SALOBRAS**  
PADRÕES

PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Amônio total	0,01 mg/L As
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro	0,4 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,124 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N

Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)

Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfúrio (como H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S
Zinco total	0,09 mg/L Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	
Aldrin + dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaryl	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,094 µg/L
2,4-D	10,0 µg/L
DDT (p,p-DDT + p,p-DDE + p,p-DDD)	0,001 µg/L
Derivado (Dieldrin-O + Dieldrin-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaclicodecano	0,001 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Endossulfato (a + h + sulfato)	0,01 µg/L
Etilbenzeno	25,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminocantolpirina)	0,003 mg/L CHSOH
Garçon	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (p-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metocloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Paration	0,04 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno	0,2 LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributildesabino	0,010 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80,0 µg/L

III - Nas águas salobras onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

**TABELA VIII - Classe I - ÁGUAS SALOBRAS**  
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo

PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Amônio total	0,14 µg/L As
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzof(a,h)antraceno	0,018 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
1,1-Dicloroetano	3,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	37,0 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,00039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
Tricloroeteno	3,0 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

Art. 22. Aplicam-se às águas salobras de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

- I - condições de qualidade de água:
  - a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
  - b) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C;
  - c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O<sub>2</sub>; e





d) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água

TABELA IX - CLASSE 2 - ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Amônio total	0,099 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,210 mg/L Pb
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19,0 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Fósforo total	0,186 mg/L P
Mercurio total	1,8 µg/L Hg
Níquel total	74,0 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,093 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	
	Valor máximo
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p-p'DDT + p-p'DDE + p-p'DDD)	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano (α-HCH)	0,160 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilstanho	0,37 µg/L TBT

Art. 23. As águas salobras de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

- I - pH: 5 a 9;
- II - OD, em qualquer amostra, não inferior a 3 mg/L O<sub>2</sub>;
- III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;
- IV - materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- V - substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- VI - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;
- VII - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; e
- VIII - carbono orgânico total até 10,0 mg/L, como C.

CAPÍTULO IV DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Art. 24. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento:

- I - acrescentar outras condições e padrões, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica; e
- II - exigir a melhor tecnologia disponível para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo curso de água superficial, mediante fundamentação técnica.

Art. 25. É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, excepcionalmente, autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos no art. 34, desta Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:

- I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;
- II - atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;

III - realização de Estudo de Impacto Ambiental-EIA, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;

IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e

V - fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

Art. 26. Os órgãos ambientais federal, estaduais e municipais, no âmbito de sua competência, deverão, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 34, desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas pelo enquadramento para o corpo de água.

§ 1º No caso de empreendimento de significativo impacto, o órgão ambiental competente exigirá, nos processos de licenciamento ou de sua renovação, a apresentação de estudo de capacidade de suporte de carga do corpo de água receptor.

§ 2º O estudo de capacidade de suporte deve considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura.

§ 3º Sob pena de nulidade da licença expedida, o empreendedor, no processo de licenciamento, informará ao órgão ambiental as substâncias, entre aquelas previstas nesta Resolução para padrões de qualidade de água, que poderão estar contidas no seu efluente.

§ 4º O disposto no § 1º aplica-se também às substâncias não contempladas nesta Resolução, exceto se o empreendedor não tinha condições de saber de sua existência nos seus efluentes.

Art. 27. É vedado, nos efluentes, o lançamento dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs mencionados na Convenção de Estocolmo, ratificada pelo Decreto Legislativo no 204, de 7 de maio de 2004.

Parágrafo único. Nos processos onde possa ocorrer a formação de dioxinas e furanos deverá ser utilizada a melhor tecnologia disponível para a sua redução, até a completa eliminação.

Art. 28. Os efluentes não poderão conferir ao corpo de água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.

§ 1º As metas obrigatórias serão estabelecidas mediante parâmetros.

§ 2º Para os parâmetros não incluídos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado.

§ 3º Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

Art. 29. A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não poderá causar poluição ou contaminação das águas.

Art. 30. No controle das condições de lançamento, é vedada, para fins de diluição antes do seu lançamento, a mistura de efluentes com água de melhor qualidade, tais como as águas de abastecimento, do mar e de sistemas abertos de refrigeração sem recirculação.

Art. 31. Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes efluentes ou lançamentos individualizados, os limites constantes desta Resolução aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão ambiental competente.

Art. 32. Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

§ 1º Nas demais classes de água, o lançamento de efluentes deverá, simultaneamente:

- I - atender às condições e padrões de lançamento de efluentes;
- II - não ocasionar a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade da vazão, estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência; e
- III - atender a outras exigências aplicáveis.

§ 2º No corpo de água em processo de recuperação, o lançamento de efluentes observará as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final.

Art. 33. Na zona de mistura de efluentes, o órgão ambiental competente poderá autorizar, levando em conta o tipo de substância, valores em desacordo com os estabelecidos para a respectiva classe de enquadramento, desde que não comprometam os usos previstos para o corpo de água.

Parágrafo único. A extensão e as concentrações de substâncias na zona de mistura deverão ser objeto de estudo, nos termos determinados pelo órgão ambiental competente, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento.

Art. 34. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedçam às condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

§ 1º O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

§ 2º Os critérios de toxicidade previstos no § 1º devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos padronizados, utilizando organismos aquáticos, e realizados no efluente.

§ 3º Nos corpos de água em que as condições e padrões de qualidade previstos nesta Resolução não incluam restrições de toxicidade a organismos aquáticos, não se aplicam os parágrafos anteriores.

§ 4º Condições de lançamento de efluentes

I - pH entre 5 a 9;

II - temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura;

III - materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

IV - regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;

V - óleos e graxas:

1 - óleos minerais: até 20mg/L;

2 - óleos vegetais e gorduras animais: até 50mg/L; e

VI - ausência de materiais flutuantes.

§ 5º Padrões de lançamento de efluentes

TABELA X - LANÇAMENTO DE EFLUENTES	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Amônio total	0,3 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo total	0,3 mg/L Cr
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Floreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	
	Valor máximo
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminanilipirina)	0,5 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Tetracloro de Carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L

Art. 35. Sem prejuízo do disposto no inciso I, do § 1º do art. 24, desta Resolução, o órgão ambiental competente poderá, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência, estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, aos lançamentos de efluentes que possam, dentre outras consequências:

- I - acarretar efeitos tóxicos agudos em organismos aquáticos; ou
- II - inviabilizar o abastecimento das populações.

Art. 36. Além dos requisitos previstos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis, os efluentes provenientes de serviços de saúde e estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microorganismos patogênicos, só poderão ser lançados após tratamento especial.

Art. 37. Para o lançamento de efluentes tratados no leito seco de corpos de água intermitentes, o órgão ambiental competente definirá, ouvido o órgão gestor de recursos hídricos, condições especiais.

CAPÍTULO V DIRETRIZES AMBIENTAIS PARA O ENQUADRAMENTO

Art. 38. O enquadramento dos corpos de água dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos-CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

§ 1º O enquadramento do corpo hídrico será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos.

§ 2º Nas bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, deverão ser estabelecidas metas obrigatórias, intermediárias e final, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais.

§ 3º As ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga e cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição, deverão basear-se nas metas progressivas intermediárias e final aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico.



## Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão

### GABINETE DO MINISTRO

#### PORTARIA Nº 53, DE 17 DE MARÇO DE 2005

O MINISTRO DE ESTADO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO Interino, no uso da competência que lhe foi delegada pelo art. 1º, inciso I, do Decreto nº 3.125, de 29 de julho de 1999, observada a Resolução nº 19, de 28 de junho de 2002, do Conselho Nacional de Desestatização - CND, tendo em vista o disposto no art. 18, inciso I, da Lei nº 9.636, de 15 de maio de 1998, e os elementos que integram o Processo nº 04906.000527/2003-42, resolve:

Art. 1º Autorizar a cessão de uso gratuito ao Município Aracaju, Estado de Sergipe, do imóvel urbano denominado "Antigo Farol da Atalaia", com área 706,86m² e acessórios com área de 98,61m², situado próxima à Avenida Beira Mar, Bairro Atalaia Velha, objeto da matrícula nº 9.993, do Cartório de Registro de Imóveis da 2ª Circunscrição daquele município.

Parágrafo único. A Procuradoria-Geral da Fazenda Nacional representará a União nos atos relativos à cessão do bem imóvel de que trata a presente Portaria, cabendo à Secretaria do Patrimônio da União - SPU, deste Ministério, a lavratura do respectivo contrato.

Art. 2º O imóvel a que se refere o art. 1º destina-se à implementação do projeto de "Revitalização do Antigo Farol da Atalaia".

Parágrafo único. Fica fixado o prazo de dois anos, a contar da data de assinatura do contrato de cessão, para que o cessionário cumpra os objetivos previstos no caput.

Art. 3º Fica o cessionário obrigado a:

I - obter a anuência prévia do Instituto do Patrimônio Cultural da Secretaria de Estado da Cultura de Sergipe; e  
II - manter no imóvel cedido, em local visível, placa de publicidade, de acordo com os termos da Portaria SPU nº 122, de 13 de junho de 2000.

Art. 4º Responderá o cessionário, judicial e extrajudicialmente, por quaisquer reivindicações que venham a ser efetuadas por terceiros, concernentes aos imóveis de que trata esta Portaria.

Art. 5º Os direitos e obrigações aqui mencionados não excluem outros, explícitos ou implícitos, decorrentes do contrato de cessão e da legislação pertinente.

Art. 6º A cessão será rescindida, sem direito o cessionário a qualquer indenização, inclusive por benfeitorias realizadas ou existentes, se aos imóveis, no todo ou em parte, vier a ser dada destinação diversa da prevista no art. 2º desta Portaria, se houver inobservância de qualquer condição nela expressa, ou, ainda, se ocorrer inadimplemento de cláusula contratual.

Art. 8º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

NELSON MACHADO

#### PORTARIA Nº 54, DE 17 DE MARÇO DE 2005

O MINISTRO DE ESTADO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO, Interino, no uso da competência que lhe foi delegada pelo art. 1º, inciso I do Decreto nº 3.125, de 29 de julho de 1999, observada a Resolução nº 19, de 28 de junho de 2002, do Conselho Nacional de Desestatização - CND, tendo em vista o disposto nos arts. 18, inciso I, e 19, incisos I e IV, da Lei nº 9.636, de 15 de maio de 1998, e demais elementos que integram o Processo nº 05068.000433/2003-55, resolve:

Art. 1º Autorizar a cessão, sob o regime de aforamento gratuito, ao Município de Aracaju, Estado de Sergipe, dos imóveis denominados de Área 2, Área 3 e Área 4, medindo respectivamente 70.480,97m², 33.757,34m² e 7.012,60m², desmembrados de um todo maior com área de 5.963.109,9992m², situado no Bairro Santa Maria, antigo Terra Dura, naquele Município, registrado sob a Matrícula nº 16.021, Livro nº 2, do Cartório da 2ª Circunscrição Imobiliária daquela Comarca.

Parágrafo único. A Procuradoria-Geral da Fazenda Nacional representará a União nos atos relativos à cessão dos imóveis de que trata a presente Portaria, cabendo à Secretaria do Patrimônio da União - SPU, deste Ministério, a lavratura do respectivo contrato.

Art. 2º Os imóveis a que se refere o art. 1º destinam-se à execução de projeto de assentamento, visando ao atendimento de famílias carentes e de baixa renda daquela localidade.

Parágrafo único. São fixados os prazos de um ano, para que o cessionário inicie a implantação do projeto, e de quatro anos, para que cumpra os objetivos previstos, contados da data de assinatura do contrato de cessão.

Art. 3º São obrigações do cessionário:

I - manter nos imóveis cedidos, em local visível, placa de publicidade, de acordo com os termos da Portaria SPU nº 122, de 13 de junho de 2000;

II - fornecer à Gerência Regional de Patrimônio da União no Estado de Sergipe - GRPU/SE, os dados cadastrais e peças técnicas dos desmembramentos e transferências de domínio útil efetivados;

§ 4º As metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, deverão ser atingidas em regime de vazão de referência, excetuando os casos de baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos hídricos onde não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

§ 5º Em corpos de água intermitentes ou com regime de vazão que apresente diferença sazonal significativa, as metas progressivas obrigatórias poderão variar ao longo do ano.

§ 6º Em corpos de água utilizados por populações para seu abastecimento, o enquadramento e o licenciamento ambiental de atividades a montante preservarão, obrigatoriamente, as condições de consumo.

### CAPÍTULO VI DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 39. Cabe aos órgãos ambientais competentes, quando necessário, definir os valores dos poluentes considerados virtualmente ausentes.

Art. 40. No caso de abastecimento para consumo humano, sem prejuízo do disposto nesta Resolução, deverão ser observadas, as normas específicas sobre qualidade da água e padrões de potabilidade.

Art. 41. Os métodos de coleta e de análises de águas são os especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas.

Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Art. 43. Os empreendimentos e demais atividades poluidoras que, na data da publicação desta Resolução, tiverem Licença de Instalação ou de Operação, expedida e não impugnada, poderão a critério do órgão ambiental competente, ter prazo de até três anos, contados a partir de sua vigência, para se adequarem às condições e padrões novos ou mais rigorosos previstos nesta Resolução.

§ 1º O empreendedor apresentará ao órgão ambiental competente o cronograma das medidas necessárias ao cumprimento do disposto no caput deste artigo.

§ 2º O prazo previsto no caput deste artigo poderá, excepcional e tecnicamente motivado, ser prorrogado por até dois anos, por meio de Termo de Ajustamento de Conduta, ao qual se dará publicidade, enviando-se cópia ao Ministério Público.

§ 3º As instalações de tratamento existentes deverão ser mantidas em operação com a capacidade, condições de funcionamento e demais características para as quais foram aprovadas, até que se cumpram as disposições desta Resolução.

§ 4º O descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo será objeto de resolução específica, a ser publicada no prazo máximo de um ano, a contar da data de publicação desta Resolução, ressalvado o padrão de lançamento de óleos e graxas a ser o definido nos termos do art. 34, desta Resolução, até a edição de resolução específica.

Art. 44. O CONAMA, no prazo máximo de um ano, complementará, onde couber, condições e padrões de lançamento de efluentes previstos nesta Resolução.

Art. 45. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução acarretará aos infratores as sanções previstas pela legislação vigente.

§ 1º Os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, no âmbito de suas respectivas competências, fiscalizarão o cumprimento desta Resolução, bem como quando pertinente, a aplicação das penalidades administrativas previstas nas legislações específicas, sem prejuízo do sancionamento penal e da responsabilidade civil objetiva do poluidor.

§ 2º As exigências e deveres previstos nesta Resolução caracterizam obrigação de relevante interesse ambiental.

Art. 46. O responsável por fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, declaração de carga poluidora, referente ao ano civil anterior, subscrita pelo administrador principal da empresa e pelo responsável técnico devidamente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica.

§ 1º A declaração referida no caput deste artigo conterá, entre outros dados, a caracterização qualitativa e quantitativa de seus efluentes, baseada em amostragem representativa dos mesmos, o estado de manutenção dos equipamentos e dispositivos de controle da poluição.

§ 2º O órgão ambiental competente poderá estabelecer critérios e formas para apresentação da declaração mencionada no caput deste artigo, inclusive, dispensando-a se for o caso para empreendimentos de menor potencial poluidor.

Art. 47. Equiparam-se a perito, os responsáveis técnicos que elaborem estudos e pareceres apresentados aos órgãos ambientais.

Art. 48. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução sujeitará os infratores, entre outras, às sanções previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e respectiva regulamentação.

Art. 49. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 50. Revoga-se a Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986.

MARINA SILVA  
Presidente do Conselho

III - transferir, independentemente do pagamento do valor correspondente, o domínio útil de frações dos imóveis cedidos, aos ocupantes caracterizados como carentes ou de baixa renda, na forma da lei, bem como aqueles que vierem a ser assentados de acordo com o caráter social do empreendimento, limitado a uma unidade imobiliária por família;

IV - os adquirentes do domínio útil de frações da área cedida, que comprovarem, perante a Gerência Regional de Patrimônio da União no Estado de Sergipe - GRPU/SE, a condição de carentes, ficarão isentos do pagamento de foros, conforme disposições do Decreto nº 1.466, de 26 de abril de 1995, e do art. 17 do Decreto nº 3.725, de 10 de janeiro de 2001.

Art. 4º O cessionário ficará isento do recolhimento da importância correspondente ao valor do domínio útil do terreno e do foro anual, enquanto os imóveis lhe estiverem aforados, e ainda, dos laudêmos, nas transferências que vier efetuar.

Art. 5º As receitas advindas da alienação do domínio útil aos ocupantes de frações do imóvel, que não se enquadrarem nas disposições do art. 3º, inciso III, serão partilhadas entre a União e o Município, no percentual de 50% para cada parte.

Art. 6º Fica o cessionário incumbido de providenciar o licenciamento ambiental junto ao órgão competente para implantação do projeto de assentamento.

Art. 7º A execução do contrato deverá ser acompanhada e fiscalizada, observados os prazos de implantação e cumprimento dos objetivos previstos nesta Portaria, por representante da Gerência Regional de Patrimônio da União no Estado de Sergipe especialmente designado para esta finalidade.

Art. 8º As transferências de domínio útil procedidas sobre os lotes individualizados ficarão sujeitas à averbação, por parte dos adquirentes, na GRPU/SE, no prazo de sessenta dias, contados a partir de sua efetivação, sob pena das sanções legais cabíveis.

Art. 9º Os direitos e obrigações mencionados nesta Portaria não excluem outros, explícitos ou implícitos, decorrentes do contrato de cessão e da legislação pertinente.

Art. 10. A cessão será rescindida, sem direito o cessionário a qualquer indenização, inclusive por acessórios e benfeitorias realizados, se ao imóvel, no todo ou em parte, vier a ser dada destinação diversa da prevista no art. 2º desta Portaria, se houver inobservância de qualquer condição nela expressa, ou, ainda, se ocorrer inadimplemento de cláusula contratual.

Art. 11. Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

NELSON MACHADO

### SECRETARIA EXECUTIVA

#### PORTARIA Nº 235, DE 17 DE MARÇO DE 2005

O SECRETÁRIO EXECUTIVO DO MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO, considerando o disposto no art. 1º, inciso I e § 4º, do Decreto nº 3.735, de 24 de janeiro de 2001, e no uso da competência que lhe foi delegada pela Portaria/MP nº 40, de 9 de março de 2001, resolve:

Art. 1º Alterar o limite máximo do quadro de pessoal próprio da Boa Vista Energia S.A. - BOVESA, fixado por intermédio da Portaria nº 700, de 13 de novembro de 2002, para 328 (trezentos e vinte e oito) empregados.

Art. 2º Fica a BOVESA autorizada a gerenciar seu quadro de pessoal próprio, praticando atos de gestão para repor empregados desligados ou que vierem a se desligar do quadro funcional, desde que seja observado o limite ora estabelecido e as dotações orçamentárias aprovadas para cada exercício, bem como as demais normas legais pertinentes.

Art. 3º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

NELSON MACHADO

## Ministério do Trabalho e Emprego

### GABINETE DO MINISTRO

#### PORTARIA Nº 139, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Divulga os resultados do desempenho da fiscalização do trabalho alcançados no período de janeiro a fevereiro de 2005.

O Ministro de Estado do Trabalho e Emprego, no exercício da competência prevista no art. 87, inciso II da Constituição Federal e tendo em vista o disposto na Lei nº 10.910, de 15 de julho de 2004, no Decreto nº 5.101, de 19 de agosto de 2004 e na Portaria In-

## ANEXO 3

Art. 62 - Nos estabelecimentos de produtos de origem animal destinados à alimentação humana, é considerada básica, para efeito de registro ou relacionamento, a apresentação prévia de boletim oficial de exame da água de abastecimentos, que deve se enquadrar nos padrões microbiológicos e químicos seguintes:

- a) não demonstrar, na contagem global mais de 500 (quinhentos) germes por mililitro;
- b) não demonstrar no teste presuntivo para pesquisa de coliformes maior número de germes do que os fixados pelos padrões para 5 (cinco) tubos positivos na série de 10 ml (dez mililitros) e 5 (cinco) tubos negativos nas séries de 1 ml (um mililitro) e 0,1 (um décimo de mililitro) da amostra;
- c) a água deve ser límpida, incolor, sem cheiro e de sabor próprio agradável;
- d) não conter mais de 500 (quinhentas) partes por milhão de sólidos totais;
- e) conter no máximo 0,005 g (cinco miligramas) por litro, de nitrogênio amoniacal;
- f) ausência de nitrogênio nitroso e de sulfídrico;
- g) no máximo 0,002 g (dois miligramas) de nitrogênio nítrico por litro;
- h) no máximo 0,002 g (dois miligramas) de matéria orgânica, por litro;
- i) grau de dureza inferior a 20 (vinte);
- j) chumbo, menos de 0,1 (um décimo) de parte por milhão;
- k) cobre, menos de 3 (três) partes por milhão;
- l) zinco, menos de 15 (quinze) partes por milhão;
- m) cloro livre, máximo de 1 (uma) parte por milhão, quando se tratar de águas cloradas e cloro residual mínimo de 0,05 (cinco centésimo) partes por milhão;
- n) arsênico, menos de 0,05 (cinco centésimos) partes por milhão.
- o) fluoretos, máximo de 1 (uma) parte por milhão;
- p) selênio, máximo de 0,05 (cinco centésimo) partes por milhão;
- q) magnésio, máximo de 0,03 (três centésimos) partes por milhão;
- r) sulfatos, no máximo 0,010 g (dez miligramas), por litro;
- s) componentes fenólicos, no máximo 0,001 (uma milésima) parte por milhão.
- t)

§ 1º - Quando as águas revelem mais de 500 (quinhentos) germes por mililitro, impõe-se novo exame de confirmação, antes de condená-la.

§ 2º - Mesmo que o resultado da análise seja favorável, o D.I.P.O.A pode exigir, de acordo com as circunstâncias locais o tratamento da água.