

UFRRJ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DISSERTAÇÃO

Avaliação da Qualidade da Água Consumida pela População do
Distrito do Sana – Macaé - RJ

Gaspar Dias Monteiro Ramos

2008



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA PELA
POPULAÇÃO DO DISTRITO DO SANA – MACAÉ - RJ**

GASPAR DIAS MONTEIRO RAMOS

Sob a Orientação da Professora
Arlene Gaspar

e Co-orientação do Professor
Hélio Fernandes Machado Junior

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciências de Alimentos.

Seropédica, RJ
Março de 2008

363.610981

53

R175a

T

Ramos, Gaspar Dias Monteiro, 1981-
Avaliação da qualidade da água
consumida pela população do
distrito do Sana - Macaé - RJ/
Gaspar Dias Monteiro Ramos - 2008.
128f. : il.

Orientador: Arlene Gaspar.
Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro, Instituto de
Tecnologia.

Bibliografia: f. 48-55.

1. Controle de qualidade da água
- Macaé (RJ) - Teses. 2. Água -
Consumo - Teses. I Gaspar, Arlene,
1956- . II. Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. Instituto
de Tecnologia. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**

GASPAR DIAS MONTEIRO RAMOS

Dissertação submetida com requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciências de Alimentos.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 05/03/2008

Arlene Gaspar. Dr.^a. UFRuralRJ
(Orientadora)

Valmir Laurentino Silva. Dr. FIOCRUZ
(Membro)

Lucio Carramillo Caetano. Dr. DNPM
(Membro)

Hélio Fernandes Machado Junior. Dr. UFRuralRJ
(Suplente)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais,

Exemplos de amor, dignidade, compreensão e vida e por abdicarem de seus sonhos em prol dos meus.

A minha amada Fernanda,

Pelo amor, amizade, compreensão e constante participação e incentivo na minha realização pessoal e profissional.

Aos meus irmãos Lívia e Henrique,

Amigos presentes sempre compreendendo as minhas lutas.

AGRADECIMENTOS

- A **Deus** que me deu forças para realizar este trabalho e na verdade por todas as coisas” que me supriu, supre e suprirá em todos os meus anseios. Obrigado!
- Agradeço aos meus pais, Gaspar e Olívia e aos meus irmãos, Lívia e Henrique pelo apoio, incentivo e amor em todos os momentos da minha vida.
- A minha amada Fernanda, pelo incentivo, carinho e auxílio.
- À Professora, orientadora e amiga **Arlene Gaspar** pela orientação, incentivo, apoio e pela confiança em mim depositada. Também pelos valiosos conhecimentos transmitidos através de nosso trabalho em conjunto nestes últimos anos e exemplo de integridade e perseverança na atividade científica e ao trabalho que vem realizando.
- Ao meu sogro José e minha sogra Neiva por entenderem a minha luta e por sempre estarem presente com seu apoio e compreensão.
- Ao Professor Dr. Valmir Laurentino da Silva pela amizade, apoio nestes anos de convívio e disposição constante em colaborar e pelo exemplo de dignidade e ajuda ao próximo.
- Ao Professor Dr. Helio Fernandes Machado Junior pelo apoio e boa vontade de contribuir .
- A Alessandra Queiroga Gonçalves do laboratório de Doenças Parasitárias pela ajuda nas análises parasitológicas e pelos conhecimentos trocados.
- Ediná Rodrigues Técnica do Laboratório de Microbiologia do DTA pela amizade e supervisão das análises microbiológicas.
- André Fioravante Gerra pela grande amizade e ajuda nas análises microbiológicas.
- Aos amigos do Laboratório de Análise de Alimentos e Bebidas (LAAB), com os quais convivi durante parte da graduação e em toda a realização deste trabalho.
- Ao Márcio representando o Conselho gestor da Sanapa, o meu muito obrigado pela viabilização na realização deste trabalho.
- Ao Dilvan pela colaboração e disposição na realização de todas as coletas.
- Ao Milton M. Fernandes pela parceria e elaboração da parte de uso e ocupação e pela presença na maioria das coletas.
- Ao funcionário Técnico do Departamento de Solos, Jair do Nascimento Guedes pela contribuição com as análises de metais pesados.
- A População do Sana pela grande colaboração na realização deste trabalho.
- Ao Wilson Pereira (*In memorian*) pela colaboração na construção do meu saber, muito obrigado.
- Aos professores e funcionários técnicos e administrativos pela amizade, apoio e ensinamentos.
- A FIOCRUZ que contribuiu de forma grandiosa para a realização das análises parasitológicas.
- E a todos aqueles que contribuíram que participaram de forma direta ou indireta na realização desse trabalho.

O meu muito obrigado!

*“Observa a água: ela purifica e refresca
sem privilégio e sem discriminação...”*
(Lao Tsé)

BIOGRAFIA

GASPAR DIAS MONTEIRO RAMOS, filho de Gaspar Monteiro Ramos e Olívia Dias Ramos, nasceu dia 15 de agosto de 1981, na cidade do Rio de Janeiro, Estado do Rio de Janeiro.

Ingressou no curso de Engenharia de Alimentos em março de 2001 na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, concluindo este no ano de 2005.

Estagiou no Laboratório Analítico de Alimentos e Bebidas (LAAB), do Departamento de Tecnologia de Alimentos - UFRRJ, no período de abril de 2003 a fevereiro de 2006, tendo desenvolvido atividades de pesquisa na área de Controle Físico e Químico de Alimentos e Bebidas.

Em março de 2006, ingressou no Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRRJ, com área de concentração em Ciências de Alimentos, trabalhando com Qualidade de Água.

Em abril de 2007 iniciou sua atuação como professor substituto nas disciplinas de Tecnologia de Produtos Agropecuários e Controle de Qualidade de Produtos Agropecuários.

RESUMO

RAMOS, Gaspar Dias Monteiro. **Avaliação da qualidade da água consumida pela população do distrito do Sana – Macaé - RJ.** 2008. 113p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

A água é veículo de uma grande quantidade de patógenos e substâncias nocivas a saúde humana, por isso há grande importância de se manter um controle sob suas características físico-químicas e microbiológicas. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da água consumida pela população do Distrito do Sana – Macaé - RJ, através de análises Físico-químicas, bacteriológicas e parasitológicas. A água consumida pela população do arraial do Sana é proveniente de três fontes de captação, duas na microbacia do Palmital (sendo uma subterrânea) e uma na microbacia da Glória. Ambas são armazenadas em reservatórios distintos (reservatório do Palmital e reservatório da Glória) e distribuídas para a população sem sofrer qualquer tipo de tratamento. Nas estações do ano foram coletadas três amostras em cada reservatório para as análises físico-químicas e bacteriológicas e uma amostra para as análises parasitológicas. Devido à dificuldade de se chegar até as captações, foi coletada uma amostra por estação para todas as análises realizadas. Os parâmetros físico-químicos foram determinados de acordo com os procedimentos descritos na APHA (1998). As análises bacteriológicas foram: pesquisa de coliformes totais e coliformes termotolerantes (coliformes fecais) pelo método do Número Mais Provável (NMP) pela técnica dos tubos múltiplos, e contagem de bactérias heterotróficas de acordo com a metodologia da APHA (1998). As análises parasitológicas objetivaram a pesquisa de cistos de *Giardia* sp. e *Entamoeba* spp e oocistos de *Cryptosporidium* spp. As amostras foram coletadas utilizando-se filtros comerciais (1µm de porosidade), filtro artesanal constituído por absorvente de gaze dobrada dez vezes e membranas de ésteres mistos de celulose (3,0 µm de porosidade nominal). Os sedimentos retidos nos filtros foram examinados mediante microscopia direta. Quanto aos parâmetros físico-químicos, a água atendia a legislação. As águas dos dois reservatórios só apresentaram diferenças significativas em relação à turbidez, sendo a água proveniente da Glória com maior turbidez que a do Palmital. Quanto aos parâmetros bacteriológicos, os resultados indicaram elevada contaminação, com níveis acima do preconizado pela Portaria do MS nº 518/04, sendo que a água proveniente da Glória os índices de contaminação eram maiores que a do Palmital. Diversas formas parasitárias incluindo *Cryptosporidium* spp e *Entamoeba* spp foram observadas por microscopia óptica na água nas diferentes estações do ano. Baseado nos resultados encontrados recomenda-se tratamento prévio da água a ser oferecida à população.

Palavras-chave: qualidade da água, água para consumo, Sana.

ABSTRACT

RAMOS, Gaspar Dias Monteiro. **Evaluation of the quality of the water consumed by the population of the District of Sana - Macaé - RJ.** 2008. 113p. Dissertation (Master Science in Food Science and Technology). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

The water is vehicle of pathogenic microorganisms and noxious substances for human health, so it's great importance the control of the physiochemical and microbiological characteristics. The aim of this study was to evaluate the quality of the water consumed by the population of the District of Sana - Macaé - RJ, through physiochemical, bacteriological and parasitological analyses. The water consumed by the population of the Arraial of Sana is obtained from three sources of captation, two in microwash of Palmital (one is groundwater) and one in microwash of Glória. Both stored in different reservoirs (reservoir of Palmital and reservoir of Glória) and the water was distributed for the population without any type treatment. Each season was collected three samples in each reservoir for the physiochemical and bacteriological analyses and one sample for the parasitological analyses to each season. In the captation, due to difficulty of arriving to them, one sample was collected by station for all analyses. Physiochemical analyses were carried out using the procedures described in APHA (1998). The bacteriological analyses were: research of total coliform and thermotolerant coliform (fecal coliform) by the method of Most Probable Number (NMP) using by multiple tubes technique, and counting of heterotrophic bacteria according to methodology of APHA (1998). The parasitological analyses aimed at the research of de *Giardia* sp. and *Entamoeba* spp cysts, *Cryptosporidium* spp oocysts, the samples were collected using commercial filters (1µm of porosity), handicraft filter constituted by gauze absorbent bent ten times and mixed esters of cellulose membranes (3,0 µm of nominal porosity). The sediments retained in the filters were examined by direct microscopy. According to legislation in relation to the physiochemical parameters all samples were approved. The waters of the two reservoirs presented significant differences one in relation to the turbidity, being the water provenient of Glória to show more levels of turbidity than Palmital. In relation to the bacteriological parameters, the results showed high contamination, with levels above of the acceptable limits of Portaria MS n° 518/04, and the water provenient of Glória to show more levels of contamination than Palmital. Several parasitic forms including *Cryptosporidium* spp and *Entamoeba* spp were observed by optical microscopy in the water in different seasons. Based on the results it's necessary to make a treatment of the water before to distribute it for the population.

Key words: quality of the water, water for consumption, Sana.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Espécies registradas de <i>Cryptosporidium</i> , seus tamanhos e principais hospedeiros	14
Tabela 2	Condições climáticas durante as coletas ao longo das estações do ano	28
Tabela 3	Contagem de coliformes totais (CT), fecais (CF) e bactérias heterotróficas (PCA) relacionando as quatro estações do ano nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP)	40
Tabela 4	Contagem de coliformes totais (CT), termotolerantes ou fecais (CF) e bactérias heterotróficas (PCA) relacionando as quatro estações do ano nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	40
Tabela 5	Resultados das análises parasitológicas das amostras de água coletadas durante a primavera nas Captações do Palmital e da Glória e seus respectivos reservatórios, por diferentes métodos de filtração e avaliação dos sedimentos	42
Tabela 6	Resultados das análises parasitológicas das amostras de água coletadas durante o outono nas Captações do Palmital e da Glória e seus respectivos reservatórios, utilizando-se processo de filtração por cartucho	43
Tabela 7	Resultados das análises parasitológicas das amostras de água coletadas durante o inverno nas Captações do Palmital e da Glória e seus respectivos reservatórios, utilizando-se processo de filtração por cartucho	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização do Distrito do Sana	18
Figura 2	Localização da microbacia do rio Palmital	19
Figura 3	Localização da microbacia do rio Glória	19
Figura 4	Estrutura da Captação do Palmital	20
Figura 5	Estrutura da Captação do Palmital secundária	20
Figura 6	Captação do Palmital secundária	21
Figura 7	Estrutura da Captação da Glória	22
Figura 8	Procedimento de filtração utilizando cartucho de porosidade de 1 μm	24
Figura 9	Procedimento de filtração utilizando absorvente formado por dez camadas de gaze	24
Figura 10	Procedimento de filtração utilizando membrana de ésteres misto de celulose	25
Figura 11	Desenovelamento e Lavagem do cartucho com solução Tween 80 a 1/100	26
Figura 12	Uso e ocupação da microbacia do Palmital	29
Figura 13	Uso e ocupação da microbacia da Glória	30
Figura 14	Formas sugestivas Oocistos de <i>Cryptosporidium</i> spp, visualizados por microscopia óptica em aumento de 1000 x	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Variação do pH no Reservatório do Palmital (RP), Reservatório da Glória (RG), Captação do Palmital (CP) e Captação da Glória (CG) em diferentes estações do ano.	31
Gráfico 2	Variação da turbidez nos Reservatórios do Palmital (RP) e da Glória (RG), e nas Captações do Palmital (CP) e da Glória (CG) em diferentes estações do ano	32
Gráfico 3	Variação da condutividade nos Reservatórios do Palmital (RP) e da Glória (RG) e nas Captações do Palmital (CP) e da Glória (CG) em diferentes estações do ano	33
Gráfico 4	Variação dos sólidos dissolvidos totais nos Reservatórios do Palmital (RP) e da Glória (RG) e nas Captações do Palmital (CP) e da Glória (CG) em diferentes estações do ano	34
Gráfico 5	Variação da matéria orgânica nos Reservatório do Palmital (RP) e da Glória (RG) e nas Captações do Palmital (CP) e da Glória (CG) em diferentes estações do ano	35
Gráfico 6	Variação da alcalinidade de bicarbonatos nos Reservatórios do Palmital (RP) e da Glória (RG) e nas Captações do Palmital (CP) e da Glória (CG) em diferentes estações do ano	36
Gráfico 7	Variação da Dureza nos Reservatórios do Palmital (RP) e da Glória (RG) e nas Captações do Palmital (CP) e da Glória (CG) em diferentes estações do ano	37
Gráfico 8	Variação dos cloretos nos Reservatórios do Palmital (RP) e da Glória (RG) e nas Captações do Palmital (CP) e da Glória (CG) em diferentes estações do ano	38

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APHA	American Public Health Association
ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental
APA	Área de Proteção Ambiental
C	Celsius
CaCO ₃	carbonato de cálcio
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina e Caribe
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CF	coliformes fecais
CG	captação da Glória
Cl ⁻	cloreto
cm	centímetro
CO ₃ ⁻	carbonato
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CP	captação do Palmital
CT	coliformes totais
CuSO ₄	sulfato de cobre
d	densidade
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigenio
DDTHA	Divisão de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar
DMET	Departamento de Medicina tropical
DTA	Doenças Transmitidas por Água e Alimentos
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EUA	Estados Unidos da América
ENSP	Escola Nacional de Saúde Pública
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
ha	hectare
HCO ₃ ⁻	bicarbonato
HIV	Vírus da Imunodeficiência Humana
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IOC	Instituto Oswaldo cruz
ITEP	Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco
K	Condutividade
Kg	kilograma
Km	quilômetro
L	Litro
LAAB	Laboratório Analítico de Alimentos e bebidas
log	logarítimo
M	metro
mg	miligrama
mL	mililitro
MLCG	“Maximum Contaminat Level Groal”
mm	milímetro
Mn	manganês
MS	Ministério da saúde
NH ₃	amônia
N ₂	nitrogênio molecular
NMP	número mais provável

NO ₃ ⁻	nitrato
NO ₂ ⁻	nitrito
OD	Oxigênio Dissolvido
OH ⁻	hidróxido
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações unidas
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
pH	potencial hidrogeniônico
PCA	contagem padrão em placas (Plate Count Agar)
PMM	Prefeitura Municipal de Macaé
PR	Paraná
Pt	platina
PVC	Policloreto de Vinila
RG	reservatório da Glória
RIFD	Reação de Imunofluorescência direta
RJ	Rio de Janeiro
RP	reservatório do Palmital
rpm	rotações por minuto
R\$	Real
SAD 69	“South American Datum” 1969
SAF	Acetato de sódio, ácido acético e formaldeído
SES-SP	Secretaria do Estado de Saúde de São Paulo
SHU	Síndrome Hemolítica Urêmica
SP	São Paulo
sp	espécie
spp	espécies
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
SUS	Sistema Único de Saúde
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
%	porcentagem
UFC	Unidade formadora de Colônias
UFRRJ	Universidade federal Rural do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
uH	Unidade de Hazen
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
USEPA	United States Environmental Protection Agency UTM “Universal Transverse Mercator”
US\$	Dolar
VMP	valor máximo permitido
WHO	World Health Organization
µg	micrograma
µm	micrômetro
µs	microsiemens

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivos	2
1.3	Justificativa	2
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Critérios de Qualidade de Água	5
2.1.1	Parâmetros físico-químicos	5
2.1.2	Parâmetros bacteriológicos	11
2.1.3	Parâmetros parasitológicos	12
2.1.3.1	Métodos de detecção para parasitos	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	Localização	18
3.2	Clima	18
3.3	Material	18
3.4	Métodos	22
3.4.1	Mapa de uso do solo	22
3.4.2	Métodos para análises físico-químicas e bacteriológicas	23
3.4.3	Métodos de pesquisa para parasitos	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1	Parâmetros Físico-Químicos	31
4.2	Parâmetros Bacteriológicos	39
4.3	Parâmetros Parasitológicos	41
5	CONCLUSÃO	46
5.1	Conclusão dos Parâmetros Físico-Químicos	46
5.2	Conclusão dos Parâmetros Bacteriológicos	46
5.3	Conclusão dos Parâmetros Parasitológicos	46
5.4	Conclusão Geral	46
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
	ANEXOS	56
A	Valores máximos, mínimos e médios dos quatro pontos de coleta compreendendo as quatro estações durante um ano com os VMP da Portaria n° 518/04 - MS e da Resolução n° 357/05 - CONAMA para águas doces de classe 1	56
B	Média dos valores dos parâmetros físico-químicos durante a Primavera nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	57
C	Média dos valores dos parâmetros físico-químicos durante o Verão nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	58
D	Média dos valores dos parâmetros físico-químicos durante o Outono nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	59
E	Média dos valores dos parâmetros físico-químicos durante o Inverno nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	60
F	Parâmetros físico-químicos nas três repetições da primeira coleta durante a Primavera nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	61

G - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da segunda coleta durante a Primavera nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	62
H - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da terceira coleta durante a Primavera nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	63
I - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da primeira coleta durante o Verão nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	64
J - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da segunda coleta durante o Verão nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	65
K - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da terceira coleta durante o Verão nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	66
L - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da primeira coleta durante o Outono nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	67
M - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da segunda coleta durante o Outono nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	68
N - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da terceira coleta durante o Outono nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	69
O - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da primeira coleta durante o Inverno nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	70
P - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da segunda coleta durante o Inverno nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	71
Q - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da terceira coleta durante o Inverno nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP)	72
R - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da segunda coleta durante o Inverno na captação secundária do Palmital	73
S - Portaria n° 518/04 - MS	74
T - Resolução n° 357/05 – CONAMA	89

1 INTRODUÇÃO

O Rio Sana é um dos mais importantes afluentes do Rio Macaé. Em 30 de Novembro de 2001 o Distrito do Sana localizado no município de Macaé foi transformado em Área de Proteção Ambiental (APA), através da Lei nº 2.172, pelo poder municipal em apelo de diversos segmentos da sociedade do Distrito do Sana. A região da bacia do rio Sana apresenta importantes fragmentos de Mata Atlântica e uma riqueza de recursos hídricos e de cachoeiras, os quais são à base da principal atividade econômica local, o ecoturismo. A agricultura e a pecuária são atividades econômicas praticadas por uma parte da comunidade local.

Dados fornecidos pela Prefeitura Municipal de Macaé - PMM (2003) descrevem que a bacia hidrográfica do rio Sana tem área total de 118 km² com 20 km de extensão e drenagem dendrítica. A bacia é formada pelo rio Sana, e por mais de treze córregos que desembocam no rio Sana. O rio Sana nasce na parte Norte, passando por três distintos vales: Cabeceira do rio Sana (córregos da Sibéria, córrego Alegre, córrego da Montanha desaguando na margem direita no rio Sana e o córrego da Pedra Branca desaguando na margem esquerda do rio Sana); Vale Central (córregos do Palmital, do Peito do Pombo, do São Bento desaguando na margem direita do rio Sana, os córregos de Santana, da Glória, da Boa Sorte e do Deserto desaguando na margem esquerda do rio Sana) e, por último, a Barra do Sana (córregos da Neblina e do Muzi desaguando na margem esquerda do rio Sana).

A poluição dos rios e cachoeiras é um dos maiores problemas ambientais da Bacia do Rio Sana e está associada a fatores como: desmatamento da faixa ciliar dos rios, ausência de saneamento básico, excesso de turistas em certas épocas do ano, ocupação inadequada da faixa ciliar dos rios, entre outros. A comunidade da APA do rio Sana que sobrevive das atividades ecoturísticas vêm apresentando conflitos ambientais com os agricultores e pecuaristas alegando serem estas atividades degradadoras da qualidade dos seus rios pelo uso inadequado do solo e de reduzirem as áreas de florestas.

A água consumida pela população do arraial do Sana é proveniente de três fontes de captação, duas da bacia do rio Palmital (sendo uma subterrânea) e uma do rio Glória. São armazenadas em reservatórios distintos (reservatório do Palmital e reservatório da Glória) e distribuídas para a população sem sofrer qualquer tipo de tratamento. A construção do sistema de captação na microbacia do Palmital e seu reservatório de distribuição foram realizados há, aproximadamente, 8 anos pela prefeitura de Macaé com sua estrutura de alvenaria e revestida internamente de cerâmica. Já a construção do sistema de captação da microbacia da Glória existe há, aproximadamente, 18 anos e também foi construído pela prefeitura, porém passou por uma reforma há 2 anos, aproximadamente. Esta reforma foi realizada e patrocinada pela comunidade do Sana e suas associações. Consistiu na construção de um novo sistema de captação em um ponto mais acima do que já existia, com sua estrutura de alvenaria revestida internamente com cerâmica e a colocação de cerâmica internamente no reservatório de distribuição da Glória.

A água é uma necessidade vital para qualquer ser vivo e é utilizada para inúmeras finalidades. Em função do uso a que se destina deve apresentar determinadas características de potabilidade. A potabilidade é definida através de um conjunto de parâmetros e padrões estabelecidos por normas e legislações sanitárias. O Ministério da Saúde (MS), através da Portaria nº 518 de 25 de março de 2004, estabeleceu os parâmetros de potabilidade para água de consumo e o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) através da Resolução nº 357 de 17 de março de 2005, determina as condições mínimas e a classificação de diversos tipos de água para os fins que se destinam.

Estabelecer um padrão de potabilidade é definir, para cada parâmetro, um valor ou concentração a partir do qual seu consumo possa causar danos à saúde. Um padrão serve como base ou norma para avaliação de qualidade ou quantidade. O padrão de potabilidade da

água, definido pelo MS, é um conjunto de valores máximos permitidos, das características físico-químicas, microbiológicas e organolépticas das águas destinadas ao consumo humano. A manutenção do padrão de potabilidade é tarefa de quem trata e distribui água para consumo humano, devendo realizar um rigoroso controle de qualidade.

A importância da água para a manutenção de padrões aceitáveis de qualidade ambiental é indiscutível. Para os profissionais de saúde, o provimento de água em quantidade e qualidade adequada é medida básica de promoção à saúde e prevenção de doenças. Desde 1854, quando John Snow descobriu a relação existente entre o consumo de água contaminada e a incidência de cólera em Londres, as ações relativas à manutenção da potabilidade da água passaram a ser eleitas como prioritárias no âmbito da saúde pública (FUNASA, 2002).

Segundo dados da Organização mundial da Saúde (OMS), 80% das doenças que ocorrem em países em desenvolvimento são ocasionados pela contaminação da água (WHO, 1993).

1.1 Objetivos

Avaliar a qualidade da água consumida pela comunidade do Sana nas captações e reservatórios de distribuição baseando-se na Portaria n° 518/04 - MS e na Resolução n° 357/05 - CONAMA, através de:

- Análises físico-químicas;
- Análises bacteriológicas e
- Verificação da ocorrência de oocistos de *Cryptosporidium* spp. e cistos de *Giardia* sp. e *Entamoeba* spp.

1.3 Justificativa

A água consumida pela população do arraial do Sana é proveniente de três fontes de captação, duas proveniente da microbacia do rio Palmital (sendo uma subterrânea) e outra do rio Glória. A microbacia do Palmital é coberta por floresta de Mata Atlântica e a da Glória tem uso agropecuário e urbano. Entretanto, a água consumida pela comunidade não sofre qualquer tratamento, havendo assim a necessidade de implantar análises de controle para verificar sua potabilidade como previsto pela Portaria n° 518/04 - MS e a Resolução n° 357/05 - CONAMA.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O novo século inicia-se com escassez de água levando o homem a se posicionar em relação ao futuro da água e da vida. A abundância de água que o Brasil tem causa uma falsa sensação de recurso inesgotável (MACÊDO, 2004).

Segundo o Instituto de Educação Tecnológica (BOTELHO, 2006) a água é um recurso natural abundante no planeta, cobrindo cerca de 70% da superfície terrestre, o que constitui a chamada hidrosfera. Entretanto, sob o ponto de vista econômico, a água encontra-se em formas e locais de difícil utilização em sua quase totalidade. Das reservas hídricas mundiais, 97,2% encontram-se nos oceanos, 2,1% estão congeladas nas calotas polares e menos de 1% constitui a água doce dos continentes. Desta parcela ínfima, 96,7% forma os lençóis subterrâneos. Portanto, as águas superficiais, as mais utilizadas, estão cada vez mais escassas para atender a uma demanda crescente e variada.

A água disponível origina-se de fontes superficiais ou subterrâneas, que em contato com o ar, solo, material de origem vegetal e animais trazem consigo impurezas em suspensão ou em solução, que podem torná-la imprópria ao consumo. Além disso, para garantir sua potabilidade, deve-se tratá-la adequadamente e preservar as suas condições naturais, de modo que os processos de purificação artificial não venham a ficar comprometidos, pela deterioração da qualidade da água "in natura", em decorrência das atividades e ações humanas (BOTELHO, 2006).

Desde os primórdios da civilização era conhecida a relação entre a saúde das populações humanas e o meio ambiente circundante, registrado nos escritos hipocráticos e, no século XIX, a identificação desta relação foi vital para se pensar na necessidade de melhorias ambientais nos grandes centros urbanos do mundo desenvolvido (BARRETO, 1998).

A crescente degradação ambiental dos recursos hídricos ocorre devido à constante contaminação pelos efluentes domésticos e industriais (PEDRO; GERMANO, 2001). Podem ser encontrados na água microrganismos provenientes do solo, de fezes, de material orgânico em decomposição e de outros tipos de poluentes (BRUM *et al.*, 1997).

No Brasil, o controle da qualidade da água tornou-se uma questão de saúde pública a partir da década de 70 com o Decreto Federal nº 79.367 de 09/03/1977, que estabelecia como competência do Ministério da Saúde (MS) a definição do padrão de potabilidade da água para consumo humano. As normas e o padrão de potabilidade da água foram instituídos pela Portaria nº 56/1977 - MS, se tornando a primeira legislação federal sobre a potabilidade de água para consumo humano editada pelo MS (FREITAS *et al.*, 2005; SVS, 2005).

A atual política nacional de recursos hídricos, estabelecida na Lei Federal nº 9.433, de janeiro de 1997, considera a água um bem público, limitado, dotado de valor econômico, cujo uso prioritário é o consumo humano. Alternativas para a integração do uso da água às atividades econômicas e sociais que atendam aos mais diversos interesses, estão cada vez mais direcionadas à conservação desse bem vital à sobrevivência humana (BRASIL, 1997).

A necessidade de oferecer saneamento tanto para a água de beber como para higiene segue sendo hoje um enorme desafio nos países em desenvolvimento. Atualmente, 1100 milhões de pessoas não têm acesso à água tratada e 2600 milhões não têm acesso a um saneamento correto. O resultado é que mais de 4500 crianças menores de cinco anos morrem a cada dia de doenças que se pode prevenir facilmente, como a diarreia. Muitos outros, incluindo crianças com mais de cinco anos e adultos, especialmente mulheres, sofrem enfermidades, são menos produtivos e tem menos oportunidade de educação (OMS, 2007).

As doenças provocadas pela contaminação da água são as principais causas de mortalidade infantil e correspondem a 2/3 das internações do SUS (Sistema Único de Saúde), de acordo com dados do MS. Para resolver os problemas de abastecimento de água e tratamento de esgoto no País, o Ministério das Cidades acredita que serão necessários

investimentos de R\$ 178 bilhões, em 20 anos. Este quadro é ratificado pelo estudo Pobreza e Precariedade Habitacional nas Cidades da América Latina, divulgado pela Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (CEPAL), demonstrando que 22% das residências latino-americanas não têm abastecimento de água e 48% não contam com saneamento básico (ABES, 2007).

Em números absolutos, 1 bilhão de pessoas no mundo não possui acesso à água e 1,7 bilhão convivem com uma estrutura de saneamento inadequada, ocasionando três milhões de mortes por ano, a maioria crianças. Segundo dados da OMS todo este quadro poderia ser diferente se os governos investissem mais em saneamento básico, pois a cada R\$ 1 empregado nesta área é possível economizar de R\$ 4 a R\$ 5 em despesas com saúde pública (ABES, 2007).

As doenças infecciosas de veiculação hídrica são consideradas doenças re-emergentes. A maioria dos estudos de epidemiologia de criptosporidiose, giardíase e amebíase humana têm sido realizados em países desenvolvidos, e pouco se sabe sobre a ocorrência dessas infecções em outros países (BAKIR *et al.*, 2003). Segundo a Organização Pan-Americana de saúde – OPAS/OMS (2001) estima-se que:

- A cada oito segundos, uma criança morre devido a uma doença relacionada à água;
- A cada ano, mais de cinco milhões de pessoas morrem de alguma doença associada à água não potável, ou ao ambiente doméstico sem higiene e falta de sistemas de rede coletora de esgoto;

Nos países da América Latina e Caribe, existiam 168 milhões de pessoas sem abastecimento de água e as enfermidades de origem hídrica apareciam entre as três principais causas de morte na região. A epidemia mais significativa dos últimos anos, nesta área, foi a da cólera, originada em 1991, no Peru e que se estendeu por 21 países da região, com mais de 1.200.000 de casos registrados até 1997 (OPAS/OMS, 2001).

De acordo com OPAS/OMS (2001) na América Latina e Caribe apenas 10% das águas residuárias recebem algum tipo de tratamento, em geral, inapropriado. As enfermidades de maior incidência relacionadas com a qualidade da água, além da cólera, eram:

- Diarréias em crianças - responsáveis por 80 mil mortes e uma média de 3 casos diarreicos por ano;
- Amebíase endêmica em muitos países;
- *Entamoeba histolytica*, identificada como a causa de algumas epidemias resultantes da contaminação do abastecimento de água por águas residuárias.

Estima-se que saneamento básico adequado e água tratada podem reduzir as taxas de morbidade e a mortalidade de algumas destas doenças entre 20% e 80%. Segundo a OMS o custo estimado para providenciar abastecimento de água seria de US\$ 105 por pessoa, nas áreas urbanas e de US\$ 50 nas áreas rurais. Já o custo para o saneamento básico seria em média de US\$ 145 por pessoa nas áreas urbanas (OPAS/OMS, 2001).

Segundo censo de 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 61% da população brasileira se abastece de águas captadas em poços tubulares e de afloramentos naturais. O Brasil possui grandes reservas hidrológicas, com cerca de 14% da água doce do planeta e mesmo assim seus grandes centros urbanos já apresentam déficit de abastecimento, captando água em áreas cada vez mais distantes, com reflexos diretos no aumento de custos e na complexidade de tratamentos químicos (VAITSMAN, D.; VAITSMAN, M., 2005).

Segundo Delmo Vaitsman e Mauro Vaitsman (2005) a água é um tema estratégico e constitui-se uma preocupação de política internacional, considerando-se que cerca de 1,4 bilhões de pessoas não tem acesso a ela sequer para consumo, e com tendência de aumento significativo desse número em futuro próximo, pois já existem 29 países, como México e Espanha, por exemplo, classificados como “escassos em água”. A ONU prevê que entre 2025 e 2050 o número de países escassos em água aumentará para cerca de 50. Existem diversos

fatores reais que ratificam a preocupação com a possibilidade de diminuição da disponibilidade de água potável em algumas regiões do planeta devido principalmente a:

- Administração inadequada dos recursos hídricos;
- Contaminação das águas superficiais e subterrâneas causadas por despejo de resíduos químicos e biológicos que dificultam o seu aproveitamento;
- Crescimento desordenado de cidades e grandes obras civis que diminuem as áreas de recarga dos reservatórios de água doce;
- Desperdício incontrolável nas cidades, indústria e na agricultura;
- Ecossistemas fragilizados nas regiões de mananciais devido a desmatamentos desenfreados que, dificultando a infiltração das águas, permitem seu rápido escoamento provocando enchentes nas cidades e no campo;
- Explosão demográfica;
- Menor quantidade de chuvas devido a fenômenos climáticos globais e fatores capazes de afetar o ciclo hidrológico;
- Sistema de saneamento insuficiente e, muitas vezes ineficiente.

2.1 Critérios de Qualidade de Água

2.1.1 Parâmetros físico-químicos

Os critérios de qualidade de água levam em conta os aspectos físicos, químicos e microbiológicos. Quanto aos parâmetros físico-químicos são avaliados aspecto, cor, odor, sabor, pH, turbidez, sólidos totais, dureza, cloretos, matéria orgânica, entre outros.

O aspecto da água deve ser límpido e não conter partículas em suspensão. Sua cor resulta principalmente dos processos de decomposição ocorridos no meio ambiente, às águas superficiais são mais sujeitas a apresentar coloração do que as águas subterrâneas. A cor pode ocorrer também pela presença de íons metálicos como ferro e manganês, plâncton e despejos industriais (PORTO *et al.*, 1991). O problema maior de coloração na água, em geral, é o estético já que causa um efeito repulsivo aos consumidores (CETESB, 2007). A legislação brasileira estabelece para cor aparente um máximo de 15 uH (BRASIL, 2004, Anexo S).

A água pura não produz sensação de odor ou sabor nos sentidos humanos. Os produtos que conferem odor ou sabor à água são usualmente originados de matéria orgânica ou da atividade biológica de microrganismos, ou ainda de fontes industriais de poluição (MACÊDO, 2006). A Portaria nº 518/04 (Anexo S) e a Resolução nº 357/05 (Anexo T) estabelecem para substâncias que comuniquem gosto ou odor virtualmente ausentes.

O pH é um parâmetro importante no processo de tratamento, pois está relacionado com: coagulação e floculação; desinfecção; solubilidade de metais; corrosão e incrustações. Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental (CETESB, 2007).

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, determinadas condições de pH contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais. De acordo com a Legislação Federal (BRASIL, 2005) os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9 (CETESB, 2007).

No Brasil a maioria das águas é ácida ou levemente ácida. No processo de tratamento da água, o pH comanda boa parte das reações, sendo determinante para a eficiência dos coagulantes (SES-SP, 2004). Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 (BRASIL, 2004).

A turbidez é a alteração da penetração da luz causada pelas partículas em suspensão, que provocam a sua difusão e absorção. Sendo estas partículas constituídas por plânctons, bactérias, algas, argilas, silte em suspensão e detritos orgânicos (MACÊDO, 2004).

A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e exigem manobras operacionais, como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas estações de tratamento de águas. A erosão pode decorrer do mau uso do solo em que se impede a fixação da vegetação. Este exemplo mostra também o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente (água, ar ou solo) para outro. Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e das algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes, logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água. (CETESB, 2007)

A presença de turbidez em diversas etapas do tratamento indica a quantidade de matéria orgânica e inorgânica em suspensão e pode sinalizar a presença de oocistos e cistos de parasitos na saída dos filtros (FRICKER; CRABB, 1998).

Patania *et al.* (1995) conduziram estudos em escala piloto de filtração convencional com águas de turbidez entre 0,2 e 13 UNT e concentrações de cistos de *Giardia* de 10 a 200 cistos/L. Com o tratamento otimizado para remoção de turbidez, houve variação na remoção média de cistos de 3,4 a 5,1 log10. No efluente do filtro ocorreu a mais efetiva remoção da turbidez (0,1 UNT ou menor) e de cistos de *Giardia*.

Dugan *et al.* (2001) elaboraram estudos em sistemas pilotos, com adição de oocistos de *Cryptosporidium* aos afluentes, em concentrações altas (10^6 oocistos/L). A remoção de oocistos foi positivamente correlacionada à redução de turbidez, com resultados de remoção total entre 1,4 a 2,5 log10. Os autores sugeriram que o pré-tratamento por coagulação aumentou a remoção, no sistema de tratamento convencional.

O valor máximo permitido (VMP) de turbidez para água potável é de 5 UNT, e para águas não tratadas é de 40 UNT (BRASIL, 2004 e 2005).

A condutividade elétrica da água é determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions, e é a capacidade da água transmitir corrente elétrica (MACÊDO, 2004). Dependente das concentrações iônicas e da temperatura, indica a quantidade de sais existentes na água, e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de sólidos dissolvidos totais na água. Em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados. A condutividade elétrica fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2007).

Sólidos totais dissolvidos (STD) correspondem ao peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume. E podem ser estimados pela medida da condutividade (K) da água: $K = 1.500 \mu\text{S}/\text{cm}$ equivale a cerca de 1.000 mg/L de STD (VAITSMAN, D.; VAITSMAN, M., 2005). O VMP de STD estabelecido pela Portaria n° 518/04 – MS (Anexo S) é de 1.000 mg/L, já o teor máximo permitido pela Resolução n° 357/05 - CONAMA (anexo T) para águas doces de classe 1 é de 500 mg/L.

A presença de matéria orgânica quase sempre é responsável por modificações no odor, sabor e limpidez da água, e pode ser causada pela contaminação por substâncias orgânicas (geralmente húmus, algas e taninos). Águas com presença de matéria orgânica são impróprias, podendo ser recuperada com tratamento adequado (EVANGELISTA, 2003).

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

encontrada nas águas sob a forma de carbonato ou bicarbonato. O seu significado sanitário está vinculado à alcalinidade cáustica, causada por íons hidróxidos, que é indesejável e raramente encontrado em águas naturais. Os três tipos de alcalinidade possíveis de serem encontrados em águas naturais são: alcalinidade de hidróxido (OH^-), de carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-). Sendo que, somente dois tipos podem estar presentes simultaneamente numa mesma amostra, pois haveria uma reação entre hidróxidos e bicarbonatos, que levaria a formação de carbonatos (MACÊDO, 2004).

A dureza da água é causada por sais de cálcio e magnésio lixiviados pela água através do solo. Esses sais, perfeitamente normais em água potável, são prejudiciais, quando a água é utilizada no procedimento de limpeza e sanificação de pisos, paredes, equipamentos e utensílios. A dureza da água pode ser temporária e permanente. A dureza temporária também é chamada de bicarbonatos, já a dureza permanente deve-se a presença de sulfatos ou cloretos de cálcio e/ou magnésio em solução (MACÊDO, 2004). Em temperaturas elevadas, os sais de cálcio e magnésio tendem a formar incrustações que permitem a deposição em sua parte inferior de produtos altamente corrosivos, como a soda cáustica, provocando deterioração de equipamentos e perda da eficiência na transmissão de calor em caldeiras (ANDRADE; MACÊDO, 1996).

A reação entre detergentes e os íons cálcio e magnésio dá origem a precipitados insolúveis, que, para serem eliminados, requerem o uso de detergentes ácidos em maior frequência e concentração (LAGGER *et al.*, 2000). Além do prejuízo econômico, o aumento de sabão implica num aporte maior de fosfatos aos esgotos, aumentando a poluição (SES-SP, 2004).

O abrandamento ou amolecimento de uma água consiste na remoção parcial ou total de cálcio e magnésio, que em geral, estão na forma de bicarbonatos, sulfatos e cloretos (MACÊDO, 2004).

Para água potável a legislação preconiza VMP de 500 mg/L de CaCO_3 (Brasil, 2004).

O cloreto é o ânion Cl^- que se apresenta nas águas subterrâneas através de solos e rochas (CETESB, 2007). Um aumento no teor de cloretos na água é indicador de uma possível poluição por esgotos (através de excreção de cloreto pela urina) ou por despejos industriais, e acelera os processos de corrosão em tubulações de aço e de alumínio, além de alterar o sabor da água (ANDRADE; MACÊDO, 1996).

Nas águas superficiais as descargas de esgotos sanitários constituem-se fontes importantes de cloretos, pois cada pessoa expele através da urina cerca 6 g de cloreto por dia, fazendo com que os esgotos apresentem concentrações de cloreto que ultrapassam a 15 mg/L. Nas águas tratadas, a adição de cloro puro ou em solução ocasiona uma elevação do nível de cloreto, resultante das reações de dissociação do cloro na água. A presença de cloreto na água interfere na determinação da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e embora esta interferência seja atenuada pela adição de sulfato de mercúrio, as análises de DQO em água do mar não apresentam resultados confiáveis. Interfere também na determinação de nitratos (CETESB, 2007).

O cloreto provoca sabor "salgado" na água, sendo o cloreto de sódio o mais restritivo por provocar sabor em concentrações da ordem de 250 mg/L, valor este que é tomado como padrão de potabilidade (Brasil, 2004). No caso do cloreto de cálcio, o sabor só é perceptível em concentrações de cloreto superior a 1.000 mg/L. As populações árabes estão adaptadas ao uso de águas contendo 2.000 mg/L de cloreto. São conhecidos também seus efeitos laxativos em concentrações elevadas (CETESB, 2007).

O cloreto apresenta também influência nas características dos ecossistemas aquáticos naturais, por provocarem alterações na pressão osmótica em células de microrganismos (CETESB, 2007). O VMP de cloretos para águas doces de classe 1 é de 250 mg/L (Brasil, 2005).

Diversas são as fontes de nitrogênio nas águas naturais. Os esgotos sanitários constituem em geral a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico pela presença de proteínas e nitrogênio amoniacal oriundo da hidrólise da uréia na água. A atmosfera é outra fonte importante através de diversos mecanismos: fixação biológica desempenhada por bactérias e algas, que incorporam o nitrogênio atmosférico em seus tecidos, contribuindo para a presença de nitrogênio orgânico nas águas; a fixação química, reação que depende da presença de luz, concorre para a presença de amônia e nitrato nas águas; lavagens da atmosfera poluída por águas pluviais concorrem para as presenças de partículas contendo nitrogênio orgânico bem como para a dissolução de amônia e nitratos. Em áreas agrícolas, o escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados também contribui para a presença de diversas formas de nitrogênio nos corpos hídricos. Em áreas urbanas, as drenagens de águas pluviais associadas às deficiências do sistema de limpeza pública, constituem fonte difusa de difícil caracterização (CETESB, 2007).

O nitrogênio em corpos hídricos pode se apresentar de diversas formas: nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônia (NH_3), nitrogênio molecular (N_2) e nitrogênio orgânico. É um elemento indispensável para o crescimento de algas, quando em grande quantidade também pode levar a um processo de eutrofização de lagos e represas. No tratamento de esgotos sua presença também é indispensável para o crescimento de microrganismos. Águas com predominância de nitrogênio orgânico e amoniacal caracterizam poluição por descarga de esgoto recente. Já os nitratos indicam poluição remota, por serem produto final de oxidação do nitrogênio. Nitratos e nitritos podem causar problemas de ordem fisiológica ao consumidor, que é a perda da capacidade de oxigenação do sangue – metahemoglobinemia (MACÊDO, 2004).

Os nitratos são tóxicos, causando uma doença chamada metahemoglobinemia principalmente em crianças, podendo ser letal. A metahemoglobinemia ocorre quando a hemoglobina é oxidada em uma velocidade maior que a capacidade enzimática normal para a redução da hemoglobina. Certos indivíduos com capacidade enzimática prejudicada para a redução da hemoglobina podem ser susceptíveis a um stress oxidativo leve. Vários agentes podem ser responsáveis por esta oxidação, os mais frequentemente encontrados são: anilina, benzocaína, cloratos, cloroquina, dapsona, solo e superfície aquática contaminados por nitratos, nitritos, nitrofenol, fenazopiridina, primaquina, nitroprussiato de sódio e 4-dimetilaminofenol (VAN HEIJST, 2002).

O nitrogênio amoniacal é padrão de classificação das águas naturais e padrão de emissão de esgotos. A amônia é uma substância tóxica bastante restritiva à vida dos peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 5 mg/L. Além disso, a amônia provoca consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente, a chamada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) de segundo estágio. Por estes motivos, a concentração de nitrogênio amoniacal torna-se importante parâmetro de classificação das águas naturais e é normalmente utilizado na constituição de índices de qualidade das águas (BRASIL, 2005).

Para água potável o limite máximo estabelecido para nitrato (como N), nitrito (como N) e amônia (como NH_3) é de 10 mg/L, 1 mg/L e 1,5 mg/L respectivamente (BRASIL, 2004).

Para água doce de classe 1 o VMP para nitrato e nitrito é igual ao estabelecido pela Portaria nº 518 (Brasil, 2004). Em relação nitrogênio amoniacal (como N) o VMP varia conforme o pH: 3,7 mg/L para $\text{pH} \leq 7,5$; 2,0 mg/L para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$; 1,0 mg/L para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$ e 0,5 mg/L para $\text{pH} > 8,5$ (Brasil, 2005).

O fósforo aparece em águas naturais levados principalmente pelas descargas de esgotos sanitários devido à presença de detergentes superfosfatados usados domesticamente e que constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em

quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (CETESB, 2007).

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. Os fosfatos orgânicos são formas em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo. Os ortofosfatos, por outro lado, são representados pelos radicais, que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas. Os polifosfatos ou fosfatos condensados são polímeros de ortofosfatos. No entanto, esta terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque os polifosfatos sofrem hidrólise se convertendo rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais (CETESB, 2007).

Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos. O fósforo é o elemento indispensável no crescimento de algas, e quando em grandes quantidades, pode levar a um processo de eutrofização de um recurso hídrico. É também o nutriente essencial para o crescimento de bactérias responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (MACÊDO, 2004).

O Sulfato é amplamente distribuído na natureza e pode estar presente em águas naturais em concentração que varia de poucos a vários mil miligramas por litro. Tem interesse sanitário para águas de abastecimento público por sua ação laxativa, como o sulfato de magnésio e o sulfato de sódio. Esta substância tem importância quanto à promoção da dureza (MACÊDO, 2006). O VMP para sulfato estabelecido pela Portaria nº 518 (Brasil 2004) é de 250 mg/L igual ao limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357 (Brasil, 2005).

O ferro aparece principalmente em águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água. O carbonato ferroso é solúvel e frequentemente encontrado em águas de poços contendo elevados níveis de concentração de ferro. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens (CETESB, 2007).

O ferro, apesar de não ser tóxico, ocasiona diversos problemas para o abastecimento público de água (CETESB, 2007). Aparece, normalmente, associado com manganês, e confere a água sabor amargo adstringente e coloração amarelada e turva. Seus sais são bastante solúveis em água e são facilmente oxidados, formando os hidróxidos férricos, que tendem a flocular e a decantar (MACÊDO, 2004).

O ferro participa da formação da hemoglobina pela medula óssea possibilitando a oxigenação das hemácias. Elemento essencial para muitas enzimas, favorece o crescimento infantil e aumenta a resistência às doenças (VAITSMAN, D.; VAITSMAN, M., 2005). O VMP de ferro dissolvido estabelecido para água de consumo e para águas doces de classe 1 é de 0,3 mg/L (Brasil, 2004 e 2005).

A presença de zinco é comum em águas naturais, seus sais apresentam uma toxicidade muito baixa. Concentrações acima de 5,0 mg/L, conferem sabor à água e certa opalescência em águas alcalinas. Um levantamento efetuado nos EUA foi observado que em 95 dos 135 dos mananciais estudados apresentaram um excedente de zinco na faixa de 20 mg/L (MACÊDO, 2004). Em águas superficiais, normalmente as concentrações estão na faixa de <0,001 a 0,10 mg/L. (CETESB, 2007).

O zinco é um elemento essencial para o crescimento, e em quantidades adequadas é benéfico para o metabolismo humano, sendo que a atividade da insulina e diversos compostos enzimáticos dependem da sua presença. A deficiência do zinco nos animais pode conduzir ao atraso no crescimento. Nos EUA, populações consumindo águas com 11 a 27 mg/L não tiveram constatada qualquer anormalidade prejudicial à saúde (CETESB, 2007). O VMP de zinco estabelecido para água potável é de 5,0 mg/L (Brasil, 2004), já o teor máximo permitido para águas doces de classe 1 é de 0,18 mg/L (Brasil, 2005).

O cádmio não é considerado fisiologicamente essencial ao ser humano, e tem sua excreção de forma muito lenta. Pode se acumular nos tecidos apresentando intoxicação

crônica, conhecida como cadmiose. Tem-se atribuído ao cádmio a causa de vários processos patológicos no homem, como tumores nos testículos, disfunção renal, hipertensão, artério-esclerose, aumento da inibição, doenças crônicas de envelhecimento e câncer. A dose letal de cádmio para um adulto de 60 kg, é de 0,35 g. No corpo, o metabolismo ocorre pela absorção gastrointestinal, penetrando na circulação sanguínea e concentrando no plasma, alcançando os glóbulos vermelhos, depois segue para os rins, fígado, pâncreas, e glândulas salivares (tireóide). Em parte o cádmio age bloqueando o grupamento tiol, inibindo a respiração celular e em alguns sistemas enzimáticos de grande importância para o funcionamento do organismo (TEIXEIRA, 1998).

O caso mais conhecido de intoxicação pelo cádmio, na saúde pública, ocorreu na região de FunchuMachi (Japão) em 1946, que ficou conhecido como doença da dor ou "Itai-Itai" (doi-doi). Tal fato deve-se ao consumo de arroz contaminado por água de irrigação contaminada pelo metal. A doença caracteriza-se por sintomas reumáticos com intensa dor nos ossos, provocada pela perda de minerais dos ossos, fazendo com que fiquem deformados, e distúrbios renais, sintomas que deram origem ao nome (ATSDR, 1997; WHO, 1992).

Segundo SANEPAR (1997) sua concentração média na crosta terrestre é de 0,15 ppm. É pouco móvel no perfil do solo.

O cádmio se apresenta nas águas naturais devido às descargas de efluentes industriais, e é usado como inseticida. Está presente em águas doces em concentrações traços, geralmente inferiores a 1 µg/L. É um metal de elevado potencial tóxico, que se acumula em organismos aquáticos, possibilitando sua entrada na cadeia alimentar. Apresenta efeito crônico concentrando-se nos rins, fígado, pâncreas e na tireóide, e efeito agudo, sendo que uma única dose de 9,0 g pode levar à morte (CETESB, 2007).

O limite máximo de cádmio presente em água de consumo, estabelecido pela legislação brasileira é de 0,005 mg/L (Brasil, 2004), e para águas doces de classe 1 é de 0,001 mg/L (Brasil, 2005).

O cobre ocorre naturalmente nas água e em concentrações inferiores a 20 µg/L. Quando em concentrações elevadas, é prejudicial à saúde e confere sabor às águas. Segundo pesquisas efetuadas, é necessária uma concentração de 20 mg/L de cobre ou um teor total de 100 mg/L por dia na água para produzirem intoxicações humanas com lesões no fígado. No entanto, concentrações de 5 mg/L tornam a água absolutamente impalatável, devido ao gosto produzido. Interessante é notar, todavia, que o trigo contém concentrações variáveis de 190 a 800 mg/kg de cobre, a aveia 40 a 200 mg/kg, a lentilha 110 a 150 mg/kg e a ervilha de 13 a 110 mg/kg. As ostras podem conter até 2000 mg/kg de cobre (CETESB, 2007).

O cobre é essencial para diversas funções orgânicas, como a mobilização do ferro para a síntese da hemoglobina, síntese do hormônio da adrenalina e formação dos tecidos conjuntivos (MACÊDO, 2006).

As fontes de cobre para o meio ambiente incluem escoamento superficial e contaminação da água subterrânea a partir de usos agrícolas do cobre como fungicida e pesticida no tratamento de solos e efluentes, e precipitação atmosférica de fontes industriais incluindo indústrias de mineração, fundição e refinação (CETESB, 2007).

O VMP de cobre estabelecido para água potável é de 2,0 mg/L (BRASIL, 2004) e o teor máximo permitido de cobre dissolvido em águas doces de classe 1 é de 0,009 mg/L (BRASIL, 2005).

O manganês é muito utilizado como fertilizante. Quando presente na água torna-a de coloração negra, podendo se apresentar no estado oxidado Mn^{+2} (forma mais solúvel) e Mn^{+4} (forma menos solúvel). Concentrações de manganês menor que 0,05 mg/L geralmente é aceitável em mananciais, pois nesta faixa de concentração não ocasionaria manchas negras ou depósitos de seu óxido nos sistemas de abastecimento de água. Raramente atinge concentrações de 1,0 mg/L em águas superficiais naturais e, normalmente, está presente em

quantidades de 0,2 mg/L ou menos (CETESB, 2007). O VMP de manganês estabelecido para água de consumo, bem como águas doces de classe 1 é de 0,1 mg/L (BRASIL, 2004 e 2005).

2.1.2 Parâmetros bacteriológicos

A água contaminada é um importante veículo na transmissão de uma grande variedade de doenças e sua qualidade microbiológica é um fator indispensável para a Saúde Pública (GIOMBELLI *et al.*, 1998 apud ZULPO, 2006).

A contaminação da água por microrganismos ocorre principalmente por dejetos provenientes do homem e de animais, além de solo e vegetais. Favorecendo o desenvolvimento de microrganismos patogênicos que podem transmitir doenças que atingem principalmente o trato gastrointestinal. Vários tipos de bactérias podem ser encontradas na água. Dentre elas, os principais gêneros são: *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *Yersinia*, *Campylobacter* e *Escherichia*. O último juntamente com o gênero *Enterobacter* e *Klebsiella*, constitui o grupo dos coliformes fecais, um importante indicador de contaminação fecal na água. Outras bactérias importantes em relação as doenças hídricas são *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*, pois induzem infecções externas no corpo, decorrente do simples contato com a água contaminada (MACÊDO, 2004).

A presença de coliformes totais não é uma indicação útil de contaminação fecal, pois este grupo inclui diversos gêneros e espécies de bactérias não entéricas como *Serratia* e *Aeromonas*. No entanto, a sua presença e número são indicativos da qualidade higiênico-sanitária de um produto. Em condições normais, os coliformes não são por si só, patogênicos, porém algumas linhagens ou a proliferação destes microrganismos podem causar diarreias e infecções urinárias (JAWETZ, 2000; SILVA, 2001).

Os enterococos fecais (Sin. *Streptococcus faecalis*) são excretados nas fezes de humanos, embora em quantidade inferior à *Escherichia coli*, entretanto em fezes de outros animais homeotermos, ocorrem em número superior aos coliformes fecais (TORTORA *et al.* 2000).

O grupo coliforme inclui uma grande diversidade em termos de gênero e espécie, principalmente aquelas pertencentes à família *Enterobacteriaceae*. Os membros do grupo coliforme são descritos como todos aeróbicos e anaeróbicos facultativos, Gram-negativos, não formadores de esporos, bastonetes que fermentam lactose com formação de gás e ácido em 48h a 35°C pela técnica dos tubos múltiplos (ROMPRÉ *et al.*, 2002; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1990).

Geralmente, na determinação de coliformes, realiza-se a diferenciação entre os de origem fecal e não-fecal. Os de origem fecal, não se multiplicam facilmente no ambiente externo e são capazes de sobreviver de modo semelhante às bactérias patogênicas (GIOMBELLI *et al.*, 1998 apud ZULPO, 2006).

A Portaria nº 518/04 - MS estabelece que a água para consumo humano deve apresentar ausência em 100 mL de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes e positividade de até 5% para coliformes totais. A contagem de bactérias heterotróficas não deve exceder a 500 Unidades Formadoras de Colônia por mililitro (UFC/mL).

Bactérias do grupo dos coliformes fecais são utilizadas mundialmente como parâmetros para se verificar a qualidade da água. Almeida *et al.* (2004) verificaram a qualidade microbiológica da água do córrego “Ribeirão dos Porcos”, situado no município de Espírito Santo do Pinhal (SP) encontrando na água proveniente da nascente uma contaminação em relação aos coliformes fecais e totais em média de $7,0 \times 10^2$ NMP/100mL, fora dos limites aceitáveis. Concluíram que a contaminação fecal detectada pudesse ser proveniente de fezes de animais que habitavam naturalmente a região, pois no ponto onde ocorreu as coletas, a água não era contaminada por esgotos domésticos ou outras fontes.

Estudos realizados pelo Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco- ITEP (1993) avaliando a potabilidade e traçando um perfil higiênico-sanitário da água consumida em residências, empresas e hospitais da cidade, mostraram que nas empresas, apenas 36% das amostras foram consideradas satisfatórias. Os maiores índices de contaminação observada foi quanto ao grupo coliforme total (64%), seguido das *Pseudomonas aeruginosa* (33%), coliformes fecais (25%) e *Staphylococcus aureus* (13%). Em mais de 50% das amostras de residências foi identificada contaminação pelo grupo coliforme, não sendo possível uma comparação com registro de anos anteriores devido à inexistência de dados divulgados em Pernambuco. Evidenciou-se que as águas tratadas apresentaram altos índices de contaminação microbiológica devido às redes internas de fornecimento, ou seja, cisternas, caixa d'água, torneiras e bebedouros, cuja manutenção da higiene não vinha sendo observada. (MARÇAL *et al.*, 1994)

Nogueira *et al.* (2003) avaliaram a qualidade microbiológica de amostras de água tratada e não-tratada proveniente de comunidades urbanas e rurais na região de Maringá - PR, mostrando que o maior número de amostras contaminadas por coliformes totais (83%) e coliformes fecais (48%) foi observado em água não tratada. Observaram que mais de 17% da água potável tratada continham coliformes sugerindo tratamento insuficiente ou recrescimento.

A *Escherichia coli* sorotipo O157:H7 foi considerada uma bactéria emergente, causadora de colite hemorrágica, através da produção de toxina, provocando severo dano à mucosa intestinal. Aproximadamente 15% das infecções por *E. coli* O157:H7, especialmente em crianças menores de 5 anos e idosos, podem apresentar uma complicação chamada Síndrome Hemolítica Urêmica (SHU). A partir da década de 80, infecções por *E. coli* O157:H7, na América do Norte aumentaram, como também a incidência da SHU em vários países. No Brasil, a primeira cepa de *E. coli* O157:H7 foi isolada e identificada em Parelheiros, no município de São Paulo, a partir de uma amostra de água de poço, em uma chácara, não tendo sido nunca identificada em material humano. Não há dados sistematizados sobre a *E. coli* O157:H7 no Brasil e nem sobre a SHU (DTA, 2000).

A falta de proteção adequada do local de coleta leva à degradação da qualidade da água. Estudos realizados por D'Aguila *et al.* (2000) demonstraram que cerca de 98% da contaminação por coliformes totais, coliformes fecais e pseudomonas em águas de poços foram causados por mau acondicionamento de água e falta de tratamento prévio.

A contagem padrão em placas ou contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas é um procedimento para calcular o número de bactérias heterotróficas viáveis em água e medir mudanças durante tratamento e distribuição (APHA, 1998).

A contagem de bactérias heterotróficas é amplamente utilizada como indicador da qualidade da água potável, sendo que os microrganismos são detectados por propagação em meios não-seletivos (DOMINGUES *et al.*, 2007).

De acordo com a Portaria nº 518/04 que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância de qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, 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 colônias (UFC)/mL, devem ser providenciadas imediata coleta, inspeção local e, se constatada irregularidade, outras providências cabíveis (BRASIL, 2004).

2.1.3 Parâmetros parasitológicos

A contaminação do meio ambiente por formas infectantes de parasitos é dependente de vários fatores como: número de hospedeiros infectados não humanos; número de formas infectantes excretados; comportamento e atividade do hospedeiro; práticas na agricultura;

diferenças étnica e socioeconômica no comportamento humano; distribuição geográfica; saneamento; segurança na água potável; suprimentos e fontes alimentares; clima e hidrogeologia da área (SLIFKO *et al.*, 2000).

Cryptosporidium é um gênero de coccídeos que pertence ao filo Apicomplexa. Este gênero inclui pelo menos seis espécies comumente associadas com doença intestinal em humanos, como: *Cryptosporidium hominis*, *Cryptosporidium parvum*, *Cryptosporidium felis*, *Cryptosporidium meleagridis*, *Cryptosporidium canis*, e *Cryptosporidium muris* (PIENIAZEK *et al.*, 1999; XIAO *et al.*, 2004a).

A presença de oocistos de *Cryptosporidium* spp e cistos de *Giardia duodenalis* foi documentada em águas superficiais (rios, lagos, represas), subterrâneas (poços e nascentes) e salinas (mares), comprovando que estes protozoários estão amplamente dispersos no ambiente aquático (WALLIS *et al.*, 1996; STATES *et al.*, 1997; LECHEVALLIER *et al.*, 1997; HO; TAM, 1998).

Smith (1998) discutiu a importância da contaminação ambiental na transmissão desses organismos. Fatores que relacionam tanto o parasito como o ambiente desempenhariam um papel potencial para essa contaminação, destacando-se a atividade humana e não humana na transmissão zoonótica, o número de hospedeiros infectados, a capacidade infectante das formas eliminadas pelos indivíduos e fontes de água utilizadas para abastecimento. Ao contrário de outros parasitos, oocistos de *Cryptosporidium* spp e os cistos de *Giardia duodenalis* são eliminados já na forma infectante.

Fontes de contaminação tais como a drenagem hídrica das fezes de animais, o uso de fertilizantes orgânicos e o lançamento de esgotos parcialmente tratados ou não favorecem a contaminação dos mananciais que muitas vezes são utilizados para a captação nos sistemas públicos de abastecimento (MEINHARDT *et al.*, 1996; FAYER *et al.*, 2000). Vários estudos têm comprovado tal situação (ROSE *et al.*, 1996; STATES *et al.*, 1997).

Pesquisas utilizando águas superficiais brutas vêm sendo realizadas em diversos países, utilizando diferentes ambientes límnicos, onde investiga-se a interação dos parasitos com o meio, correlacionando a sazonalidade, temperatura, hidrologia, parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água (CROCKETT; HAAS, 1997; LECHEVALLIER *et al.*, 1997; STATES *et al.*, 1997).

Oocistos de *Cryptosporidium* spp são capazes de sobreviver tanto em água superficial como em água tratada, resistindo ao tratamento com desinfetantes químicos tradicionalmente empregados para potabilizar a água, tais como: cloro, cloraminas ou dióxido de cloro (DYKSEN *et al.*, 1998). Assim, a filtração e a remoção física são procedimentos chave para o controle destes protozoários em estações de tratamento de água (SIMMONS *et al.*, 2001).

Cabe ressaltar que o amplo espectro de hospedeiros (cerca de 152 espécies de vertebrados), juntamente com o elevado número de oocistos eliminados durante o curso clínico da parasitose (MEDEMA *et al.*, 2001), asseguram o alto nível de contaminação ambiental favorecendo as chances de que a transmissão hídrica ocorra.

Cryptosporidium spp e *Giardia duodenalis* têm a capacidade de sobreviver em diferentes ambientes aquáticos, tais como: rios, lagos, reservatórios, águas residuárias, marinhas e subterrâneas (CHAURET *et al.*, 1995; STATES *et al.*, 1997; ATHERHOLT *et al.*, 1998; SOLO-GABRIELE *et al.*, 1998; DIAS JÚNIOR, 1999; FRANCO *et al.*, 2001; HO; TAM, 1998), esse fato ressalta a importância dos protozoários como patógenos de veiculação hídrica, representando um risco para a saúde humana.

As doenças humanas de transmissão hídrica, principalmente as diarreicas, podem ser causadas por vários agentes patogênicos; dentre eles, destacam-se *Giardia duodenalis* e *Cryptosporidium* spp. (KRAMER *et al.*, 1996; FAYER *et al.*, 2000). Durante os últimos 25 anos, estes protozoários foram responsáveis por 20% dos surtos epidêmicos de gastroenterite ocorridos nos Estados Unidos devido à ingestão de água contaminada (CRAUN *et al.*, 1997).

A partir de 1997, com o advento de técnicas moleculares, aceitou-se que *C. parvum* compreende, no mínimo, dois genótipos: 1 ou H – infectante somente para o ser humano (antroponótico); 2 ou C – infectante para bovinos, homens e vários animais o que confirma o potencial zoonótico inicialmente atribuído ao protozoário (KOSEK *et al.*, 2001).

No Brasil há poucos dados sobre os genótipos das espécies de *Cryptosporidium* spp associados a infecções (GONÇALVES *et al.*, 2006), e apenas alguns estudos sobre a prevalência em populações específicas.

No estado de São Paulo, com a implementação de medidas para a melhoria de notificação de surtos de doenças transmitidas por alimentos e água, e para a detecção de parasitos, surtos de *Cryptosporidium* spp têm sido notificados. Estes ocorrendo principalmente em creches afetando crianças de até 4 anos de idade, representando, contudo, um baixo percentual, 1,3% no ano 2001, dentre todos os surtos notificados (DDTHA, 2002).

A maior incidência de infecções humanas é causada por *C. hominis* e *C. parvum*, embora novos genótipos estejam sendo identificados, com sugestão de ciclos de transmissão diferentes: antroponóticos e zoonótico (FAYER *et al.*, 2000; XIAO *et al.*, 2004a).

A criptosporidiose humana é causada por parasito zoonótico *Cryptosporidium parvum* e por parasito antroponótico *Cryptosporidium hominis*, embora outras espécies inclusive *Cryptosporidium meleagridis*, *Cryptosporidium felis*, *Cryptosporidium canis*, *Cryptosporidium suis*, *Cryptosporidium muris* e dois genótipos de *Cryptosporidium* cervinos foram associadas com gastroenterite humana (Tabela 1) (XIAO; RYAN, 2004b; CACCIO *et al.*, 2005).

Tabela 1. Espécies registradas de *Cryptosporidium*, seus tamanhos e principais hospedeiros

Espécies de <i>Cryptosporidium</i>	Tamanho (µm)	Hospedeiros	Localização
<i>C. andersoni</i>	5,5 x 7,4	Bovinos	Abomaso Cloaca, Bursa de Fabricius e trato respiratório
<i>C. baileyi</i>	4,6 x 6,2	Aves	Fabricius e trato respiratório
<i>C. canis</i>	5,0x4,7	Canídeos e humanos	Pequeno intestino
<i>C. felis</i>	4,5x5,0	Felídeos e humanos	Pequeno intestino
<i>C. galli</i>	8,0-8,5x6,2-6,4	Aves	Proventrículo
<i>C. hominis</i>	4,5x5,5	Humanos	Pequeno intestino
<i>C. meleagridis</i>	4,5-5,0x4,6-5,2	Aves e humanos	Intestino
<i>C. molnari</i>	4,7x4,5	Peixes	Estômago
<i>C. muris</i>	5,6x7,4	Roedores e humanos	Estômago
<i>C. parvum</i>	4,5x5,5	Ruminantes e humanos	Intestino
<i>C. saurophilum</i>	4,2-5,2x4,4-5,6	Lagartos e serpentes	Intestino e mucosa cloacal
<i>C. serpentis</i>	4,8-5,6x5,6-6,6	Lagartos e serpentes	Estômago
<i>C. suis</i>	5,1x4,4	Suínos e homem	Pequeno intestino
<i>C. wrairi</i>	4,0-5,0x4,8-5,6	Cobaia	Pequeno intestino
<i>C. bovis</i>	4,2-4,8x4,8-5,4	Ruminantes	Pequeno intestino
<i>C. scophthalmi</i>	3,0-4,7x3,7-5,0	Peixes	Intestino

Fonte: Egyed *et al.*, 2003; Xiao *et al.*, 2004a; Smith *et al.*, 2005.

Em pessoas portadoras do Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) (PIENIAZEK *et al.*, 1999) e em uma criança, sem apresentar imunodeficiência, já foi diagnosticado o *C. felis*

espécie considerada anteriormente de alta especificidade para gatos (*Felis catis*). (XIAO *et al.*, 2001).

O quadro clínico da criptosporidiose é dependente do estado imunológico do hospedeiro. Sendo mais afetados indivíduos portadores de imunodeficiência (pacientes com câncer, diabetes, transplantados, com AIDS), subnutridos, anciões e crianças (FAYER *et al.*, 1998). E se caracteriza por diarreia aquosa, severa e crônica, podendo levar ao óbito, porém, é auto-limitado em pessoas imunocompetentes (FAYER *et al.*, 2000). A taxa de mortalidade da criptosporidiose nos indivíduos imunodeficientes alcança 50% (ADDISS *et al.*, 1995; JURANEK *et al.*, 1995).

A ingestão de pequena quantidade de oocistos (de 9 até 1042 oocistos) pode causar infecção. A transmissão da criptosporidiose ocorre por meio dos oocistos eliminados nas fezes dos hospedeiros; pelo contato direto (pessoa-a-pessoa ou pessoa-para-animal) como observado em ambientes com alta densidade populacional tais como creches e hospitais; ou indiretamente, pela ingestão de alimentos e água contaminados por humanos sintomático ou assintomático (TZIPORI; WARD, 2002; XIAO *et al.*, 2004a; HLAVSA *et al.*, 2005).

Assim, uma das principais vias de transmissão do protozoário ocorre através da água, seja pelo uso de água superficial não tratada, por sistemas de distribuição contaminados ou tratamento inadequado, usualmente empregando somente a cloração (SOLO-GABRIELE; NEUMEISTER, 1996).

Giardia duodenalis é um protozoário flagelado, causador de gastroenterite em humanos, bem como nos animais domésticos, ocasionando um espectro clínico diverso, desde infecção assintomática até quadros severos de diarreia persistente (PICKERING; ENGELKIRK, 1998). Devido ao seu crescente papel em surtos diarreicos, particularmente freqüentes entre crianças atendidas em creches, é hoje considerado um agente infeccioso re-emergente (THOMPSON, 2004). Sua transmissão ocorre pela ingestão de água ou alimentos contaminados com cistos; além de promover uma variedade de sintomas e sinais clínicos como perda de peso e cólicas abdominais, o parasito pode provocar má-absorção intestinal e, conseqüentemente, retardo no desenvolvimento infantil (PICKERING; ENGELKIRK, 1998).

A *Giardia duodenalis* tem distribuição mundial, com estimativa de ocorrência de $2,8 \times 10^8$ casos por ano segundo Lane e Lloyd (2002).

Segundo estimativa da OMS na Ásia, África e América Latina, cerca de 200 milhões de pessoas têm giardíase sintomática e são relatados aproximadamente 500.000 novos casos por ano (WHO, 1996). É também um parasito freqüentemente encontrado em animais domésticos como gado, cães e gatos; em várias espécies de mamíferos selvagens e em aves (THOMPSON, 2004).

O grande número de surtos de criptosporidiose e de giardiose ocorridos em diversos países como EUA, Canadá, Reino Unido, entre outros, foi devido ao consumo de águas tratadas inadequadamente, comprovando a ineficiência dos processos de tratamento de água, principalmente quando utilizada somente a cloração. Por se tratar de doenças autóctones, com baixas doses infectantes, a magnitude da contaminação ambiental com oocistos e cistos é significativa no meio aquático. As reduzidas dimensões dos oocistos e cistos, bem como a resistência destes aos desinfetantes, dificultam sua remoção pelos processos de tratamento da água (SMITH, 1998).

Kramer *et al.* (1996) relataram a ocorrência de 30 surtos de veiculação hídrica, entre 1993 e 1994, sendo 10 (33,3%) causados pelos protozoários *Giardia duodenalis* ou *Cryptosporidium* spp. Destes, cinco surtos atingiram 403.271 pessoas.

O maior surto que se tem documentado até os dias de hoje ocorreu no período acima citado, em Milwaukee (EUA), onde se estima que 403.000 pessoas contraíram criptosporidiose das quais 4.400 foram hospitalizadas, sendo a parasitose confirmada por meio de análises laboratoriais em mais de 600 pessoas e não tendo sido encontrado nenhum

outro organismo patogênico ao qual pudesse ser atribuído o surto. A água, proveniente do lago Michigan que abastecia a cidade, era filtrada e clorada. Fatos como o degelo, chuvas (contaminação de origem agropastoril/pecuária) e problemas no processo de tratamento (coagulação e filtração) podem ter permitido a permanência e passagem de oocistos na água final. O aumento da turbidez (parâmetro utilizado para avaliação da eficiência do processo de filtração) foi registrado, porém dentro dos limites permitidos por lei e coliformes não foram encontrados. Somente 2 semanas depois foi associado o agente com a água de consumo, sendo emitida a recomendação pelo governo, de ferver a mesma (SOLO-GABRIELE; NEUMEISTER, 1996).

Com o objetivo de melhorar o controle de parasitos patogênicos em águas de consumo humano, especialmente do protozoário *Cryptosporidium* spp, a Agência Ambiental Americana (USEPA, 1998) estabeleceu através de legislação específica, dentre outras providências, adotar um MLCG (maximum contaminant level goal) de zero para esse protozoário, determinar a remoção de 2 logs de *Cryptosporidium* spp para sistemas que utilizam processos de filtração e estabelecer uma série de requisitos referentes à turbidez da água. A implantação dessas medidas reduzirá significativamente os níveis do protozoário na água final, diminuindo a ocorrência de surtos da doença. Simultaneamente, a melhoria nos processos de filtração deverá aumentar a proteção contra a exposição a outros microrganismos patogênicos, incluindo a *Giardia*, bactérias e vírus.

No que se refere ao tratamento da água, comparando-se processos de filtração utilizando-se filtro de areia, filtração dupla ou filtração mista, LeChevallier *et al.* (1991) observaram que o número de amostras positivas para os oocistos de *Cryptosporidium* spp. era maior quando foi utilizada filtração com filtro de areia, e que o problema com a filtração estava associado ao tamanho dos oocistos de *Cryptosporidium* spp., que varia de 3 a 6 μm , de forma que atravessava facilmente as barreiras no processo de filtração, principalmente quando encontrava-se em grande número na água não-tratada.

Os processos de filtração com carvão ativado são frequentemente utilizados quando a qualidade da água é muito precária. LeChevallier *et al.* (1991) demonstraram que mais de 60% dos efluentes filtrados por esse processo apresentaram oocistos de *Cryptosporidium* spp., superior aos processos de tratamento em que se usava o filtro de areia, nas quais as amostras positivas dos efluentes filtrados superaram o valor de 36%. Assim verifica-se que pode haver redução do número de oocistos nas águas superficiais com o tratamento pelo processo de filtração, porém influenciada quanto ao tipo de tratamento simples, duplo ou misto, e quanto ao tipo de elemento filtrante utilizado.

Entamoeba histolytica é um protozoário que parasita predominantemente humanos e outros primatas. Mamíferos diversos tais como cães e gatos podem tornar-se infectados, mas geralmente não eliminam os cistos (a forma ambiental de sobrevivência do protozoário) em suas fezes, assim não contribuem significativamente à transmissão. O trofozoíta (estágio ativo) existe somente no hospedeiro e em fezes frescas; os cistos sobrevivem fora do hospedeiro na água, solos e em alimentos, nestes últimos, especialmente em condições de umidade. Quando ingeridos causam infecções por encistamento (no estágio trofozoíta) no trato digestivo (DDTHA, 2002).

A *Entamoeba histolytica* é responsável pela disenteria amebiana (HAQUE *et al.*, 2003), e apesar de ser comum no Brasil, a notificação de surtos não tem sido feita.

E. histolytica é comum na região norte e nordeste do Brasil, mas a notificação de surtos não tem sido feita. Houve relato de um surto dramático nos EUA, na Feira Mundial de Chicago em 1933, causado por consumo de água contaminada; o encanamento defeituoso permitiu que o esgoto contaminasse a água consumida no evento. Ocorreram 1.000 casos com 58 mortes. Em épocas recentes, os manipuladores de alimento são os suspeitos de causar as infecções esporádicas, mas não há relatos de surtos de grandes proporções (DDTHA, 2002).

2.1.3.1 Métodos de detecção para parasitos

A reação de imunofluorescência direta (RIFD) para detecção de *Giardia* foi desenvolvido em 1985, apresentando inúmeras vantagens com relação ao método anteriormente utilizado, o qual empregava a flutuação com solução sulfato de zinco e coloração com lugol. Estas duas técnicas foram comparadas para detecção de ambos os protozoários em amostras ambientais artificialmente contaminadas com esses organismos; conclui-se que o ensaio de imunofluorescência foi 12 vezes mais sensível para a detecção de *Giardia duodenalis* em relação a flutuação em sulfato de zinco e *Cryptosporidium* spp foi detectado em várias amostras. RIFD foi definitivamente incorporada ao método (LECHEVALLIER *et al.*, 1990).

O método completo para detecção dos cistos de *Giardia* spp com sulfato de zinco e lugol foi publicado na 16^a edição do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater e o método com o ensaio de imunofluorescência para determinação de ambos os protozoários consta na 19^a edição, publicados pela American Public Health Association (APHA). Atualmente, a 20^a Edição (1998) não inclui nenhum método para detecção de *Giardia* e *Cryptosporidium*, devido à evolução analítica que envolve essas metodologias.

Os métodos de recuperação e detecção de protozoários na água envolvem três passos muito importantes: filtração da amostra de água com a finalidade de recuperar ou capturar os parasitos (cistos e oocistos); eluição e concentração; e visualização por microscopia de imunofluorescência (JAKUBOWSKI *et al.*, 1996). A turbidez da água é o maior fator limitante, pois pode ocorrer rápida obstrução da malha filtrante, com conseqüente redução do volume efetivamente filtrado.

No Brasil, a preocupação quanto à qualidade da água, motivou o MS a promulgar nova legislação estabelecendo novos procedimentos e responsabilidades em relação ao controle da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (Brasil, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O Distrito do Sana situa-se na Serra do Mar, localizando-se no Município de Macaé. A altitude varia de 190 m acima do nível do mar até 1800 m. A área assume características montanhosas, com encostas íngremes cortadas por grotões úmidos, onde estão os córregos (caracterizados por corredeiras rochosas, na maior parte de suas extensões).

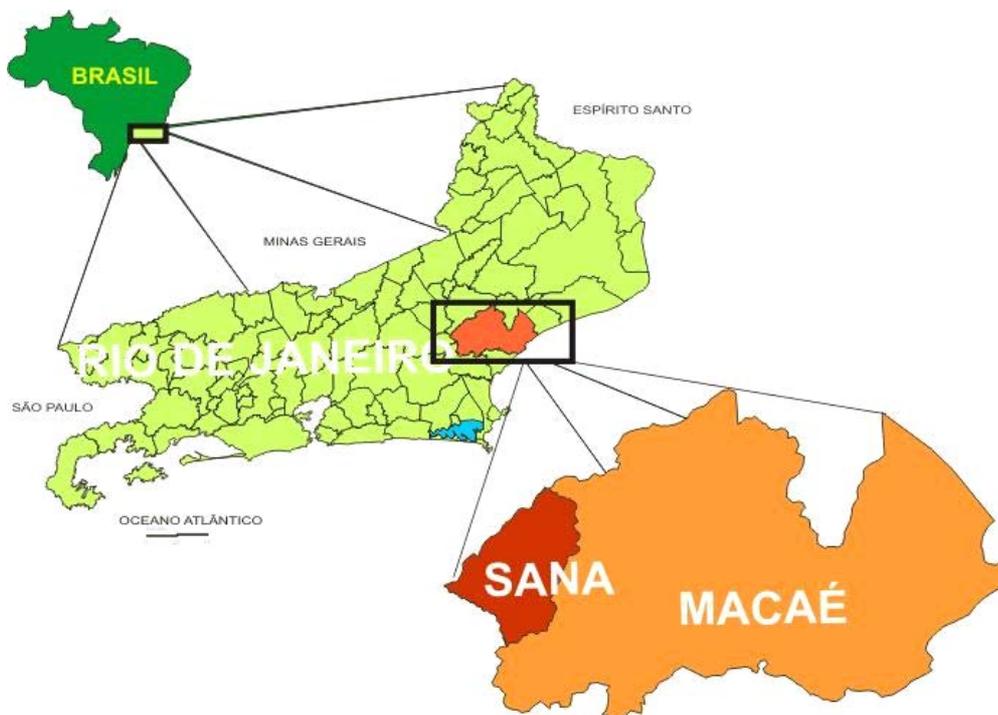


Figura 1. Localização do Distrito do Sana (PMM, 2003).

3.2 Clima

Segundo a classificação proposta pelo Sistema de Köppen, a região da APA da bacia do rio Sana apresenta clima quente, semi-úmido, com estação seca bem marcada e variedade de condições climáticas (amplitude térmica média anual, para temperaturas absolutas nas serras do Norte fluminense, podendo oscilar entre 6 °C e 35 °C). A precipitação média anual é de 2.128 mm, sendo o período de maior precipitação de outubro a março e o período de menor precipitação de julho a agosto (PMM, 2003).

3.3 Material

Na região da bacia hidrográfica do rio Sana são utilizadas duas microbacias para captação e para o abastecimento público de água.

Uma captação superficial situada na microbacia do Palmital (Figura 2), totalmente coberta por floresta de Mata atlântica.



Figura 2. Localização da microbacia do rio Palmital

Uma segunda captação, também superficial, situada na microbacia da Glória (Figura 3) cuja área é de uso agrícola e urbano.



Figura 3. Localização da microbacia do rio Glória

No sistema de captação da microbacia do Palmital, a água passa por uma tela objetivando a remoção de folhas, caindo em um pequeno reservatório (aproximadamente 1.000L) para uma simples separação das partículas grosseiras (Figura 4).



Figura 4. Estrutura da Captação do Palmital

Esta água é então canalizada utilizando-se tubo de policloreto de vinila (PVC) de 1 polegada, percorrendo 1,5 km aproximadamente até uma caixa de passagem (1.000L) onde recebe água de outra captação secundária de origem subterrânea (Figuras 5 e 6), seguindo então através de tubulação de PVC de 1^{1/2} polegadas por mais 1,5 km aproximadamente até desembocar no reservatório de distribuição do Palmital (48.000 L) de onde é canalizada e distribuída para aproximadamente 90 casas.



Figura 5. Estrutura da Captação do Palmital secundária.



Figura 6. Captação do Palmital secundária.

O sistema de captação do Palmital está localizado a 3 km de distancia do reservatório, a aproximadamente duas horas de caminhada, cuja altitude situa-se na faixa de 1.400 m, sendo este local de difícil acesso.

No sistema de captação da microbacia da Glória é similar ao do Palmital onde a água passa por uma tela, caindo em dois pequenos reservatórios um em seqüência do outro, com aproximadamente 1.000 L de capacidade cada (Figura 7). A água é canalizada, tubo de PVC de 3 polegadas, percorrendo 0,5 km aproximadamente até desembocar no reservatório de distribuição da Glória (25.000 L) onde é canalizada e distribuída para aproximadamente 90 casas.

Todos os reservatórios tanto das captações quanto de distribuição são de alvenaria revestida internamente de cerâmica.

Ambas as águas dos reservatórios (Palmital e Glória) não sofrem nenhum tipo de tratamento antes da distribuição. A limpeza das caixas de captação e dos reservatórios é realizada por um funcionário da prefeitura de Macaé, responsável pelo sistema de captação e distribuição de águas à população do arraial do Sana. No sistema de captação e reservatório da Glória a limpeza é realizada semanalmente. Para o sistema de captação e reservatório do Palmital a limpeza é realizada quinzenalmente. A limpeza das captações de água e dos reservatórios é feita com a própria água utilizando uma vassoura para esfregar sem uso de qualquer produto químico.



Figura 7. Estrutura da Captação da Glória

A presente pesquisa foi realizada por um período de um ano, compreendendo as quatro estações, iniciando-se em Outubro de 2006 e finalizando-se em Outubro de 2007.

Foram estabelecidos quatro pontos de coleta: captações superficiais da microbacia do Palmital (Figura 4) e da Glória (Figura 7) e seus respectivos reservatórios.

Quanto à captação secundária do Palmital, por problemas técnicos, foi coletada somente uma amostra no inverno.

Para análises físico-químicas e bacteriológicas a cada estação do ano foram coletadas 3 amostras em cada reservatório. Para as captações, devido a dificuldade de se chegar até elas, foi coletada 1 amostra em cada reservatórios por estação.

Para análises parasitológicas em cada ponto foi coletada 1 amostra por estação do ano.

3.4 Métodos

3.4.1 Mapa de uso do solo

O mapa de uso do solo foi gerado a partir de um mosaico de imagens de satélite do sensor Ikonos II, as quais foram tratadas e georeferenciadas utilizando-se o sistema de coordenadas UTM e o *Datum* SAD 69. Após tratamento e georeferenciamento por meio de software específico, cada classe foi vetorizada e separada em layers, representados por cores diferentes. Foram vetorizadas as classes de uso do solo que mais contribuem para a qualidade ambiental das microbacias.

As classes de uso do solo selecionadas e estão descritas abaixo:

1 - Uso antrópico – Áreas urbanas ou construídas que constituem as casas, o quintal e o entorno de casas, incluindo ruas e acessos, bem como as áreas de solo exposto e áreas degradadas. É importante frisar que, no caso de áreas construídas, como o trabalho não tinha objetivo de cadastro, o entorno das construções foi determinado como uma área aproximada ao redor das construções. Se havia um aglomerado de construções próximas, estas foram colocadas dentro de uma única unidade de área construída.

2 - Agricultura – Pequenas áreas de solo preparado para a implementação de culturas agrícolas ou então áreas com culturas permanentes, como a fruticultura.

- 3 - Mata ou bosque – Áreas de floresta natural e com número significativo de árvores.
- 4 - Macega ou regeneração – Áreas em que a vegetação tem um padrão de rugosidade maior do que as pastagens devido a uma maior exuberância e diversidade de espécies. Há uma grande presença de arbustos e as árvores são ausentes ou em número pequeno.
- 5 - Pastagem – Áreas com plantas forrageiras plantadas ou naturais utilizadas para o pastoreio.

As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas no Laboratório Analítico de Alimentos e Bebidas _ LAAB, no Departamento de Tecnologia de Alimentos – UFRRJ. Para as análises de minerais utilizou-se o Laboratório de Análises de Solo, no Departamento de Solos – UFRRJ. As análises parasitológicas foram realizadas nos Laboratórios do Departamento de Ciências Biológicas - Escola Nacional de Saúde (ENSP) e de Doenças Parasitárias –DEMET – IOC, ambos da FIOCRUZ.

3.4.2 Métodos para análises físico-químicas e bacteriológicas

Realizou-se análises referentes à cor aparente, sabor, odor, aspecto, pH, turbidez, sólidos dissolvidos totais, condutividade, alcalinidade, matéria orgânica, sulfatos, nitrito, dureza, cloretos, ferro, manganês, zinco, cádmio e cobre segundo metodologia da APHA (1998). As coletas das amostras foram feitas em frascos de polipropileno de 1,5L, previamente lavados, sem preservantes. Para as análises de manganês, zinco, cádmio, cobre foram utilizados frascos de 500mL com adição de ácido nítrico na proporção de 0,5% .

A turbidez foi determinada pelo método Nefelométrico utilizando-se turbidímetro MS Tecnopon - modelo TB 1000, com expressão dos resultados em UNT. O pH foi determinado em peagâmetro portátil Lutron - modelo pH 206. A condutividade e sólidos totais dissolvidos foram determinado utilizando condutivímetro MS Mistura – modelo MSM 150.

As análises bacteriológicas realizadas foram quanto a pesquisa de NMP de coliformes totais e coliformes termotolerantes (coliformes fecais) pela técnica dos tubos múltiplos, e contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas de acordo com a metodologia da APHA (1998). As coletas foram realizadas utilizando-se frascos de vidro de 500mL, previamente lavados com detergente não tóxico, enxaguados com água comum e água destilada (último enxágüe), esterilizados em autoclave durante 15 minutos, a 121 °C. (APHA, 1998).

A cada estação foi realizada uma coleta controle para análises bacteriológicas seguindo o mesmo procedimento de coleta das amostras. O teste controle foi realizado coletando-se uma amostra de água preparada previamente no laboratório (esterilizada em autoclave a 121 °C por 15 minutos) e realizando as análises quanto à pesquisa de NMP de coliformes totais e coliformes termotolerantes (coliformes fecais) pela técnica dos tubos múltiplos, e contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas de acordo com a metodologia da APHA (1998).

As amostras coletadas foram acondicionadas em embalagens isotérmicas contendo gelo, porém sem contato direto com o mesmo, e encaminhadas imediatamente ao laboratório.

3.4.3 Métodos de pesquisa para parasitos

Devido à inexistência de metodologia padronizada, as dificuldades encontradas na execução das técnicas recomendadas para análise parasitológica da água, indisponibilidade de equipamentos, necessidade de grande volume de água e de técnicas alternativas para confirmação, foram feitas algumas adaptações na metodologia citada por Gomes *et al.* (2002), descrito abaixo.

Com o propósito de concentrar as formas parasitárias, foram testados três procedimentos de filtração.

Procedimento 1 – Utilização de filtro comercial Micro Wind[®] com cartucho de manta e fio rebobinado de porosidade de 1 μ m (Figura 8) (KAUCNER; STINEAR, 1998).



Figura 8. Procedimento de filtração utilizando cartucho de porosidade de 1 μ m

Procedimento 2 - Filtro artesanal constituído por absorvente de gaze dobrada dez vezes (Figura 9) (GOMES *et al.*, 2002)



Figura 9. Procedimento de filtração utilizando absorvente formado por dez camadas de gaze.

Procedimento 3 - Membranas de ésteres mistos de celulose (3,0 μm de porosidade nominal, Millipore®) (Figura 10) (GOMES *et al.*, 2002).



Figura 10. Procedimento de filtração utilizando membrana de ésteres misto de celulose

Para filtração utilizando os cartuchos e os absorventes de gaze, os mesmos foram acoplados no cano de saída de água das fontes de captação e dos reservatórios. A duração do processo de filtração foi determinada de maneira que se filtrasse de 1.500 a 2.000 litros de água.

Para o processo de filtração com membranas, as mesmas foram colocadas em suportes (Swinnex Filter Holder, 47 mm, Millipore®) de modo que neles se acoplassem uma seringa de 100 ml. Com este sistema filtrou-se 1.000 mL de água.

Também foram coletados por aspiração, os sedimentos brutos das caixas de captação do palmital e da Glória, bem como no reservatório da Glória. Esses sedimentos foram processados no laboratório da mesma forma que as demais amostras.

No reservatório do Palmital não foi possível à coleta do sedimento bruto devido a dificuldades operacionais relacionadas à profundidade do mesmo.

Imediatamente após a coleta, as amostras foram transportadas para o laboratório, em condições adequadas de refrigeração e, a seguir, o material retido nos filtros foi eluído, individualmente, por meio de lavagem com 1 litro de solução Tween 80 a 1/100 (Figura 11).



Figura 11. Desenovelamento e Lavagem do cartucho com solução Tween 80 a 1/100

O procedimento acima descrito foi realizado com os filtros artesanais de gaze. O eluato então foi filtrado em gaze dobrada em quatro partes em cálices para sedimentação espontânea, por 2 horas.

Todos os sedimentos coletados foram conservados com solução de SAF (Acetato de Sódio, Ácido Acético e Formaldeído) (UFSC, 2007).

As membranas foram lavadas com 100ml de solução Tween 80 a 1/100 e o líquido resultante foi colocado em tubo de centrifuga. Após centrifugação a 2.500 rpm por dez minutos, o sobrenadante foi desprezado e o sedimento foi acondicionado e conservado como os demais.

As amostras conservadas, com solução de SAF, foram submetidas a procedimentos para posterior análise microscópica:

- a) Impregnação por lugol (Procedimento I);
- b) Coloração com a safranina-azul de metileno, para pesquisa de oocistos de coccídeos (Procedimento II);
- c) Centrifugo-flutuação com dicromato de sódio ($d= 1,350$), para recuperação de ovos de helmintos (Procedimento III) e;
- d) Centrifugo-flutuação com solução saturada de açúcar ($d=1,24$), para recuperação de ovos de helmintos (Procedimento IV).

a - Procedimento I

O esfregão foi feito pegando-se uma alíquota da superfície, do meio e do fundo do sedimento das amostras em solução conservante. Estas alíquotas foram colocadas em uma lâmina e homogeneizadas. Deste, retirou-se uma nova alíquota, aproximadamente 10 μ L, a qual foi colocada em uma nova lâmina e adicionada de uma gota de lugol. Fez-se nova homogeneização e montagem com lamínula de 24 x 24 mm para, em seguida efetuar o exame ao microscópio.

b - Procedimento II

Para cada amostra foram confeccionadas duas lâminas (1A e 1B):

- 1 A, a qual foi confeccionada com a alíquota retirada da superfície do sedimento da amostra conservada em SAF e;
- 1 B, confeccionada com uma alíquota retirada do sedimento após este ter sido homogeneizado.

Realizou-se a coloração das lâminas com safranina-azul de metileno e a observação de parasitos foi feita por microscopia óptica comum com objetiva de imersão.

c - Procedimento III

Pegou-se 1mL de cada amostra e distribuiu em tubos de centrifugação de 50mL, sendo os 49mL restantes completados com a solução de dicromato de sódio ($d= 1,350$) e submetidos à centrifugação (2.500rpm por 5 minutos). Deste tubo foi retirada uma alíquota com o auxílio de uma alça de platina, a qual foi acondicionada sobre uma lâmina coberta com lamínula e observada ao microscópio.

d - IV Procedimento

Foi realizado da mesma maneira que no procedimento III, mudando apenas a solução de dicromato de sódio por solução saturada de açúcar ($d =1,24$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas durante as coletas foram atípicas, durante a primavera choveu muito e observou-se uma maior vazão nos córregos comparando com as demais estações. No verão não choveu alguns dias antecedentes as coleta, observando uma baixa vazão. As condições climáticas durante as coletas estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Condições climáticas durante as coletas ao longo das estações do ano

Estação do ano	Coletas	Condições climáticas
Primavera (22/09 – 20/12)	1°	Época com a maior vazão de água, chovia forte há dias (inclusive no dia anterior), durante a coleta não choveu.
	2°	Choveu a semana inteira, inclusive o dia anterior. Amanheceu chovendo, mas parou por volta das 08:00hs
	3°	Dia amanheceu ensolarado, sem chuvas no dia anterior.
Verão (21/12 – 19/03)	1°	No dia anterior os reservatórios e a captação da glória foram lavados. Sem chuvas há 2 dias e não choveu na coleta.
	2°	Sem chuvas há alguns dias e não choveu na coleta.
	3°	Não chovia a 29 dias, a vazão das captações eram menores. Na captação do palmital tinha pegadas de paca e abaixo da cerca tinha gado (inclusive bastante fezes)
Outono (20/03 – 19/06)	1°	Dia amanheceu ensolarado, sem chuvas no dia anterior.
	2°	Há 8 dias chovendo (quase todo dia), dia anterior com chuva leve, dia da coleta sem chuva.
	3°	Chovia forte há 4 dias, porém no dia da coleta não choveu
Inverno (20/06 – 21/09)	1°	Não chovia a 19 dias, vazão da água baixa, no dia da coleta estava com sol.
	2°	Baixa vazão das captações, não chovia há dias.
	3°	Época com menor vazão de água, não choveu desde a última coleta, apenas serenou e ventou muito, os dois reservatórios estavam com volume de água reduzido.

Os mapas de uso e ocupação das microbacias do Palmital e da Glória estão representados nas Figuras 11 e 12 respectivamente.

Podemos observar que a área de influência da captação do Palmital é constituída por 100% de mata (Figura 12), com presença de animais silvestres. Próximo à captação, existe área de pastagem protegida por cercas de arame farpado, para dificultar que o gado passe para a área de influencia da captação. Esta área é compreendida por aproximadamente 14,35 ha.

Como mostra a Figura 13, a área de influência da captação da Glória tem 22,9 ha, deste total, a área de pastagem representa 76,5%, de mata 16,5% e de regeneração natural 6,7%. Mostrando que a pastagem tem grande influência a essa captação.

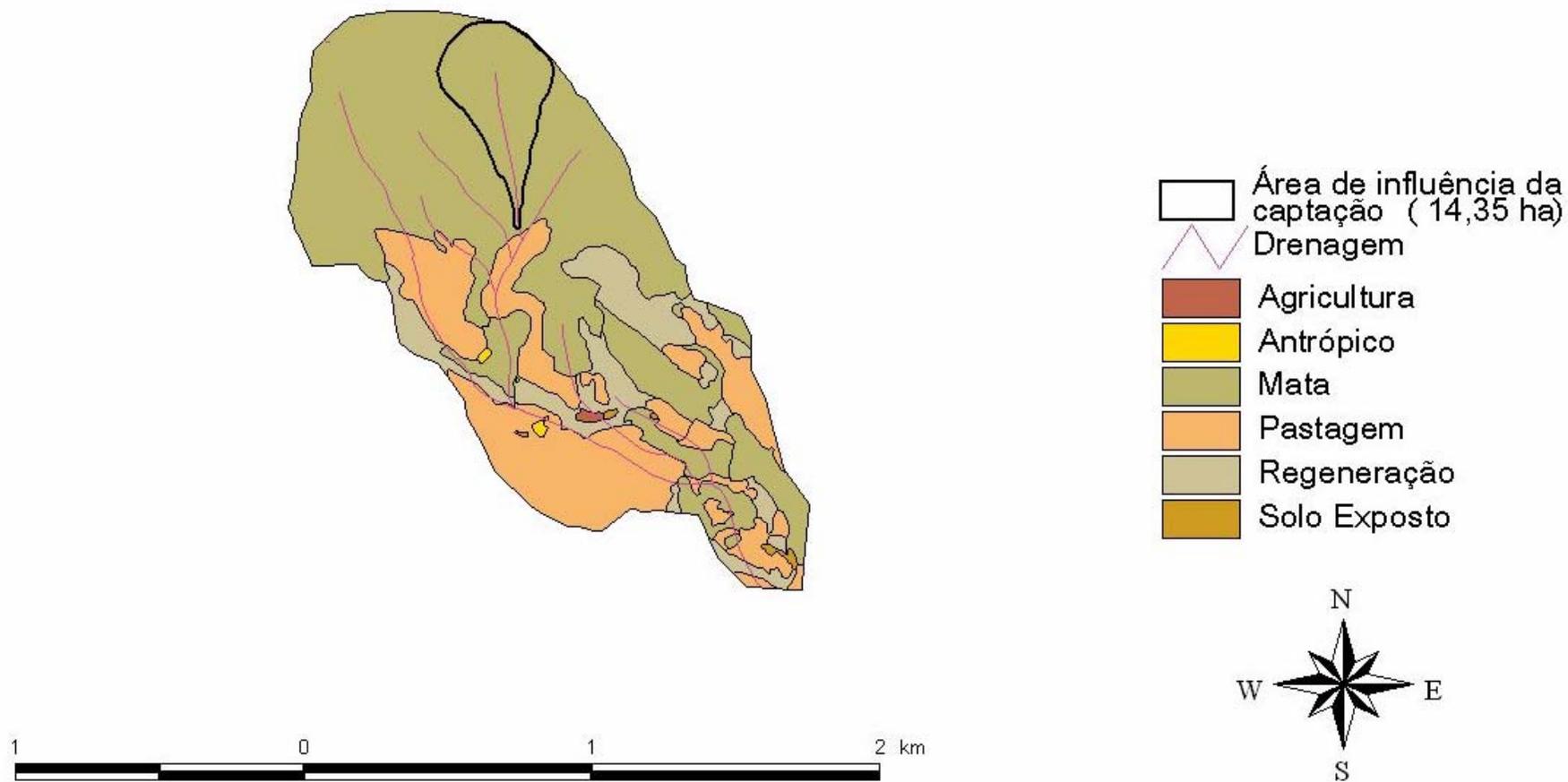


Figura 12. Uso e ocupação da microbacia do Palmital

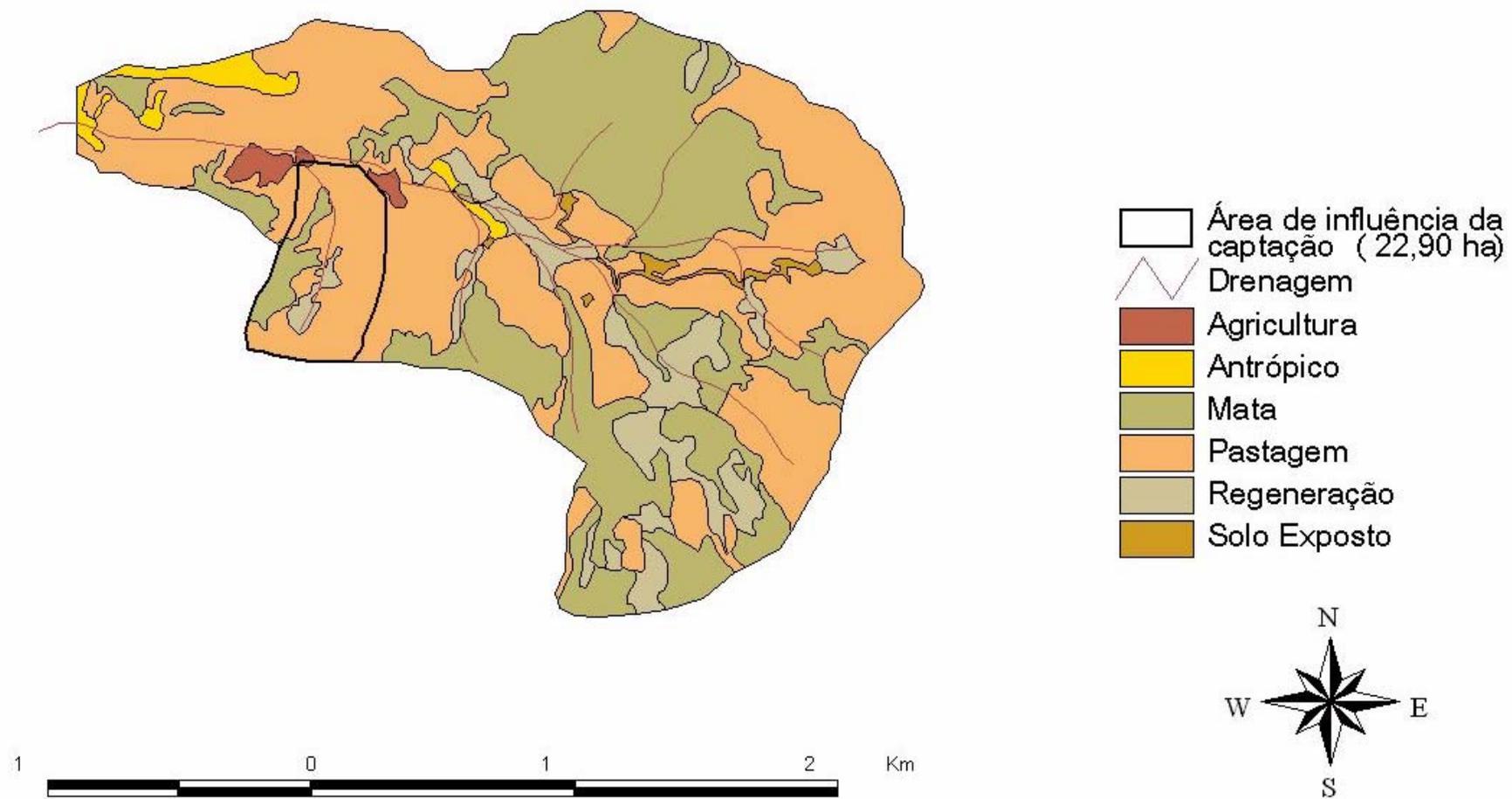


Figura 13. Uso e ocupação da microbacia da Glória

Observando os hábitos da população que consome a água proveniente da Glória, a sua grande maioria utiliza filtro de barro com elemento filtrante de cerâmica. Esses tipos de filtros conseguem somente remover partículas em suspensão, porém não removem bactérias e parasitos estudados neste trabalho. A água proveniente do Palmital é consumida sem qualquer uso de filtração.

4.1 Parâmetros Físico-Químicos

Quanto ao aspecto das águas estudadas todas as amostras nas diferentes estações do ano apresentaram límpidas, mas com partículas em suspensão. As legislações do MS e CONAMA não preconizam aspecto, porém partículas em suspensão na água a deixa com aspecto negativo perante aos consumidores. Essas partículas são constituídas principalmente de material orgânico lixiviado para o córrego podendo ser removido pela filtração da água.

Nenhuma amostra estudada apresentou odor e gosto estranho, atendendo assim a legislação.

A Portaria nº 518/04 estabelece para cor aparente um máximo de 15 uH, para as amostras analisadas nas diferentes estações a cor aparente permaneceu na faixa de 5 a 10 uH atendendo a legislação em vigor.

As captações do Palmital e da Glória e o reservatório da Glória apresentaram pH predominantemente neutro, já o reservatório do Palmital apresentou pH levemente ácido (Gráfico 1), provavelmente devido provavelmente à influência da captação secundária do Palmital cuja água tem pH mais baixo (Anexo R). Os valores de pH mais baixo foram observados nos dias de coleta imediatamente posterior a ocorrência de chuvas na primavera, onde houve, provavelmente, o carreamento de material do solo tenha influenciado nestes valores. Valores mais elevados foram observados no verão e inverno, épocas que não ocorreram chuvas nos dias antecedentes as coletas.

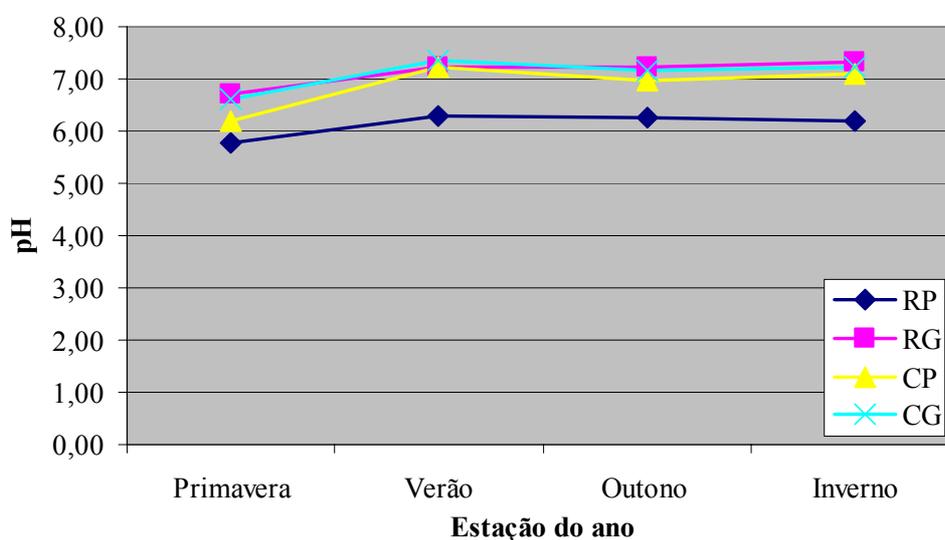


Gráfico 1. Variação do pH no Reservatório do Palmital (RP), Reservatório da Glória (RG), Captação do Palmital (CP) e Captação da Glória (CG) em diferentes estações do ano.

As médias anuais de pH para as captações do Palmital e Glória e os reservatórios do Palmital e Glória foram $6,88 \pm 0,48$; $7,09 \pm 0,32$; $6,13 \pm 0,23$ e $7,12 \pm 0,28$, respectivamente. Observou-se que este parâmetro não se apresentou diferente entre as águas provenientes das duas fontes de captação. O desvio padrão nas amostras é baixo demonstrando que houve pouca diferença ao longo das estações havendo uma pequena variação entre os períodos seco e chuvoso.

Comparando com os limites estabelecidos pela Portaria nº 518/04 que recomenda que o pH seja mantido entre 6,0 e 9,5, e à Resolução nº 357/05, para água doce Classe 1, que preconiza a faixa de pH de 6,0 a 9,0, apenas a água do reservatório do Palmital na primavera ficou abaixo do recomendado com média de 5,78.

Quanto a turbidez as médias anuais para as captações do Palmital e Glória e os reservatórios do Palmital e Glória foram 0,57 UNT±0,25; 1,68 UNT±0,48; 0,49 UNT±0,23 e 2,03 UNT±0,52, respectivamente (Gráfico 2).

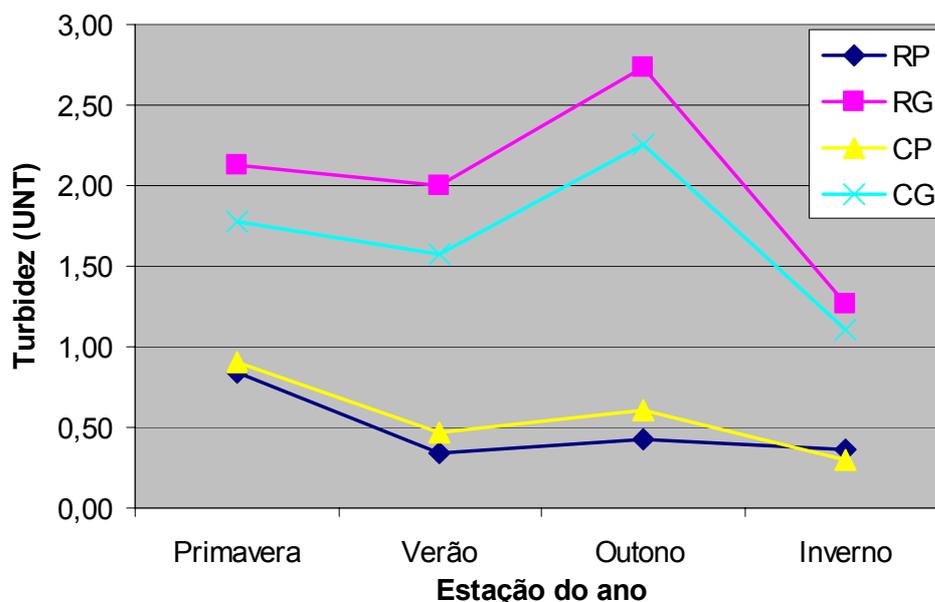


Gráfico 2. Variação da turbidez nos Reservatórios do Palmital (RP) e da Glória (RG), e nas Captações do Palmital (CP) e da Glória (CG) em diferentes estações do ano.

Para este parâmetro observa-se diferença entre as águas provenientes do Palmital e da Glória, devido à área de influência da captação da Glória ter uma grande área de pastagem (Figura 13) propiciando que materiais do solo exposto possam ser lixiviados para o córrego resultando em uma maior turbidez. Na captação do Palmital onde 100% da área que influencia a drenagem até o ponto de captação é de mata (Figura 12), o solo apresenta-se mais protegido reduzindo com isso a lixiviação para o córrego. Nas coletas da primavera e do outono havia chovido durante vários dias, principalmente na primavera. No verão e no inverno não havia incidência de chuvas no período das coletas, principalmente no inverno sendo perceptível a diminuição do fluxo de água nos córregos, favorecendo os menores valores de turbidez. Considerando-se que o limite máximo estabelecido pela Portaria nº 518/04 que é de 5 UNT, todas as amostras estão em conformidade com a legislação vigente, o mesmo ocorre em relação à Resolução CONAMA nº 357/05, para água doce Classe 1, que estabelece no máximo 40 UNT.

Partículas constituídas por plânctons, bactérias, algas, argilas, detritos orgânicos, entre outras, dificultam a passagem da luz na água promovendo a turbidez. Nas épocas de chuva ocorre um aumento da turbidez devido ao lixiviamento dos compostos que a promovem principalmente quando o solo está exposto sem a fixação da vegetação.

Nas captações do Palmital e Glória e nos reservatórios do Palmital e da Glória foram registrados valores de turbidez variando entre 0,30 e 0,90 UNT; 1,11 e 2,26 UNT; 0,23 e 1,13 UNT; 1,04 e 3,75 UNT, respectivamente. Os maiores valores compreendem as estações primavera e outono onde havia chovido nos dias anteriores, já os menores valores ocorreram no inverno, devido a estiagem de vários dias.

As médias anuais para as captações do Palmital e Glória e os reservatórios do Palmital e Glória, quanto a condutividade, foram $27,6 \mu\text{S}/\text{cm} \pm 6,9$; $30,9 \mu\text{S}/\text{cm} \pm 4,6$; $28,0 \mu\text{S}/\text{cm} \pm 1,7$ e $28,7 \mu\text{S}/\text{cm} \pm 1,8$, respectivamente. Observa-se que os desvios padrão nas captações são elevados devido a apenas uma coleta em cada estação, já nos reservatórios tem-se baixo desvio padrão devido a uma maior amostragem, três por estação, demonstrando que há pouca diferença ao longo das estações conforme ilustrado no Gráfico 3.

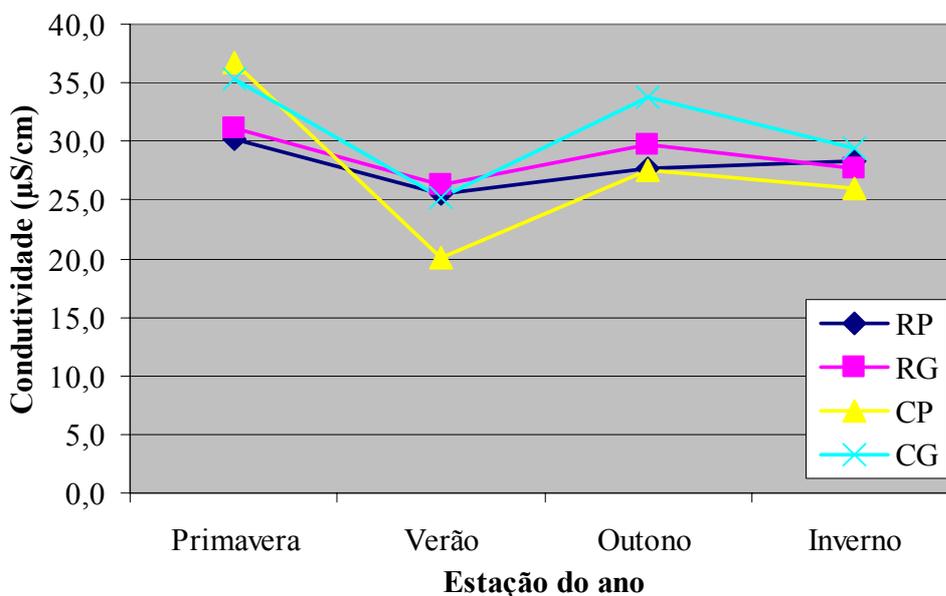


Gráfico 3. Variação da condutividade nos Reservatórios do Palmital (RP) e da Glória (RG) e nas Captações do Palmital (CP) e da Glória (CG) em diferentes estações do ano.

A condutividade elétrica da água é determinada pela presença de ânions e cátions que são dissociadas de substâncias dissolvidas. Está relacionada com os sólidos totais dissolvidos que é padrão de potabilidade pela Portaria MS nº 518/04.

Nas captações do Palmital e Glória e nos reservatórios do Palmital e Glória foram registrados valores de condutividade que variaram entre 20,1 e 36,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$; 25,2 e 35,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$; 24,6 e 36,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$; 25,2 e 35,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente. Os maiores valores foram observados na primavera.

Em relação ao teor de sólidos totais dissolvidos, nas captações do Palmital e da Glória e nos reservatórios do Palmital e da Glória foram registrados valores variando entre e 10,06 e 18,32 mg/L; 12,57 e 17,80 mg/L; 12,58 e 18,32 mg/L; 12,60 e 18,06 mg/L, respectivamente (Gráfico 4).

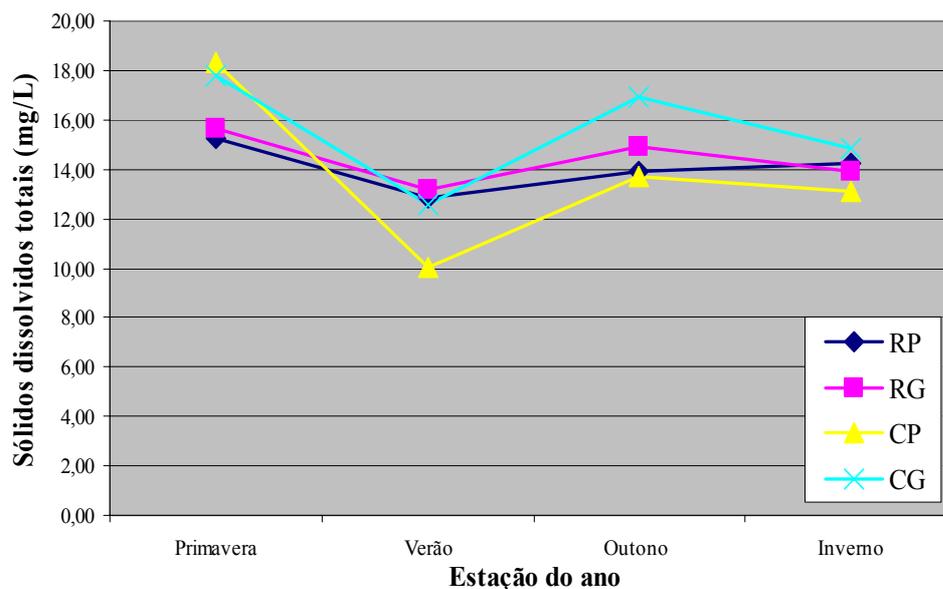


Gráfico 4. Variação dos sólidos dissolvidos totais nos Reservatórios do Palmital (RP) e da Glória (RG) e nas Captações do Palmital (CP) e da Glória (CG) em diferentes estações do ano.

As médias anuais para as captações do Palmital e da Glória e os reservatórios do Palmital e da Glória foram 13,80 mg/L \pm 3,41; 15,54 mg/L \pm 2,33; 14,06 mg/L \pm 0,91; 14,40 mg/L \pm 0,90, respectivamente. Observou-se uma oscilação maior dos sólidos totais dissolvidos para as amostras das captações devido a uma menor quantidade de coletas de água que para os reservatórios. Comparando a água dos quatro pontos não se observa diferença.

Considerando-se os limites estabelecidos pela Portaria nº 518/04 (máximo 1000 mg/L) e a Resolução nº 357/05, para água doce Classe 1 (máximo 500 mg/L) (Brasil, 2004 e 2005), todas as amostras atenderam as legislações e em níveis bem inferiores.

Em relação a matéria orgânica nas captações do Palmital e da Glória e nos reservatórios do Palmital e da Glória foram registrados valores entre 1,64 e 5,64 mg/L; 0,86 e 2,10 mg/L; 1,01 e 3,58 mg/L; 1,11 e 2,20 mg/L, respectivamente (Gráfico 5). Os maiores valores ocorreram na primavera, provavelmente devido à incidência das chuvas. Entretanto no verão, época mais seca, os valores foram menores.

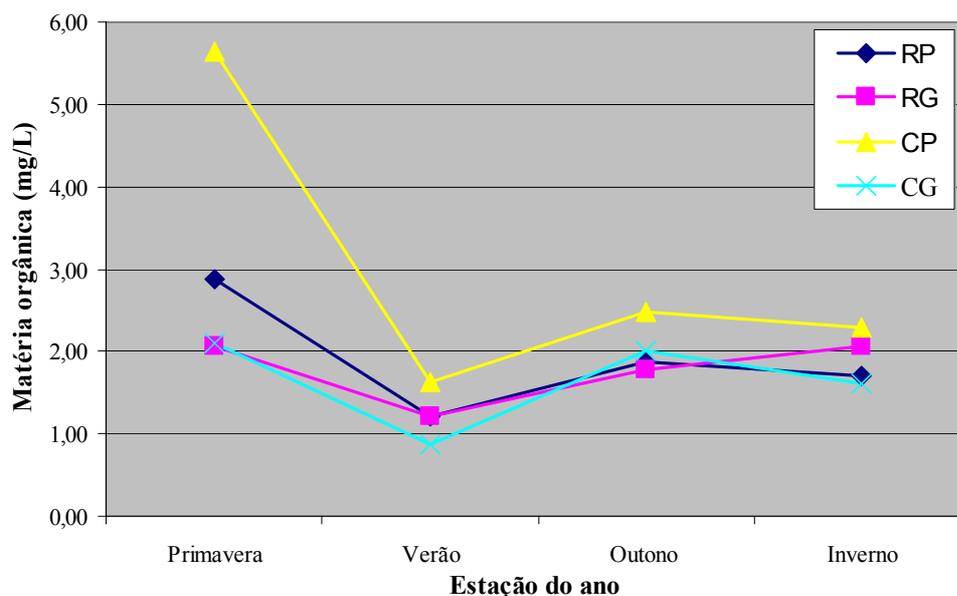


Gráfico 5. Variação da matéria orgânica nos Reservatório do Palmital (RP) e da Glória (RG) e nas Captações do Palmital (CP) e da Glória (CG) em diferentes estações do ano.

Períodos de chuvas intensas tendem a aumentar o fluxo de água dos rios, que drenam as bacias hidrográficas carreando maior quantidade de detritos e sedimentos finos, aumentando assim as concentrações de material particulado em suspensão na água.

As médias anuais para as captações do Palmital e da Glória e os reservatórios do Palmital e da Glória foram 3,01 mg/L \pm 1,79; 1,64 mg/L \pm 0,56; 1,92 mg/L \pm 0,66; 1,77 mg/L \pm 0,39, respectivamente. Observou-se uma maior concentração na captação do Palmital, devido a forte influência da floresta aumentando a quantidade de folhas e detritos vegetais na água, os quais são carregados pelas chuvas.

A presença de matéria orgânica pode provocar modificações no odor, sabor e turbidez da água, geralmente causadas por substâncias orgânicas, como húmus e algas. Os teores de matéria orgânica encontrados para essas águas são baixos, podendo ser detritos orgânicos da mata e animais nativos. Não há padrões para matéria orgânica pela Portaria MS nº 518/04.

Apesar de não ser padrão na legislação, a matéria orgânica pode causar odores e sabores desagradáveis na água, além de favorecer o desenvolvimento de microrganismos.

Quanto à alcalinidade de bicarbonatos nas captações do Palmital e da Glória e nos reservatórios do Palmital e da Glória foram registrados valores variando entre e 6,52 e 8,59 mg/L; 10,60 e 11,26 mg/L; 8,08 e 14,38 mg/L; 8,86 e 13,91 mg/L, respectivamente (Gráfico 6).

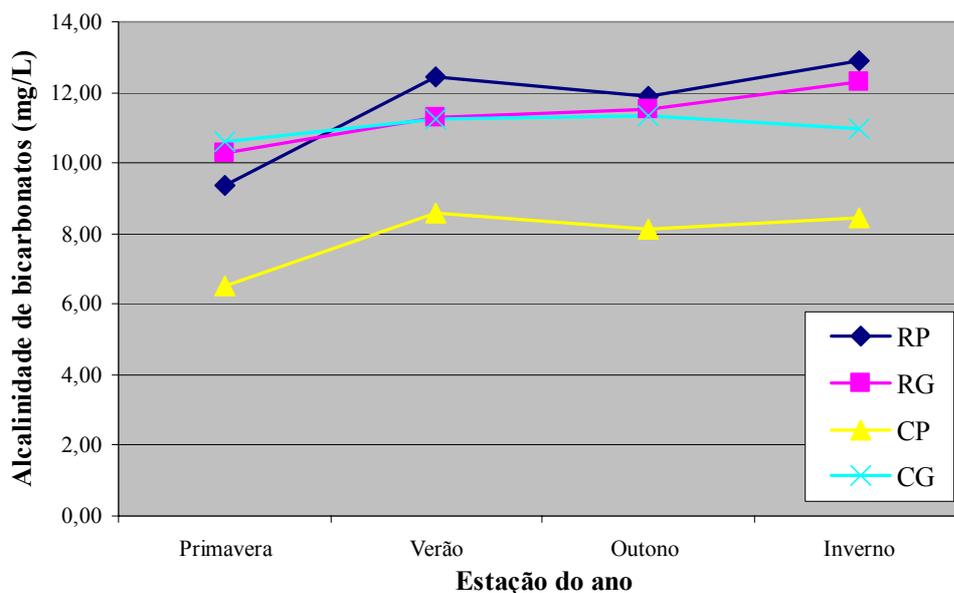


Gráfico 6. Variação da alcalinidade de bicarbonatos nos Reservatórios do Palmital (RP) e da Glória (RG) e nas Captações do Palmital (CP) e da Glória (CG) em diferentes estações do ano.

Podemos observar que as menores concentrações ocorreram na primavera, provavelmente devido às chuvas e conseqüente aumento da vazão nos córregos propiciando diluição dos sais, presente na água, responsáveis por promoverem a alcalinidade. Nas épocas de menor incidência de chuvas (verão e inverno) as concentrações apresentaram-se mais elevadas nas captações e nos reservatórios.

As águas da captação da Glória e dos reservatórios (Gloria e Palmital) apresentaram alcalinidade bem mais elevada que a captação do Palmital. O reservatório do Palmital recebe água de uma captação secundária de origem subterrânea cuja alcalinidade é bem mais elevada (Anexo R) e que pode estar contribuindo para esse aumento no seu reservatório.

A alcalinidade da água resulta da presença de sais de ácidos fracos, carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos e ocasionalmente, silicatos e fosfatos. Em águas naturais os bicarbonatos são os principais constituintes da alcalinidade.

Nas amostras não foram encontrados a presença de alcalinidade por carbonatos e hidróxidos.

As médias anuais da alcalinidade em bicarbonatos para as captações do Palmital e da Glória e os reservatórios do Palmital e da Glória foram 7,93 mg/L \pm 0,96; 11,04 mg/L \pm 0,33; 11,65 mg/L \pm 1,58; 11,35 mg/L \pm 0,82, respectivamente. Para este parâmetro verifica-se diferença entre a água da captação do Palmital para o reservatório do Palmital, como se tem uma captação secundária (subterrânea) do Palmital que se junta alimentando o reservatório do Palmital, esta pôde ser uma das causas dessa diferença, necessitando de maiores estudos dessa água subterrânea. Observando-se a média anual, não há diferença entre as águas de ambos os reservatórios.

Em relação a dureza da água, nas captações do Palmital e da Glória e nos reservatórios do Palmital e da Glória foram registrados valores de dureza que variaram entre e 2,97 e 5,97 mg/L; 1,98 e 4,65 mg/L; 1,98 e 5,97 mg/L; 1,98 e 5,84 mg/L, respectivamente (Gráfico 7).

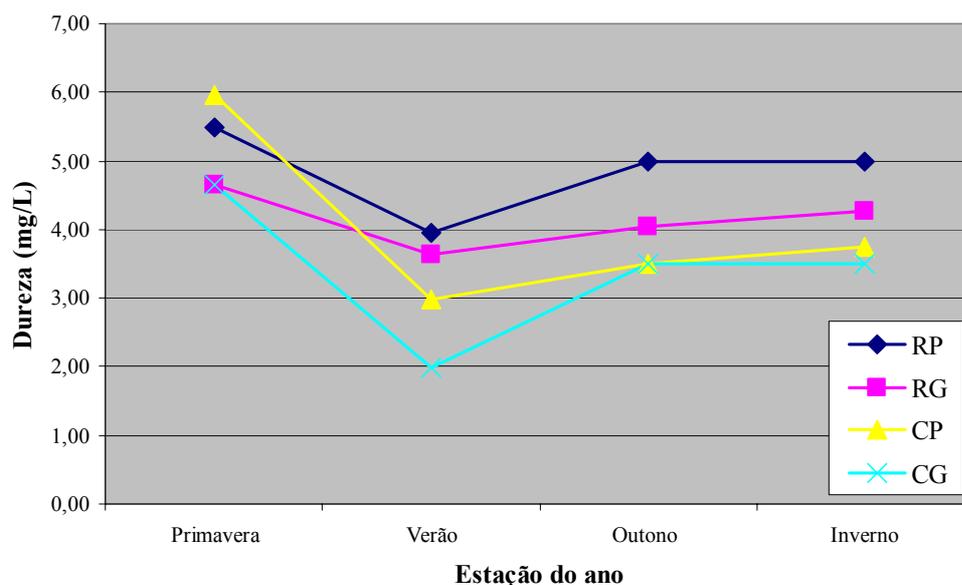


Gráfico 7. Variação da Dureza nos Reservatórios do Palmital (RP) e da Glória (RG) e nas Captações do Palmital (CP) e da Glória (CG) em diferentes estações do ano.

Os maiores valores compreendem a estação primavera e inverno, já os menores valores ocorreram no verão e outono, onde não havia chovido no período das coletas e em alguns dias que as antecederam. Observou-se um comportamento semelhante entre os pontos de coleta ao decorrer das estações do ano, porém no verão houve uma diferença entre dureza nas captações e nos reservatórios, isso se deveu a menor amostragem das águas nas captações do que nos reservatórios, conforme o Gráfico 6.

As médias anuais dos valores de dureza para as captações do Palmital e da Glória e os reservatórios do Palmital e da Glória foram $4,04 \text{ mg/L} \pm 1,32$; $3,40 \text{ mg/L} \pm 1,09$; $4,86 \text{ mg/L} \pm 0,62$; $4,15 \text{ mg/L} \pm 0,65$, respectivamente. Comparando as águas dos reservatórios que são distribuídas direto para as casas locais não se observa diferença entre ambas.

O lixiviamento de sais de cálcio e magnésio através do solo promove a dureza da água. Esses sais são perfeitamente normais em água potável, porém podem causar prejuízos quando a água é utilizada na indústria, como exemplo em caldeiras.

Comparando-se os valores de dureza encontrados nas captações e reservatórios quando se considera os limites estabelecidos pela Portaria nº 518/04 (máximo de 500 mg/L), todas as amostras analisadas estão em conformidade com a legislação e com valores bem inferiores ao limite máximo (Brasil, 2004).

Avaliando os teores de cloretos nas captações do Palmital e da Glória e nos reservatórios do Palmital e da Glória foram registrados valores variando entre $4,97$ e $5,78 \text{ mg/L}$; $4,80$ e $5,42 \text{ mg/L}$; $3,58$ e $5,95 \text{ mg/L}$; $4,53$ e $5,84 \text{ mg/L}$, respectivamente (Gráfico 8).

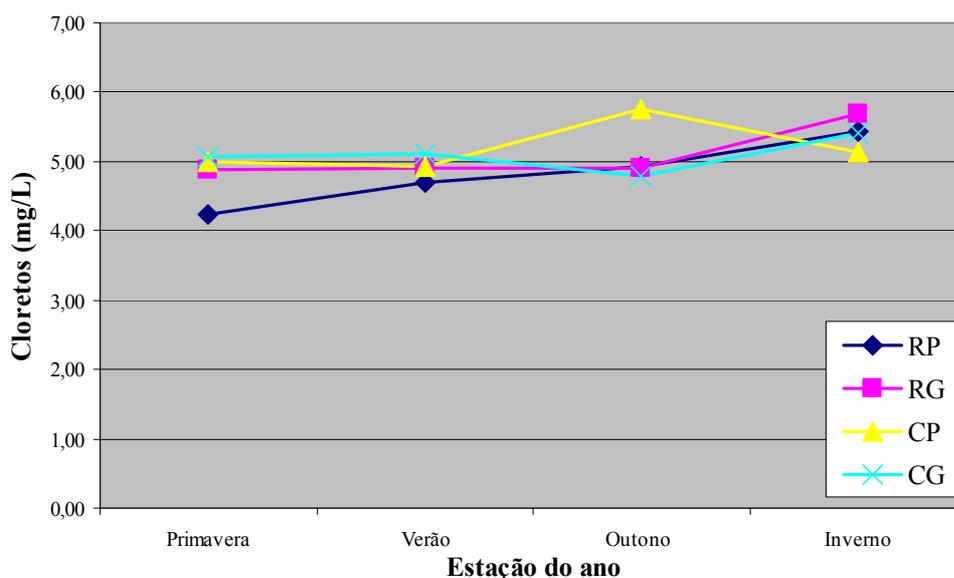


Gráfico 8. Variação dos cloretos nos Reservatórios do Palmital (RP) e da Glória (RG) e nas Captações do Palmital (CP) e da Glória (CG) em diferentes estações do ano.

As maiores concentrações foram observadas no inverno e no outono, com exceção da captação da Glória. Já os menores valores ocorreram no verão para as amostras da captação do Palmital e reservatório da Glória, na primavera para o reservatório do Palmital e outono para a captação da Glória. Observou-se um comportamento semelhante entre os pontos de coleta ao decorrer do ano.

O cloreto se apresenta nas águas subterrâneas através de solos. Aumento na concentração de cloretos na água é indicador de uma possível contaminação por esgotos, devido sua presença na urina ou por despejos industriais, como consequência possível alteração do sabor da água. Observamos que os teores de cloretos nas duas captações e reservatórios apresentaram-se bem abaixo do máximo estipulado na legislação brasileira (250 mg/L). As captações são livres de qualquer influência de esgotos domésticos.

As médias anuais para as captações do Palmital e da Glória e os reservatórios do Palmital e da Glória foram 5,20 mg/L \pm 0,37; 5,10 mg/L \pm 0,25; 4,83 mg/L \pm 0,53; 5,09 mg/L \pm 0,40, respectivamente. Comparando as amostras de água dos quatro pontos de coleta não há diferença.

O cloreto provoca sabor "salgado" na água, sendo o cloreto de sódio o mais restritivo por provocar sabor em concentrações da ordem de 250 mg/L, valor este que é tomado como referência máxima para padrão de potabilidade. Pela Portaria nº 518/04 e Resolução CONAMA nº 357/05 (para águas doces classe 1), todas as amostras estão em conformidade com a legislação apresentando valores bem inferiores ao limite máximo.

A concentração de nitrito nas águas avaliadas ficou abaixo de 0,002 mg/L. Como o MS e o CONAMA (para águas doces classe 1) estabelecem 1 mg/L como VMP, as amostras foram aprovadas, estando os valores bem abaixo do preconizado.

A concentração de sulfato foi menor que 1,0 mg/L. O MS e o CONAMA (para águas doces classe 1) preconizam 250 mg/L como VMP, as amostras foram aprovadas, estando bem abaixo do preconizado.

O nitrogênio e o fósforo presentes nas águas naturais podem ser causados pela contaminação por esgotos sanitários e lixiviamento do solo fertilizado, essas substâncias constituem-se em principais nutrientes para os processos biológicos. Ambos são elementos indispensáveis ao crescimento de algas, e quando em grandes quantidades, pode levar a um

processo de eutrofização de um recurso hídrico. É também o nutriente essencial para o crescimento de bactérias responsáveis pela estabilização da matéria orgânica.

De acordo com a Portaria nº 518/04 (Brasil, 2004, Anexo S), cianobactérias são 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 (cianotoxinas) com efeitos adversos à saúde. Observa-se a importância do controle de nitrogênio e fósforo na água evitando a sua contaminação com a preservação da área de influência das captações, com isso evita o crescimento das algas cianobactérias que produzem as cianotoxinas, como as microcistinas, cilindrospermopsina e saxitoxinas, trazendo prejuízos à saúde dos consumidores por ingestão oral.

O teor de ferro apresentou concentrações menores que 0,30 mg/L, sendo este o valor máximo permitido pelas legislações do MS e do CONAMA (para águas doces classe 1), as amostras foram aprovadas (Brasil, 2004 e 2005; Anexos S e T).

A presença de ferro na água de abastecimento é proveniente do próprio solo. Mesmo em teores acima do padrão, tem se considerado que o excesso não representa risco sanitário se a água for ingerida, porém pode ocasionar o aparecimento de cor e/ou depósito, afetando as características organolépticas da água e causando a sua rejeição pelo consumidor, bem como permitindo o desenvolvimento das ferro-bactérias que se encontram principalmente nas redes de distribuição, conferindo odor fétido à água.

Os elementos zinco, cádmio, cobre e manganês não foram detectados na água nas condições de análise. Não há indícios na área de influência das captações que determine a presença desses elementos.

Todas as amostras apresentaram os parâmetros físico-químicos analisados em acordo com a legislação vigente e os valores encontrados na maioria dos parâmetros estavam bem abaixo do VMP.

Como todos os parâmetros físico-químicos analisados atendiam a Resolução CONAMA nº 357/05, as captações do Palmital e da Glória podem ser enquadradas como águas doces classe 1. O Artigo 13 desta resolução diz “Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água” e nas águas amostradas do sistema alternativo mantém as condições naturais, então se classifica como especial para os parâmetros físico-químicos analisados (Brasil, 2005; anexo T).

4.2 Parâmetros Bacteriológicos

As amostras controle apresentaram ausência de coliformes totais e termotolerantes em 100 mL e nenhuma unidades formadora de colônia de bactérias heterotróficas em 1 mL, mostrando a confiabilidade da coleta realizada para as amostras.

Os resultados da ocorrência de coliformes totais e termotolerantes (fecais), bactérias heterotróficas presentes nas captações, em relação à sazonalidade estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Contagem de coliformes totais (CT), termotolerantes ou fecais (CF) e bactérias heterotróficas (PCA) relacionando as quatro estações do ano nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP).

	Captação da Glória			Captação do Palmital		
	CT ¹	CF ¹	PCA ²	CT	CF	PCA
Primavera	≥1600	≥1600	>3,0x10 ³	≥1600	1600	>3,0x10 ³
Verão	≥1600	27	>3,0x10 ³	300	4	2,7x10 ²
Outono	1600	26	8,6x10 ²	≥1600	900	3,1x10 ²
Inverno	1600	300	>3,0x10 ³	50	8	5,7x10

¹Número mais provável em 100mL

²Unidades formadoras de colônia em 1mL

Os resultados da ocorrência de coliformes totais e termotolerantes (fecais), bactérias heterotróficas presentes nos reservatórios, em relação à sazonalidade estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Contagem de coliformes totais (CT), termotolerantes ou fecais (CF) e bactérias heterotróficas (PCA) relacionando as quatro estações do ano nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

	Coletas	Reservatório da Glória			Reservatório do Palmital		
		CT ¹	CF ¹	PCA ²	CT	CF	PCA
Primavera	1°	≥1600	≥1600	>3,0x10 ³	≥1600	≥1600	>3,0x10 ³
	2°	≥1600	130	1,5 x10 ²	50	8	3,6x10
	3°	≥1600	30	>3,0x10 ³	500	23	>3,0x10 ³
Verão	1°	900	240	1,7x10 ³	80	50	2,0x10 ²
	2°	900	240	2,0x10 ³	300	50	1,8x10 ²
	3°	≥1600	2	5,4x10 ²	300	ausência	3,8x10
Outono	1°	900	14	2,0x10 ³	500	2	5,6x10
	2°	500	2	1,0x10 ³	220	ausência	8,6x10
	3°	≥1600	170	9,5x10 ²	280	34	7,5x10
Inverno	1°	≥1600	11	>3,0x10 ³	≥1600	2	4,2x10 ²
	2°	300	30	4,9x10 ²	50	8	1,4 x10 ²
	3°	≥1600	500	>3,0x10 ³	≥1600	13	>3,0x10 ³

¹Número mais provável em 100mL

²Unidades formadoras de colônia em 1mL

Observou-se que o reservatório da Glória tem contagens superiores ao do Palmital (Tabela 4), como também o sistema de captação (Tabela 3). Esses resultados já eram esperados, pois como mostra a Figura 13, a captação da Glória tem grande influência de área de pastagem, favorecendo a contaminação do córrego através da lixiviação, além de dejetos de animais silvestres daquela mata.

A Portaria nº 518/04 estabelece que a água para consumo humano deve ser livre de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes e apresentar ausência em 100 mL ou positividade de até 5% para coliformes totais. A contagem de bactérias heterotróficas para

verificar a qualidade da água para consumo humano não deve exceder a 500 Unidades Formadoras de Colônia por mililitro (UFC/mL) (BRASIL, 2004).

De acordo com as Tabelas 3 e 4, há presença de coliformes totais na água, nas diferentes estações do ano, mostra que todas as amostras estavam em desacordo com a Portaria nº 518/04. Porém, segundo Bastos *et al.* (2000) na avaliação da qualidade de águas naturais, os coliformes totais têm valor sanitário limitado. Sua aplicação restringe-se praticamente à avaliação da qualidade da água tratada, onde sua presença pode indicar falha no tratamento, uma possível contaminação pós tratamento ou, ainda a presença de nutrientes em excesso, por exemplo, nos reservatórios ou nas redes de distribuição.

Há ocorrência de coliformes termotolerantes (coliformes fecais) na água, nas diferentes estações do ano. Apenas no final do verão e no meado de outono (Tabela 4) a água referente ao reservatório do Palmital não apresentou contaminação. Correlacionando a água do reservatório do palmital com a da captação, observamos que no verão e no outono, apesar de haver contaminação fecal, esta se apresentou com contagens mais baixas. Este resultado é importante, visto que, contaminantes como a *E. coli* podem causar surtos diarreicos e constituem a causa mais comum de infecção das vias urinárias.

Em relação à contagem de bactérias heterotróficas as duas captações estão em desacordo com a Portaria nº 518/04 (Tabela 3). No reservatório da Glória duas amostras ficaram de acordo com estabelecido pela legislação, sendo uma na primavera e a outra no inverno. No reservatório do Palmital as amostras do verão e outono ficaram de acordo com a legislação e nas outras estações uma na primavera e duas no inverno ficaram aprovadas (Tabela 4).

Como as análises feitas são de grupos de microrganismos indicadores, a existência de coliformes e bactérias heterotróficas não representa a confirmação da existência de bactérias patogênicas, porém informa que há possibilidade da existência destas bactérias, principalmente o grupo dos coliformes termotolerantes (coliformes fecais).

Baseando-se na Portaria nº 518/04, a água apresentou-se imprópria para o consumo em todas as estações do ano.

Levando-se em conta que a população local utiliza diariamente essa água para beber, tomar banho e preparar alimentos, esta pesquisa torna-se um instrumento importante a ser utilizado em ações educativas visando conscientizar a população do perigo que pode ocorrer utilizando água sem tratamento e as autoridades para tomar as providências cabíveis.

4.3 Parâmetros Parasitológicos

Os resultados das análises parasitológicas, sob microscopia óptica, das amostras estão contidos nas Tabelas 5, 6 e 7.

Na Tabela 5 podemos observar os resultados das análises parasitológicas comparando-se os três diferentes métodos utilizados para filtragem da água, bem como o sedimento. A coleta realizada na primavera forneceu-nos uma riqueza de formas parasitárias. Nessa época também foi observada a maior vazão de água quando comparada às outras estações do ano. Chovia há dias, mas não houve precipitação no dia da coleta. Foi, também, durante a primavera que se obteve um maior número de amostras positivas para oocistos de *Cryptosporidium* spp. Pode-se observar, também, a presença de *Entamoeba* spp no reservatório do Palmital e na Captação da Glória, o que não foi observado nas outras estações.

Tabela 5. Resultados das análises parasitológicas das amostras de água coletadas durante a primavera nas Captações do Palmital e da Glória e seus respectivos reservatórios, por diferentes métodos de filtração e avaliação dos sedimentos.

Método de filtração	Palmital		Glória	
	Reservatório	Captação	Reservatório	Captação
Cartucho	Oocisto de <i>Cryptosporidium spp</i> Ovo de <i>Trichuris spp</i>	Oocisto de <i>Cryptosporidium spp</i> Formas nematóides (possivelmente de vida livre)	Oocisto de <i>Cryptosporidium spp</i> Larvas de <i>Bunostomum phlebotomus</i>	Ovos de Nematódeos Larvas de <i>Bunostomum phlebotomus</i>
Gaze	Cisto de <i>Entamoeba spp</i> Formas nematóides (possivelmente de vida livre)	Oocisto de <i>Cryptosporidium spp</i>	Ovos de Nematódeo	Ovos de Nematódeos
Sedimento Bruto	Ovos de Ancylostomídeo e/ou Trichostrongylídeo	Ovos de Ancilostomídeo e/ou Trichostrongilídeo	Oocisto de <i>Cryptosporidium spp</i> Ovos e larvas <i>Nematodirus filicollis</i>	Oocisto de <i>Cryptosporidium spp</i> Cisto de <i>Entamoeba spp</i> Ovos de <i>Metastrongylus elongatus</i>
Membranas de ésteres mistos de celulose	Não encontrado	Não encontrado	Não encontrado	Não encontrado

Quanto aos procedimentos de filtração utilizados podemos observar que a utilização do filtro com cartucho (procedimento 1) foi o mais eficiente, pois pôde-se observar uma maior retenção de diferentes formas parasitárias, devido ao maior volume de água filtrado bem como a menor porosidade (1µm) e com isso maior chance de reter formas parasitárias.

A utilização do filtro artesanal com gaze (procedimento 2) não se mostrou tão eficiente, pois na captação da Glória, onde há criação de animais, não foi detectado nenhum oocisto de *Cryptosporidium spp*. Tal fato pode ser devido a variação de porosidade existente, o que não ocorreu no cartucho comercial por apresentar uma porosidade uniforme. Devido há essas observações optou-se por não utilizar mais esse procedimento.

O procedimento com membrana (procedimento 3) além de oneroso não se mostrou eficiente, pois nenhuma forma parasitária foi detectada. A partir dessas observações optou-se por fazer a filtração somente utilizando-se o cartucho (procedimento 1). A ausência de parasitos retidos deve-se ao fato da baixa concentração de oocisto e cistos em relação a águas que recebem efluentes domésticos. A membrana também não permitiu a filtração de grande quantidade de água por romper-se facilmente pela rápida saturação, e dessa forma a chance de retenção de formas parasitárias era muito baixa devido ao pequeno volume filtrado.

Gomes *et al.* (2002) utilizou membranas de ésteres mistos de celulose e filtros artesanais de gaze dobrada em dez vezes para filtrar água bruta de sete fontes públicas, em dois municípios de São Paulo. Os resultados obtidos foram concordantes com a nossa pesquisa, pois o filtro artesanal de gaze foi mais eficiente que as membranas pelo fato do volume de água filtrado pelo filtro de gaze ser maior e com isso maior a chance de reter formas parasitárias.

O sedimento bruto apresentou uma variedade de formas parasitárias semelhante às observadas no processo de filtração com cartucho. Porém o uso dos sedimentos na confecção das lâminas acarretava desprendimento do esfregaço devido a grande quantidade de areia no mesmo. Como as detecções foram semelhantes às observadas no processo de filtração com o cartucho, optou-se por não mais trabalhar com esse material.

Wallis *et al.* (1996) estudaram no Canadá 1.173 amostras de água bruta durante um ano, encontrando amostras positivas em todas as estações. Observaram que a frequência de *Cryptosporidium* spp e *Giardia* spp foi maior no final do inverno e começo da primavera, com maior concentração e incidência de oocistos de *Cryptosporidium* spp durante a primavera. Esses resultados foram constatados no presente estudo, com exceção apenas da estação do verão, onde não foi observada nenhuma forma parasitaria.

Na coleta realizada durante o verão não foram observadas formas parasitarias nas amostras analisadas pelos diferentes procedimentos utilizados na metodologia. Na época da coleta não chovia há aproximadamente 29 dias, sugerindo que essa ausência de formas parasitárias nestas foi devido à ausência de chuvas e, conseqüentemente, ausência de lixiviação dos terrenos que não promoveu o carreamento desses parasitos para as águas.

Di Benedetto *et al.* (2005) analisaram água de duas estações de tratamento municipal, e águas de superfície e poços na província de Palermo, encontrando nas águas do rio níveis altos de oocistos de *Cryptosporidium* spp, nas amostras analisadas. Observaram também que o padrão de ocorrência de *Cryptosporidium* spp e *Giardia* spp estava relacionado ao nível de chuva.

No outono chovia a quatro dias incluindo o dia anterior, sendo que no dia da coleta não houve precipitação. Essa estação do ano apresentou-se positivo somente na água da Captação da Glória em relação a oocistos de *Cryptosporidium* spp. e obteve-se positivo para outras formas parasitárias, como por exemplo ovos e larvas de nematódeos (Tabela 6).

Tabela 6. Resultados das análises parasitológicas das amostras de água coletadas durante o outono nas Captações do Palmital e da Glória e seus respectivos reservatórios, utilizando-se processo de filtração por cartucho.

Método de filtração	Palmital		Glória	
	Reservatório	Captação	Reservatório	Captação
Cartucho	Ovo de <i>Syngamus tracheae</i>	Ovo de Nematóide larvado	Não encontrado	Oocistos <i>Cryptosporidium</i> spp
	Ovo de nematóide em decomposição	Larva de nematóide		

Bodley-Tickell *et al.* (2002) não encontraram relação entre a ocorrência de chuvas e a presença de oocistos de *Cryptosporidium*, porém relacionou a presença de oocistos de *Cryptosporidium* em água com a presença de animais selvagens, onde o gado não estava presente.

Ao contrário de Bodley-Tickell *et al.*, observou-se neste trabalho uma relação entre a ocorrência de chuvas e a presença de oocistos de *Cryptosporidium*. Porém também verificou-se a relação da presença destes com a presença de animais selvagens, como na captação do Palmital que supostamente é protegida para dificultar a entrada do gado na área de influencia da captação, visto que existe área de pastagem ao lado desta área..

Na coleta referente ao inverno não chovia há dias. As amostras das duas captações apresentaram positivas para oocistos de *Cryptosporidium* spp. Foi possível observar outras formas parasitarias na amostra da Captação do Palmital (Tabela 7).

Tabela 7. Resultados das análises parasitológicas das amostras de água coletadas durante o inverno nas Captações do Palmital e da Glória e seus respectivos reservatórios, utilizando-se processo de filtração por cartucho.

Método de filtração	Palmital		Glória	
	Reservatório	Captação	Reservatório	Captação
Cartucho	Ovo de <i>Toxoascaris leonina</i>			
	Ovo de <i>Ascaris spp</i>	Oocistos de <i>Cryptosporidium spp</i>	Não encontrado	Oocistos de <i>Cryptosporidium spp</i>
	Forma adulta de <i>Psoroptes equi</i>			
	Ovo e larva de nematóide			

Vários estudos têm comprovado a variação da densidade de cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium* em função de fatores como: características da bacia hidrográfica, variações pluviométricas, descargas de efluentes industriais e domésticos, temperatura, distribuição não homogênea, metodologia empregada para análise e atividade humana ao redor do manancial (LECHEVALLIER *et al.*, 1991; LECHEVALLIER; NORTON, 1995; HSU *et al.*, 2001). A maior incidência da criptosporidiose é nas estações do ano mais quentes ou úmidas.

Na presente pesquisa, as variações pluviométricas, bem como a atividade humana ao redor do manancial representado pela criação de animais domésticos/produção, parecem ser os principais fatores que influenciaram os resultados das análises.

Acima da captação da Glória existe área de pastagem e a influencia da presença destes animais na água é evidente pela presença de parasito específico de bovinos *Bunostomum phlebotomus*, o que contribui, também, para a presença de parasitos potencialmente patogênicos, como *Cryptosporidium spp*.

Ong *et al.*. (1996) avaliaram as origens da contaminação por *Giardia* e *Cryptosporidium*, no Canadá, em diferentes pontos de duas bacias adjacentes, abrangendo alguns locais onde se desenvolviam atividades de criação de gado. Cerca de 100,0% das amostras coletadas foram positivas, variando da não detecção de cistos e oocistos onde não havia tal atividade até níveis significativos, de acordo com o acesso destes animais.

A presença de cistos *Entamoeba spp* foi observada na filtração utilizando absorvente de gaze na água do reservatório do Palmital, e na Captação da Glória utilizando o sedimento bruto, ambas durante a primavera.

Não foram observados cistos de *Giardia sp* nas amostras de água nas condições de análise, precisando-se aplicar metodologias de maior sensibilidade e especificidade.

Foram observados também: grãos de pólen de diferentes morfologias, larvas de culicídeos, algas cianofíceas, fungos e bactérias.

A presença de nematóides e outras formas parasitárias não afirmam a patogenicidade desses parasitos aos seres humanos, mas devem ser considerados devido às semelhanças morfológicas com parasitos potencialmente patogênicos.

Na Figura 14 podemos observar algumas microfotografias sugestivas de *Cryptosporidium* spp encontradas nas duas captações e no reservatório da Glória.

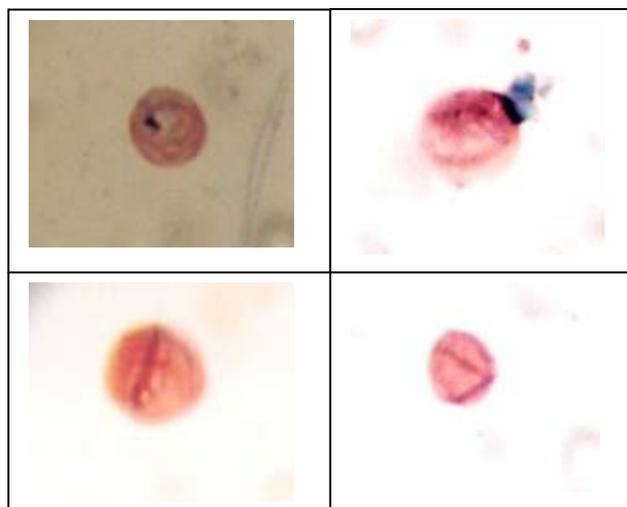


Figura 14: Formas sugestivas Oocistos de *Cryptosporidium* spp, visualizados por microscopia óptica em aumento de 1000 x .

5 CONCLUSÃO

Nas condições que o trabalho foi realizado, podemos concluir que:

5.1 Parâmetros Físico-Químicos

Todas as amostras apresentaram todos os parâmetros físico-químicos analisados em conformidade com a Portaria n° 518/04 e os valores encontrados na maioria dos parâmetros estavam bem abaixo do VMP.

A água utilizada pela população do Ditrito do Sana se classifica como águas doces classe especial, segundo a Resolução n° 357/05.

Entre todos os parâmetros físico-químicos analisados, apenas a turbidez apresentou-se diferente entre as águas provenientes do sistema de distribuição do Palmital e da Glória em decorrência da área de captação da Glória ter um grande percentual de uso agrícola.

5.2 Parâmetros Bacteriológicos

Há ocorrência de bactérias do grupo coliformes totais e termotolerantes na água das duas captações e respectivos reservatórios, em todas as estações do ano.

A água consumida pela população do Sana é imprópria para consumo humano.

5.3 Parâmetros Parasitológicos

O melhor processo de filtração utilizado na retenção de formas parasitárias foi o cartucho de manta e fio rebobinado de porosidade de 1 µm (cartucho comercial Micro Wind®).

A pesquisa de formas parasitárias através da avaliação do sedimento, apesar de ter se mostrado eficiente, dificultou muito na confecção dos esfregaços.

Amostras de água nas captações da Glória e Palmital e seus respectivos reservatórios apresentaram formas parasitárias potencialmente patogênicas para a população em quase todas as estações do ano (primavera, outono e inverno).

Não foi observado a presença de cistos de *Giardia* spp. no estudo realizado.

A contaminação da água por formas parasitárias pode estar relacionada aos dejetos de animais, silvestres ou domésticos, visto que, existem áreas de pastagens acima da captação da Glória e ao lado da captação do Palmital.

A água consumida pela população do Sana é imprópria para consumo humano.

5.4 Conclusão Geral

Com base nos resultados obtidos, deve-se considerar a necessidade de tratamento da água a ser oferecida à população.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando as condições da água consumida pela população do Sana, faz-se necessário:

- implantar sistema de tratamento alternativo para comunidades como a do Sana;
- avaliar se a quantidade de água disponível na localidade seria suficiente para atender a população local, sugeri-se medir as vazões dos córregos e do poço pelo menos quatro vezes ao ano durante o período de chuvas e de seca;
- elaborar um estudo geológico para verificar se o local é promissor à captação de águas subterrâneas;
- caso seja viável a utilização águas subterrâneas haverá necessidade de se refazer o estudo para avaliação das águas;
- desenvolver ações de conscientização à população para que evitem a chegada e a permanência dos animais domésticos nas áreas adjacentes as captações;
- implementar programas de educação sanitária e ambiental na comunidade local;
- estimar a incidência de doenças de veiculação hídrica na população por meio de questionário epidemiológico e inquéritos coproparasitológicos em todos os moradores;
- isolar colônia de *E. coli* das culturas de coliformes termotolerantes;
- promover o reflorestamento das áreas de influência das captações e das áreas adjacentes, e
- realizar novas análises parasitológicas utilizando metodologias com maior sensibilidade e especificidade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABES – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITARIA AMBIENTAL. Contaminação da água são as principais causas de mortalidade infantil Florianópolis, 20 dez. 2007. Disponível em: <<http://www.abes-sc.org.br>> Acesso em: 20 jan. 2008.

ADDISS, D. G., ARROWOOD, M. J., BARTLETT, M. E., COLLEY, D. G., JURANEK, D. D. *et al.* Assessing the public health threat associated with waterborne cryptosporidiosis: report of a workshop. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 44, n. 6, p. 1–20, 1995.

ALMEIDA, R. M. A. A.; HUSSAR, G. J.; PERES, M. R.; JUNIOR, A. L. F. Qualidade microbiológica do córrego “Ribeirão dos Porcos” no município de Espírito Santo do Pinhal – SP. **Engenharia Ambiental**, v. 1, n. 1, p. 51-56, 2004.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20. ed. Washington: APHA, AWWA, WEF, 1998.

ANDRADE, N. J.; MACÊDO, J. A. B. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo, SP: Livraria Varela, 1996. 182p.

ATSDR - AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. **Toxicological profile for cadmium**. Atlanta: ATSDR, 1997. 347p.

ATHERHOLT, T. B.; LECHEVALLIER, M. W.; NORTON, W. D.; ROSEN, J. S. Effect of rainfall on *Giardia* and *Cryptosporidium*. **Journal of the American Water Works Association**, v. 90, p. 66-80, 1998.

BAKIR, B.; TANYUKSEL, M.; SAYLAM, F.; TANRIVERDI, S.; ARAZ, R. E.; HACIM A. K.; HASDE, M. Investigation of waterborne parasites in drinking water sources of Ankara, Turkey. **Journal of Microbiology**, v. 41, n. 2, p. 148-151, 2003.

BARRETO, M. L. Ambiente e saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**. v. 3, n. 2, p. 21-22, 1998.

BASTOS, R. K. X.; BEVILACQUA, P. D.; NASCIMENTO, L. E.; CARVALHO, G. R.; SILVA, C. V. Coliformes como indicadores da qualidade da água: alcances e limitações. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, II-057, 2000, Porto Alegre. ABES, 2000.

BRASIL. Portaria MS nº 518, de 25 de março de 2004. 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. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 mar. 2004, Seção 1.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 09 jan. 1997.

BRASIL. Resolução CONAMA 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1.

BODLEY-TICKELL, A. T.; KITCHEN, S. E.; STURDEE, A. P. Occurrence of *Cryptosporidium* in agricultural surface waters during an annual farming cycle in lowland UK. **Water Research**, v. 36, n. 7, p. 1880-1886, Apr. 2002.

BOTELHO, H. Tratamento de efluentes líquidos. Instituto de Educação Tecnológica – IETC. Disponível em: <http://www.ietec.com.br/ietec/cursos/area_meio_ambiente/2006/04/12/2006_04_12_0001.2xt/materia_clipping/2006_04_12_0214.2xt/dtml_boletim_interna>. Acesso em: 26 maio 2006.

BRUM, M. A. R.; TERRA, N. N.; PIOVEZANO, A.; HOLSBACACK, M. T. Aspectos microbiológicos da água potável em Santa Maria – RS:1 – Reservatórios particulares. **Revista Centro Ciências Rurais**, v. 7, n. 3, p. 245-250, 1997.

CACCIO, S. M.; THOMPSON, R. C.; MCLAUCHLIN, J.; SMITH, H. V. Unravelling *Cryptosporidium* and *Giardia* epidemiology. **Trends in Parasitology**, v. 21, p. 430-437, 2005.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Variáveis de qualidade das águas. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em: 26 jun. 2007.

CRAUN, F. G.; BERGER, P. S.; CALDERON, R. Coliform bacteria and waterborne diseases outbreak. **Journal of the American Water Works Association**, v. 89, p. 96-104, 1997.

CHAURET, C.; ARMSTRONG, N.; FISHER, J.; SHARMA, R.; SPRINGTHORPE, S.; SATTAR, S. Correlating *Cryptosporidium* and *Giardia* with microbial indicators. **Journal of the American Water Works Association**, v. 87, p. 76-84, 1995.

CROCKETT, C. S.; HAAS, C. N. Understanding protozoa in your watershed. **Journal of the American Water Works Association**, v. 89, n. 9, p. 62-73, 1997.

D'AGUILA, P. S.; ROQUE, O. C. C.; MIRANDA, C. A. S.; FERREIRA, A. P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do município de Nova Iguaçu. **Caderno de Saúde Pública**, v. 16, n. 3, p.791-798, 2000.

DDTHA - Divisão de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar. **Manual das doenças transmitidas por alimentos e água: microorganismos patogênicos/doenças**. Informe net DTA, DDTHA-CVE/SES-SP, 2001/2002. Disponível em: <http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/hidrica/IFN_PARAS.HTM>. Acesso em: 8 maio 2007.

DIAS, J. O. **Ocorrência de cistos de *Giardia sp* e oocistos de *Cryptosporidium spp* em águas superficiais e esgoto no município de Araras – SP**. São Paulo, SP: 1999. Dissertação de Mestrado, Universidade Mackenzie, São Paulo, 1999.

DI BENEDETTO, M. A.; DI PIAZZA, F.; MAIDA, C. M.; FIRENZE, A.; OLIVERI, R. Occurrence of *Giardia* and *Cryptosporidium* in wastewater, surface water and ground water samples in Palermo (Sicily). **Annali di Igiene: Medicina Preventiva e di Comunità**, v. 17, n. 5, p. 367-375, Sep. - Oct. 2005.

DOMINGUES, V. O.; TAVARES, G. D.; STÜKER, F.; MICHELOT, T. M.; REETZ L. G. B.; BERTONCHELI, C. M.; HÖRNER, R. Contagem de bactérias heterotróficas na água para consumo humano: comparação entre duas metodologias. **Revista do Centro de Ciências da Saúde**, v. 33, p. 15-19, 2007.

DTA - DIVISÃO DE DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ÁGUA E ALIMENTOS. Manual das doenças transmitidas por alimentos e água: *Escherichia coli* O157:H7 - enterohemorrágica (EHEC). São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/hidrica/ecolinet.htm>>. Acesso em: 25 jan. 2008.

DUGAN, N. R.; FOX, K. R.; OWENS, J. H.; MILTNER, R. J. Controlling *Cryptosporidium* oocysts using conventional treatment. **Journal of the American Water Works Association**, v. 93, p. 64-76, 2001.

DYKSEN, J. E.; MARSHALL, M. M.; GERA, A.; CLANCY J. L. Cost of advanced UV for inactivating Crypto. **Journal of the American Water Works Association**, v. 90, p. 103-111, 1998.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo, SP: Editora Atheneu, 2003. 652p.

EGYED, Z.; SRETER, T.; SZELL, Z.; VARGA, I. Characterization of *Cryptosporidium* spp. – recent developments and future needs. **Veterinary Parasitology**, v. 111, p. 103-114, 2003

FAYER, R., TROUT, J. M., JENKINS, M. C. Infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts stored in water at environmental temperatures. **Journal for Parasitology**, v. 84, p. 1105-1108, 1998.

FAYER, R.; MORGAN, U.; UPTON, S. J. Epidemiology of *Cryptosporidium*: transmission, detection, and identification. **International Journal for Parasitology**, v. 30, p. 1305-1322, 2000.

FRANCO, R. M. B.; CANTUSIO, R. N.; BRANCO, N. Detecção de *Cryptosporidium* sp e *Giardia* sp em água pela técnica de filtração em membrana: estudo comparativo entre diferentes técnicas de eluição. **Jornal Brasileiro de Patologia**, v. 37, n. 4, p. 205, 2001.

FREITAS, M. B.; FREITAS, C. M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano – desafios e perspectivas para o Sistema Único de saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 10, n. 4, p. 993-1004, 2005.

FRICKER, C. R.; CRABB, J. Water-borne Criptosporidiosis: Detection methods and treatment options. **Advanced Parasitology**, v. 40, p. 241-278, 1998.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Textos de epidemiologia para vigilância ambiental em saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002. 132p.

GIOMBELLI, A.; RECH, H.; TORRES, V. S. Qualidade microbiológica da água proveniente de poços e fontes de dois municípios da Região do Alto Uruguai Catarinense. **Revista Higiene Alimentar**, v. 12, n. 56, p. 49-51, 1998.

GOMES, A. H. S.; PACHECO, M. A. S. R.; FONSECA, Y. S. K.; CESAR, N. P. A.; DIAS, H. G. G.; SILVA, R. P. Pesquisa de *Cryptosporidium* sp em águas de fontes naturais e

comparação com análises bacteriológicas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 61, n. 1, p. 59-63, 2002.

GONÇALVES, E. M. N.; SILVA, A. J.; EDUARDO, M. B. P.; UEMURA, I. H.; MOURA, I. N. S.; CASTILHO, V. L. P.; CORBETT, C. E. P. Genotipagem de multilocus de *Cryptosporidium hominis* associado a surto diarréico em creche de São Paulo. **Clinics**, v. 61, n. 2, p. 119-126, 2006.

HAQUE, R.; HUSTON, D. C.; HUGHES, M.; HOUPPT, E.; PETRI J. W. A. Amebiasis. **The New England Journal of Medicine**, v. 348, n. 16, p. 1565-1573, 2003.

HLAVSA, M. C.; WATSON, J. C.; BEACH, J. B. Cryptosporidiosis surveillance - United States 1999-2002. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 54, p. 1-8, 2005.

HO, B. S. W.; TAM, T. Y. Occurences of *Giardia* cysts in beach water. **Water Science Technology**, v. 38, n. 12, p. 73-76, 1998.

HSU, B. M.; HUANG, C.; HSU, Y.; JIANG, G.; HSU, C. L. Evaluation of two concentration methods for detection *Giardia* and *Cryptosporidium* in water. **Water Research**, v. 35, p. 419-424, 2001.

JAKUBOWSKI W.; BOUTROS, S.; FABER, W.; FAVER, R.; GHIORSE, W.; LECHEVALLIER, M.; ROSE, J.; SCHAUB, S.; STEWART, M. Environmental methods for *Cryptosporidium*. **Journal of the American Water Works Association**, v. 88, p. 107-121, 1996.

JAWETZ, E.; MELNICK, J. A.; ADELBERG, E. A. **Microbiologia médica**. 21. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2000. 175p.

JURANEK, D. D.; ADDIS, D. G.; BARTLETT, M. E.; ARROWOOD, J.; COLLEY, D. G.; KAPLAN, J. E.; PERCIASEPE, R.; ELDER, J. R.; REGLI, S. E.; BERGER, P. S. Cryptosporidiosis and public health: workshop report. **Journal of the American Water Works Association**, v. 87, p. 69-80, 1995.

KAUCNER, C.; STINEAR, T. Sensivite and rapid detection of *Giardia* cysts and *Cryptosporidium parvum* oocysts in large-volume water samples with woundfiberglass cartridge filters and reverse transcription –PCR. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 64, n. 5, p. 1743-1749, 1998.

KOSEK, M.; ALCANTARA, C.; LIMA, A. A. M.; GUERRANT, R. L. Cryptosporidiosis: na update. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 1, p. 262-269, 2001.

KRAMER, M. H.; HERWALDT, B. L.; CRAUN, G. F.; CALDERON, R. L.; JURANEK, D. D. Surveillance for waterborne-disease outbreaks, United States, 1993-1994. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 45, n. 1, p. 1-33, 1996.

LAGGER, J. R.; MATA, H. T.; PECHIN, G. H.; LARREA, A. T.; OTROSKY, R.N.; CESAN, R. O.; CAIMIER, A. G.; MEGLIA, G. E. La importancia de la calidade del agua en produccion lechera. **Veterinária Argentina**, v. 17, n. 165, p. 346-354, 2000.

LANE, S.; LLOYD, D. Current trends in research into the waterborne parasite *Giardia*. **Critical Reviews in Microbiology**, v. 28, p. 123-147, 2002.

LECHEVALLIER, M. W.; TROK, T. M.; BURNS, M. O.; LEE, R.G. Comparison of the zinc sulphate and immunofluorescent techniques for detecting *Giardia* and *Cryptosporidium*. **Journal of the American Water Works Association**, v. 82, n. 9, p. 75-82, 1990.

LECHEVALLIER, M. W.; NORTON, W. D.; LEE, R.G. Occurrence of *Giardia* and *Cryptosporidium* in surface water samples. **Applied Environmental Microbiology**, v. 57, p. 2610-2616, 1991.

LECHEVALLIER, M. W.; NORTON, W. D. *Giardia* and *Cryptosporidium* in raw water and finished water. **Journal of the American Water Works Association**, v. 87, p. 54-68, 1995.

LECHEVALIER, M. W.; NORTON, W.; ATHERTOLTT, B. Protozoa in open reservoirs. **Journal of the American Water Works Association**, v. 89, n. 9, p. 84-96, 1997.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & águas**. 2. ed. Belo Horizonte, MG: CRQ-MG, 2004. 977p.

MACÊDO, J. A. B. **Introdução à Química Ambiental**. 2. ed. Belo Horizonte, MG: CRQ-MG, 2006. 1027p.

MARÇAL M. C.; ANTUNES G. M.; SANTANA G. M.; PEREIRA I. Perfil econômico sanitário da água consumida por empresas, residências e hospitais do Recife. Recife, Fundação Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco, 1994. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, São Paulo, 1994.

MEDEMA, G. J.; SCHIJVEN, J. F. Modeling the sewage discharge and dispersion of *Cryptosporidium* and *Giardia* in surface water. **Water Research**, v. 35, p. 4307-4316, 2001.

MEINHARDT, P. L.; CASEMORE, D. P.; MILLER, K. B. Epidemiologic aspects of human cryptosporidiosis and the role of waterborne transmission. **Epidemiologic Reviews**, v. 18, n. 2, p. 118-136, 1996.

NOGUEIRA, G.; NAKAMURA, C. V.; TOGNIM, M. C.; ABREU Filho, B. A.; DIAS Filho, B. P. Microbiological quality of drinking water of urban and rural communities. **Revista Saúde Pública**, v. 37, n. 2, p. 232-236, 2003.

OMS - ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **Informe sobre la salud en el mundo 2007 - protección de la salud pública mundial en el siglo XXI: un porvenir más seguro**, 2007. 76p.

ONG, C. S. L.; MOOREHEAD, W.; ROSS, A.; ISSAC-RENTON, J. Studies of *Giardia* spp. and *Cryptosporidium* spp. In two adjacent watersheds. **Applied Environmental Microbiology**, v.62, p. 2798-2805, 1996.

OPAS/OMS - ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE/ ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Água e saúde**, 2001. Disponível em: <<http://www.opas.org.br/sistema/fotos/agua.PDF>>. Acesso em: 23 nov. 2007.

PATANIA, N.; JACANGELO, J. G.; CUMMINGS, L.; WILCZAK, A. Removal of *Cryptosporidium*, *Giardia*, and particles by granular media filtration in pilot studies. **AWWA Annual Conference**, Anaheim, CA, Am. Water Works Assoc., Denver, CO, 1995.

PEDRO, M. L. G.; GERMANO, M. I. S. A água: um problema de segurança nacional. **Revista Higiene Alimentar**, v. 15, p. 15-18, 2001.

PICKERING, L. K.; ENGELKIRK, P. G. *Giardia lamblia*. **Pediatric Clinics of North America**, v. 35, p. 565-577, 1998.

PIENIAZEK, N. J.; BORNAY-LLINARES, F. J.; SLEMENDA, S. B.; SILVA, A. J.; MOURA, I. N. S.; ARROWOOD, M. J.; DITRICH, O.; ADDISS, D. G. New *Cryptosporidium* genotypes in HIV infected persons. **Emerging Infectious Diseases**, v. 5, p. 444 - 449, 1999.

PORTO, R. L.; BRANCO, S. M.; CLEARY, R. W. *et al.* **Hidrologia ambiental**. São Paulo, SP: Imprensa Universitária, USP, 1991. 414p.

PMM - PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAÉ. **Plano de manejo da APA do rio Sana**, Macaé. 120p. 2003.

ROMPRÉ, A.; SERVAIS, P.; BAUDART, J.; DE-ROUBIN, M. R.; LAURENT, P. Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging. **Journal of Microbiological Methods**, v. 49, p. 31-54, 2002.

ROSE, J. B.; DICKSON, L. J.; FARRAH, S.; CARNAHAN, R. P. Removal of pathogenic and indicator microorganisms by a full-scale water reclamation facility. **Water Research**, v. 30, p. 2785-2797, 1996.

SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná. **Manual técnico para utilização agrícola do lodo de esgoto no Paraná**, Paraná: SANEPAR, 1997. 96p.

SES-SP - SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DE SÃO PAULO/CENTRO DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Sistema de abastecimento público de água**. Programa Estadual de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – PROÁGUA, v. 1. Disponível em: <<http://www.cvs.saude.sp.gov.br/pvol3.html>>. Acesso em 15 maio 2004.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. 2. ed. São Paulo, SP: Varela, 2001. 31p.

SIMMONS, O. D.; SOBSEY, M. D.; HEANEY, C. D.; SCHAEFER, F. W.; FRANCY, D. S.; NALLY, R. A. Evaluation of USEPA method 1622 for detection of *Cryptosporidium* oocysts in stream waters. **Journal of the American Water Works Association**, v. 93, p. 78-87, 2001.

SLIFKO, T. R.; SMITH, H. V.; ROSE, J. B. Emerging parasite zoonoses associated with water and food. **International Journal for Parasitology**, v. 30, p. 1379-1393, 2000.

SMITH, H. V. Detection of parasites in the environment. **Parasitology Today**, v. 117, p. 113-141, 1998.

SMITH, H. V.; NICHOLS, R. A. B.; GRIMASON, A. M. *Cryptosporidium* excystation and invasion: getting to the guts of the matter. **Trends in Parasitology**, v. 21, p. 133-142, 2005.

SOLO-GABRIELE, H. M.; NEUMEISTER, S. US outbreaks of cryptosporidiosis. **Journal of the American Water Works Association**, v. 88, p. 76-86, 1996.

SOLO-GABRIELE, H. M.; AGER JR., A. L.; LINDO, J. F.; DUBÓN, J. M.; NEUMEISTER, S. M.; BAUM, M. K.; PALMER, C. J. Occurrence of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts in water supplies of San Pedro Sula, Honduras. **Revista Panamerica de Salud Publica**, v. 4, n. 6, 1998.

STATES, S.; STADTERMAN, K.; AMMON, L.; VOGEL, P.; BALDIZAR, J.; WRIGHT, D.; CONLEY, L.; SYKORA, J. Protozoa in river water: sources, occurrence and treatment. **Journal of the American Water Works Association**, v. 89, p. 74-83, 1997.

SVS - SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. **Relatório das atividades vigiagua 1998 a 2005**. Ministério da Saúde: Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM), Vigilância da qualidade de água para consumo humano - Vigiagua. 2005.

TEIXEIRA, F. H. Estudo comparativo para metais em ambiente aquático (Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – RJ). Rio de Janeiro, 1998. 120 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 1998.

THOMPSON, R. C. A. The zoonotic significance and molecular epidemiology of *Giardia* and giardiasis. **Veterinary Parasitology**, v. 126, p. 15-35, 2004.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000. 827p.

TZÍPORI, S.; WARD, H. Cryptosporidiosis biology, pathogenesis and diseases. **Microbes and Infection**, v. 4, p. 1047-1058, 2002.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Total coliform rule and surface water treatment rules**. Federal Regulations. Government Printing Office, Washington, DC, 1990.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 40 CFR Parts 9, 141 and 142. National Primary Drinking Water Regulation: Interim Enhanced Surface Water Treatment, Final Rule. 16 dec. 1998.

UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Departamento de Microbiologia e Parasitologia. **Soluções e tampões**, 13 abr. 2007. Disponível em: <http://www.proto.ufsc.br/downloads/protocolos/Solucoes_tampoes.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2008.

VAITSMAN, D. S.; VAITSMAN, M. S. **Água mineral**. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 2005. p.219.

VAN HEIJST, A. N. P. Metahemoglobinemia. **Jornal Saúde**, Bosch en Duin, 29 mar. 2002. Disponível em: <http://64.233.169.104/search?q=cache:3yIKdwSNCP0J:www.saudeemmovimento.com.br/reportagem/noticia_exibe.asp%3Fcod_noticia%3D524+metahemoglobinemia&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=2&gl=br>. Acesso em: 20 jan. 2008.

WALLIS, P. M.; ERLANDSEN, S. L.; ISSAC-RENTON, J. L.; OLSON, M. E.; ROBERTSON, W. J.; VAN KEULEN, H. Prevalence of *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts and characterization of *Giardia* spp. isolated from drinking water in Canada. **Applied Environmental Microbiology**, v. 62, p. 2789-2797, 1996.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Cadmium**. Geneva, 1992.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality**. 2. ed. Geneva, 1993.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The World Health Report: Fighting Disease, Fostering Development**. Geneva, 1996.

XIAO, L.; BERN, C.; LIMOR, J.; SULAIMAN, I.; ROBERTS, J.; CHECKLEY, W.; CABRERA, L. GILMAN, R. H.; LAL, A. A. Identification of 5 types of *Cryptosporidium* parasites en children in Lima, Peru. **The Journal of Infectious Diseases**, v. 183, p. 492-497, 2001.

XIAO, L.; FAYER, R.; RYAN, U. M.; UPTON, S. J. *Cryptosporidium* taxonomy: recent advances and implications for public health. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 17, p. 72-97, 2004a.

XIAO, L.; RYAN, U. M. Cryptosporidiosis: an update in molecular epidemiology. **Current Opinion in Infectious Diseases**, v. 17, p. 483-490, 2004b.

ZULPO, D. L.; PERETTI, J.; ONO, L. M.; GARCIA, J. L. Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, p. 107-110, 2006.

ANEXOS

Anexo A - Valores máximos, mínimos e médios dos quatro pontos de coleta compreendendo as quatro estações durante um ano com os VMP da Portaria n° 518/04 - MS e da Resolução n° 357/05 - CONAMA para águas doces de classe 1.

Parâmetros	Dados das análises												Portaria MS VMP	Resolução CONAMA VMP
	Captação Palmital			Captação Glória			Reservatório Palmital			Reservatório Glória				
	Mín.	Máx.	Médio	Mín.	Máx.	Médio	Mín.	Máx.	Médio	Mín.	Máx.	Médio		
Cor Aparente (uH)	-	-	5-10	-	-	5-10	-	-	5-10	-	-	5-10	15	-
pH	6,18	7,24	6,88	6,62	7,36	7,09	5,48	6,3	6,13	6,26	7,46	7,12	6,0-9,5	6,0-9,0
Turbidez (UNT)	0,30	0,90	0,57	1,11	2,26	1,68	0,23	1,13	0,49	1,04	3,75	2,03	5	40
Condutividade (µS/cm)	20,1	36,7	27,6	25,2	35,3	30,9	24,6	36,6	28,0	25,2	35,3	28,7	-	-
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	10,06	18,32	13,80	12,57	17,80	15,54	12,58	18,32	14,06	12,60	18,06	14,40	1.000	500
Matéria Orgânica (mg/L)	1,64	5,64	3,01	0,86	2,10	1,64	1,01	3,58	1,92	1,11	2,20	1,77	-	-
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	6,52	8,59	7,93	10,60	11,26	11,04	8,08	14,38	11,65	8,86	13,91	11,35	-	-
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
Dureza (mgCaCO ₃ /L)	2,97	5,97	4,04	1,98	4,65	3,40	1,98	5,97	4,86	1,98	5,84	4,15	500	-
Cloretos (mg/L)	4,97	5,78	5,20	4,80	5,42	5,10	3,58	5,95	4,83	4,53	5,84	5,09	250	250
Nitrito-como N (mg/L)	-	-	<0,002	-	-	<0,002	-	-	<0,002	-	-	<0,002	1	1
Sulfato (mg/L)	-	-	<1,0	-	-	<1,0	-	-	<1,0	-	-	<1,0	250	250
Ferro (mg/L)	-	-	<0,30	-	-	<0,30	-	-	<0,30	-	-	<0,30	0,30	0,30

Anexo B - Média dos valores dos parâmetros físico-químicos durante a Primavera nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

Parâmetros	Captação Glória	Captação Palmital	Reservatório Glória	Reservatório Palmital
Aspecto	LCPS ^a	LCPS	LCPS	LCPS
Odor e Gosto	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
Cor Aparente (uH)	5 - 10	5 - 10	5 - 10	5 - 10
pH	6,62	6,18	6,71±0,57 ^b	5,78±0,48
Turbidez (UNT)	1,78	0,90	2,43±1,58	0,84±0,48
Cloretos (mg/L)	5,06±0,10	5,00±0,10	4,89±0,18	4,25±0,51
Dureza (mg/L)	4,65±0,29	5,97±0,00	4,65±0,73	5,48±0,42
Sulfato (mg/L)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Matéria Orgânica (mg/L)	2,10±0,03	5,64±0,05	2,07±0,20	2,87±0,83
Condutividade (µS/cm)	35,3	36,7	31,07±4,44	30,13±5,67
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	17,8	18,32	15,63±2,15	15,25±2,71
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	10,60±0,15	6,52±0,00	10,30±1,08	9,34±0,99
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0	0	0	0
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Ferro (mg/L)	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Zinco (mg/L)	ND ^c	ND	ND	ND
Cádmio (mg/L)	ND	ND	ND	ND
Cobre (mg/L)	ND	ND	ND	ND
Manganês (mg/L)	ND	ND	ND	ND

^aLímpido com partículas em suspensão

^bMédia±Desvio Padrão

^cNão detectado

Anexo C - Média dos valores dos parâmetros físico-químicos durante o Verão nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

Parâmetros	Captação Glória	Captação Palmital	Reservatório Glória	Reservatório Palmital
Aspecto	LCPS ^a	LCPS	LCPS	LCPS
Odor e Gosto	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
Cor Aparente (uH)	5 - 10	5 - 10	5 - 10	5 - 10
pH	7,36	7,24	7,23±0,17 ^b	6,28±0,03
Turbidez (UNT)	1,57	0,47	3,30±0,06	0,35±0,06
Cloretos (mg/L)	5,11±0,10	4,94±0,10	4,79±0,33	4,55±0,18
Dureza (mg/L)	1,98±0,00	2,97±0,00	4,46±0,00	4,95±0,00
Sulfato (mg/L)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Matéria Orgânica (mg/L)	0,86±0,03	1,64±0,06	1,24±0,10	1,37±0,27
Condutividade (µS/cm)	25,2	20,1	27,10±1,56	26,10±1,35
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	12,57	10,06	13,61±0,88	13,21±0,61
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	11,23±0,09	8,59±0,24	11,43±0,27	12,27±0,18
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0	0	0	0
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Ferro (mg/L)	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Zinco (mg/L)	ND ^c	ND	ND	ND
Cádmio (mg/L)	ND	ND	ND	ND
Cobre (mg/L)	ND	ND	ND	ND
Manganês (mg/L)	ND	ND	ND	ND

^aLímpido com partículas em suspensão

^bMédia±Desvio Padrão

^cNão detectado

Anexo D - Média dos valores dos parâmetros físico-químicos durante o Outono nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

Parâmetros	Captação Glória	Captação Palmital	Reservatório Glória	Reservatório Palmital
Aspecto	LCPS ^a	LCPS	LCPS	LCPS
Odor e Gosto	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
Cor Aparente (uH)	5 - 10	5 - 10	5 - 10	5 - 10
pH	7,15	6,97	7,24±0,20 ^b	6,25±0,04
Turbidez (UNT)	2,26	0,61	2,38±1,19	0,37±0,14
Cloretos (mg/L)	4,80±0,00	5,75±0,10	5,01±0,28	5,08±0,66
Dureza (mg/L)	3,49±0,00	3,49±0,00	3,21±0,97	4,00±1,53
Sulfato (mg/L)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Matéria Orgânica (mg/L)	2,00±0,05	2,47±0,06	1,74±0,42	1,72±0,52
Condutividade (µS/cm)	33,80	27,50	28,87±4,04	27,23±1,65
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	16,92	13,74	14,48±2,03	13,51±0,86
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	11,34±0,00	8,14±0,09	11,38±0,18	12,09±0,53
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0	0	0	0
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Ferro (mg/L)	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Zinco (mg/L)	ND ^c	ND	ND	ND
Cádmio (mg/L)	ND	ND	ND	ND
Cobre (mg/L)	ND	ND	ND	ND
Manganês (mg/L)	ND	ND	ND	ND

^aLímpido com partículas em suspensão

^bMédia±Desvio Padrão

^cNão detectado

Anexo E - Média dos valores dos parâmetros físico-químicos durante o Inverno nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

Parâmetros	Captação Glória	Captação Palmital	Reservatório Glória	Reservatório Palmital
Aspecto	LCPS ^a	LCPS	LCPS	LCPS
Odor e Gosto	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
Cor Aparente (uH)	5 - 10	5 - 10	5 - 10	5 - 10
pH	7,22	7,11	7,31±0,13 ^b	6,20±0,14
Turbidez (UNT)	1,11	0,30	1,27±0,22	0,37±0,09
Cloretos (mg/L)	5,42±0,10	5,13±0,19	5,68±0,22	5,43±0,36
Dureza (mg/L)	3,49±0,00	3,74±0,25	4,27±1,17	5,00±0,44
Sulfato (mg/L)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Matéria Orgânica (mg/L)	1,61±0,05	2,29±0,05	2,06±0,21	1,71±0,26
Condutividade (µS/cm)	29,4	26	27,63±2,12	28,33±2,15
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	14,85	13,08	13,89±1,05	14,25±1,02
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	10,98±0,09	8,46±0,09	12,30±1,27	12,89±1,24
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0	0	0	0
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Ferro (mg/L)	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Zinco (mg/L)	ND ^c	ND	ND	ND
Cádmio (mg/L)	ND	ND	ND	ND
Cobre (mg/L)	ND	ND	ND	ND
Manganês (mg/L)	ND	ND	ND	ND

^aLímpido com partículas em suspensão

^bMédia±Desvio Padrão

^cNão detectado

Anexo F - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da primeira coleta durante a Primavera nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

Parâmetros	Dados das análises															
	Captação Palmital				Captação Glória				Reservatório Palmital				Reservatório Glória			
	1	2	3	Média±DP ^a	1	2	3	Média±DP	1	2	3	Média±DP	1	2	3	Média±DP
Aspecto	LCPS ^b				LCPS				LCPS				LCPS			
Odor e Gosto	Não objetável				Não objetável				Não objetável				Não objetável			
Cor Aparente (uH)	5 - 10				5 - 10				5 - 10				5 - 10			
pH	6,18				6,62				5,87				6,51			
Turbidez (UNT)	0,90				1,78				1,13				1,95			
Condutividade (µS/cm)	36,7				35,3				36,6				36,1			
Sólidos Totais	18,32				17,80				18,32				18,06			
Dissolvidos (mg/L)	18,32				17,80				18,32				18,06			
Matéria Orgânica (mg/L)	5,59	5,69	5,64	5,64±0,05	2,08	2,13	2,08	2,10±0,03	3,61	3,56	3,56	3,58±0,03	2,23	2,18	2,18	2,20±0,03
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	6,52	6,52	6,52	6,52±0,00	10,69	10,43	10,69	10,60±0,15	9,65	9,65	9,65	9,65±0,00	10,95	10,95	10,95	10,95±0,00
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0				0				0				0			
Dureza (mgCaCO ₃ /L)	5,97	5,97	5,97	5,97±0,00	4,48	4,98	4,48	4,65±0,29	5,97	5,97	5,97	5,97±0,00	4,98	4,48	4,48	4,65±0,29
Cloretos (mg/L)	5,12	4,94	4,94	5,00±0,10	5,12	4,94	5,12	5,06±0,10	4,59	4,59	4,59	4,59±0,00	4,76	4,76	4,76	4,76±0,00
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002				<0,002				<0,002				<0,002			
Sulfato (mg/L)	<1,0				<1,0				<1,0				<1,0			
Ferro (mg/L)	<0,3				<0,3				<0,3				<0,3			
Zinco (mg/L)	Não detectado				Não detectado				Não detectado				Não detectado			
Cádmio (mg/L)	Não detectado				Não detectado				Não detectado				Não detectado			
Cobre (mg/L)	Não detectado				Não detectado				Não detectado				Não detectado			
Manganês (mg/L)	Não detectado				Não detectado				Não detectado				Não detectado			

^aMédia±Desvio Padrão

^bLímpido com partículas em suspensão

Anexo G - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da segunda coleta durante a Primavera nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

Parâmetros	Dados das análises							
	Reservatório Palmital				Reservatório Glória			
	1	2	3	Média±DP	1	2	3	Média±DP
Aspecto	LCPS ^b				LCPS			
Odor e Gosto	Não objetável				Não objetável			
Cor Aparente (uH)	5 - 10				5 - 10			
pH	5,48				6,26			
Turbidez (UNT)	1,10				3,28			
Condutividade (µS/cm)	27,8				29,4			
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	14,28				14,87			
Matéria Orgânica (mg/L)	3,32	3,17	3,25	3,25±0,08	1,61	2,16	1,89	1,89±0,28
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	8,08	8,08	8,08	8,08±0,00	8,86	8,86	8,86	8,86±0,00
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0				0			
Dureza (mgCaCO ₃ /L)	5,47	5,47	5,47	5,47±0,00	5,47	5,47	5,47	5,47±0,00
Cloretos (mg/L)	3,49	3,66	3,58	3,58±0,09	4,88	4,71	4,80	4,80±0,09
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002				<0,002			
Sulfato (mg/L)	<1,0				<1,0			
Ferro (mg/L)	<0,3				<0,3			
Zinco (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Cádmio (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Cobre (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Manganês (mg/L)	Não detectado				Não detectado			

^aMédia±Desvio Padrão

^bLímpido com partículas em suspensão

/

/,,**Anexo H** - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da terceira coleta durante a Primavera nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

Parâmetros	Dados das análises							
	Reservatório Palmital				Reservatório Glória			
	1	2	3	Média±DP	1	2	3	Média±DP
Aspecto	LCPS ^b				LCPS			
Odor e Gosto	Não objetável				Não objetável			
Cor Aparente (uH)	5 - 10				5 - 10			
pH	6,00				7,35			
Turbidez (UNT)	0,28				1,14			
Condutividade (µS/cm)	26,6				27,7			
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	13,16				13,96			
Matéria Orgânica (mg/L)	1,72	1,77	1,87	1,79±0,08	2,07	2,12	2,17	2,12±0,05
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	10,24	10,40	10,24	10,29±0,09	11,03	11,03	11,18	11,08±0,09
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0				0			
Dureza (mgCaCO ₃ /L)	5,01	5,01	5,01	5,01±0,00	4,01	3,51	4,01	3,84±0,29
Cloretos (mg/L)	4,72	4,55	4,45	4,57±0,14	5,22	5,05	5,05	5,11±0,10
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002				<0,002			
Sulfato (mg/L)	<1,0				<1,0			
Ferro (mg/L)	<0,3				<0,3			
Zinco (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Cádmio (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Cobre (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Manganês (mg/L)	Não detectado				Não detectado			

^aMédia±Desvio Padrão

^bLímpido com partículas em suspensão

Anexo I - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da primeira coleta durante o Verão nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

Parâmetros	Dados das análises							
	Reservatório Palmital				Reservatório Glória			
	1	2	3	Média±DP	1	2	3	Média±DP
Aspecto	LCPS ^b				LCPS			
Odor e Gosto	Não objetável				Não objetável			
Cor Aparente (uH)	5 - 10				5 - 10			
pH	6,30				7,33			
Turbidez (UNT)	0,36				2,75			
Condutividade (µS/cm)	26,5				28,1			
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	13,27				14,22			
Matéria Orgânica (mg/L)	1,53	1,58	1,56	1,56±0,03	1,29	1,34	1,34	1,32±0,03
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	12,13	12,13	12,13	12,13±0,00	11,50	11,66	11,50	11,55±0,09
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0				0			
Dureza (mgCaCO ₃ /L)	4,95	4,95	4,95	4,95±0,00	4,46	4,46	4,46	4,46±0,00
Cloretos (mg/L)	4,36	4,53	4,45	4,45±0,09	4,53	4,53	4,53	4,53±0,00
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002				<0,002			
Sulfato (mg/L)	<1,0				<1,0			
Ferro (mg/L)	<0,3				<0,3			
Zinco (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Cádmio (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Cobre (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Manganês (mg/L)	Não detectado				Não detectado			

^aMédia±Desvio Padrão

^bLímpido com partículas em suspensão

Anexo J - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da segunda coleta durante o Verão nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

Parâmetros	Dados das análises							
	Reservatório Palmital				Reservatório Glória			
	1	2	3	Média±DP	1	2	3	Média±DP
Aspecto	LCPS ^b				LCPS			
Odor e Gosto	Não objetável				Não objetável			
Cor Aparente (uH)	5 - 10				5 - 10			
pH	6,25				7,03			
Turbidez (UNT)	0,29				1,65			
Condutividade (µS/cm)	27,2				27,9			
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	12,58				12,60			
Matéria Orgânica (mg/L)	0,98	1,03	1,03	1,01±0,03	1,08	1,13	1,13	1,11±0,03
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	12,44	12,60	12,44	12,49±0,09	11,03	11,18	11,03	11,08±0,09
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0				0			
Dureza (mgCaCO ₃ /L)	4,95	4,95	4,95	4,95±0,00	4,46	4,46	4,46	4,46±0,00
Cloretos (mg/L)	4,88	4,70	4,70	4,76±0,10	5,23	5,23	5,23	5,23±0,00
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002				<0,002			
Sulfato (mg/L)	<1,0				<1,0			
Ferro (mg/L)	<0,3				<0,3			
Zinco (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Cádmio (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Cobre (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Manganês (mg/L)	Não detectado				Não detectado			

^aMédia±Desvio Padrão

^bLímpido com partículas em suspensão

Anexo K - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da terceira coleta durante o Verão nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

Parâmetros	Dados das análises															
	Captação Palmital				Captação Glória				Reservatório Palmital				Reservatório Glória			
	1	2	3	Média±DP ^a	1	2	3	Média±DP	1	2	3	Média±DP	1	2	3	Média±DP
Aspecto	LCPS ^b				LCPS				LCPS				LCPS			
Odor e Gosto	Não objetável				Não objetável				Não objetável				Não objetável			
Cor Aparente (uH)	5 - 10				5 - 10				5 - 10				5 - 10			
pH	7,24				7,36				6,3				7,36			
Turbidez (UNT)	0,47				1,57				0,38				1,59			
Condutividade (µS/cm)	20,1				25,2				25,6				25,4			
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	10,06				12,57				12,60				12,71			
Matéria Orgânica (mg/L)	1,57	1,67	1,67	1,64±0,06	0,83	0,88	0,88	0,86±0,03	1,08	1,08	1,08	1,08±0,00	1,18	1,18	1,18	1,18±0,00
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	8,82	8,35	8,59	8,59±0,24	11,34	11,18	11,18	11,23±0,09	12,44	13,07	12,76	12,76±0,32	11,50	11,18	11,18	11,29±0,18
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0				0				0				0			
Dureza (mgCaCO ₃ /L)	2,97	2,97	2,97	2,97±0,00	1,98	1,98	1,98	1,98±0,00	1,98	1,98	1,98	1,98±0,00	1,98	1,98	1,98	1,98±0,00
Cloretos (mg/L)	5,05	4,88	4,88	4,94±0,10	5,05	5,23	5,05	5,11±0,10	4,88	4,88	4,88	4,88±0,00	4,88	5,05	4,88	4,94±0,10
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002				<0,002				<0,002				<0,002			
Sulfato (mg/L)	<1,0				<1,0				<1,0				<1,0			
Ferro (mg/L)	<0,3				<0,3				<0,3				<0,3			
Zinco (mg/L)	Não detectado				Não detectado				Não detectado				Não detectado			
Cádmio (mg/L)	Não detectado				Não detectado				Não detectado				Não detectado			
Cobre (mg/L)	Não detectado				Não detectado				Não detectado				Não detectado			
Manganês (mg/L)	Não detectado				Não detectado				Não detectado				Não detectado			

^aMédia±Desvio Padrão

^bLímpido com partículas em suspensão

Anexo L - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da primeira coleta durante o Outono nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

Parâmetros	Dados das análises							
	Reservatório Palmital				Reservatório Glória			
	1	2	3	Média±DP	1	2	3	Média±DP
Aspecto	LCPS ^b				LCPS			
Odor e Gosto	Não objetável				Não objetável			
Cor Aparente (uH)	5 - 10				5 - 10			
pH	6,30				7,33			
Turbidez (UNT)	0,40				2,66			
Condutividade (µS/cm)	27,2				27,9			
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	13,79				14,00			
Matéria Orgânica (mg/L)	1,49	1,58	1,54	1,54±0,05	1,29	1,24	1,29	1,27±0,03
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	12,13	12,13	12,29	12,18±0,09	11,66	11,66	11,66	11,66±0,00
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0				0			
Dureza (mgCaCO ₃ /L)	4,95	4,95	4,95	4,95±0,00	4,46	4,46	4,46	4,46±0,00
Cloretos (mg/L)	4,36	4,53	4,45	4,45±0,09	4,53	4,71	4,62	4,62±0,09
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002				<0,002			
Sulfato (mg/L)	<1,0				<1,0			
Ferro (mg/L)	<0,3				<0,3			
Zinco (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Cádmio (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Cobre (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Manganês (mg/L)	Não detectado				Não detectado			

^aMédia±Desvio Padrão

^bLímpido com partículas em suspensão

Anexo M - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da segunda coleta durante o Outono nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

Parâmetros	Dados das análises							
	Reservatório Palmital				Reservatório Glória			
	1	2	3	Média±DP	1	2	3	Média±DP
Aspecto	LCPS ^b				LCPS			
Odor e Gosto	Não objetável				Não objetável			
Cor Aparente (uH)	5 - 10				5 - 10			
pH	6,22				7,34			
Turbidez (UNT)	0,37				3,75			
Condutividade (µS/cm)	27,2				27,9			
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	13,63				14,02			
Matéria Orgânica (mg/L)	1,62	2,02	1,82	1,82±0,20	1,97	2,02	1,97	1,99±0,03
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	11,66	11,66	11,66	11,66±0,00	11,50	11,66	11,58	11,58±0,08
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0				0			
Dureza (mgCaCO ₃ /L)	4,88	5,37	4,88	5,04±0,28	3,90	4,40	4,15	4,15±0,25
Cloretos (mg/L)	4,43	4,43	4,43	4,43±0,00	5,35	5,35	5,35	5,35±0,00
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002				<0,002			
Sulfato (mg/L)	<1,0				<1,0			
Ferro (mg/L)	<0,3				<0,3			
Zinco (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Cádmio (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Cobre (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Manganês (mg/L)	Não detectado				Não detectado			

^aMédia±Desvio Padrão

^bLímpido com partículas em suspensão

Anexo N - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da terceira coleta durante o Outono nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

Parâmetros	Dados das análises															
	Captação Palmital				Captação Glória				Reservatório Palmital				Reservatório Glória			
	1	2	3	Média±DP ^a	1	2	3	Média±DP	1	2	3	Média±DP	1	2	3	Média±DP
Aspecto	LCPS ^b				LCPS				LCPS				LCPS			
Odor e Gosto	Não objetável				Não objetável				Não objetável				Não objetável			
Cor Aparente (uH)	5 - 10				5 - 10				5 - 10				5 - 10			
pH	6,97				7,15				6,23				7,01			
Turbidez (UNT)	0,61				2,26				0,50				1,79			
Condutividade (µS/cm)	27,5				33,8				28,9				33,3			
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	13,74				16,92				14,31				16,70			
Matéria Orgânica (mg/L)	2,44	2,54	2,44	2,47±0,06	1,95	2,05	2,00	2,00±0,05	2,15	2,34	2,25	2,25±0,10	1,95	2,15	2,05	2,05±0,10
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	8,03	8,19	8,19	8,14±0,09	11,34	11,34	11,34	11,34±0,00	11,81	11,97	11,81	11,86±0,09	11,18	11,34	11,34	11,29±0,09
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0				0				0				0			
Dureza (mgCaCO ₃ /L)	3,49	3,49	3,49	3,49±0,00	3,49	3,49	3,49	3,49±0,00	4,99	4,99	4,99	4,99±0,00	3,49	3,49	3,49	3,49±0,00
Cloretos (mg/L)	5,69	5,86	5,69	5,75±0,10	4,80	4,80	4,80	4,80±0,00	6,04	5,86	5,86	5,92±0,10	4,62	4,80	4,80	4,74±0,10
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002				<0,002				<0,002				<0,002			
Sulfato (mg/L)	<1,0				<1,0				<1,0				<1,0			
Ferro (mg/L)	<0,3				<0,3				<0,3				<0,3			
Zinco (mg/L)	Não detectado				Não detectado				Não detectado				Não detectado			
Cádmio (mg/L)	Não detectado				Não detectado				Não detectado				Não detectado			
Cobre (mg/L)	Não detectado				Não detectado				Não detectado				Não detectado			
Manganês (mg/L)	Não detectado				Não detectado				Não detectado				Não detectado			

^aMédia±Desvio Padrão

^bLímpido com partículas em suspensão

Anexo O - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da primeira coleta durante o Inverno nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

Parâmetros	Dados das análises							
	Reservatório Palmital				Reservatório Glória			
	1	2	3	Média±DP	1	2	3	Média±DP
Aspecto	LCPS ^b				LCPS			
Odor e Gosto	Não objetável				Não objetável			
Cor Aparente (uH)	5 - 10				5 - 10			
pH	6,29				7,23			
Turbidez (UNT)	0,36				1,30			
Condutividade (µS/cm)	26,9				25,9			
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	13,54				12,98			
Matéria Orgânica (mg/L)	1,85	1,90	1,90	1,88±0,03	2,05	2,10	2,10	2,08±0,03
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	12,76	12,76	12,76	12,76±0,00	11,97	11,97	11,97	11,97±0,00
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0				0			
Dureza (mgCaCO ₃ /L)	4,49	4,49	4,49	4,49±0,00	3,49	3,49	3,49	3,49±0,00
Cloretos (mg/L)	5,51	4,94	5,23	5,23±0,29	5,89	5,70	5,80	5,80±0,10
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002				<0,002			
Sulfato (mg/L)	<1,0				<1,0			
Ferro (mg/L)	<0,3				<0,3			
Zinco (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Cádmio (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Cobre (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Manganês (mg/L)	Não detectado				Não detectado			

^aMédia±Desvio Padrão

^bLímpido com partículas em suspensão

Anexo P - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da segunda coleta durante o Inverno nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

Parâmetros	Dados das análises															
	Captação Palmital				Captação Glória				Reservatório Palmital				Reservatório Glória			
	1	2	3	Média±DP ^a	1	2	3	Média±DP	1	2	3	Média±DP	1	2	3	Média±DP
Aspecto	LCPS ^b				LCPS				LCPS				LCPS			
Odor e Gosto	Não objetável				Não objetável				Não objetável				Não objetável			
Cor Aparente (uH)	5 - 10				5 - 10				5 - 10				5 - 10			
pH	7,11				7,22				6,27				7,23			
Turbidez (UNT)	0,30				1,11				0,28				1,04			
Condutividade (µS/cm)	26,0				29,4				30,8				30,0			
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	13,08				14,85				15,42				15,04			
Matéria Orgânica (mg/L)	2,24	2,34	2,29	2,29±0,05	1,66	1,56	1,61	1,61±0,05	1,37	1,37	1,37	1,37±0,00	1,85	1,95	1,90	1,90±0,05
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	8,51	8,35	8,51	8,46±0,09	10,87	11,03	11,03	10,98±0,09	11,50	11,60	11,50	11,53±0,06	11,03	11,03	11,03	11,03±0,00
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0				0				0				0			
Dureza (mgCaCO ₃ /L)	3,49	3,74	3,99	3,74±0,25	3,49	3,49	3,49	3,49±0,00	4,99	4,99	4,99	4,99±0,00	3,49	3,49	3,49	3,49±0,00
Cloretos (mg/L)	5,32	4,94	5,13	5,13±0,19	5,51	5,32	5,42	5,42±0,10	5,32	5,13	5,23	5,23±0,10	5,32	5,51	5,42	5,42±0,10
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002				<0,002				<0,002				<0,002			
Sulfato (mg/L)	<1,0				<1,0				<1,0				<1,0			
Ferro (mg/L)	<0,3				<0,3				<0,3				<0,3			
Zinco (mg/L)	Não detectado				Não detectado				Não detectado				Não detectado			
Cádmio (mg/L)	Não detectado				Não detectado				Não detectado				Não detectado			
Cobre (mg/L)	Não detectado				Não detectado				Não detectado				Não detectado			
Manganês (mg/L)	Não detectado				Não detectado				Não detectado				Não detectado			

^aMédia±Desvio Padrão

^bLímpido com partículas em suspensão

Anexo Q - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da terceira coleta durante o Inverno nas captações da Glória (CG) e do Palmital (CP), nos reservatórios da Glória (RG) e do Palmital (RP).

Parâmetros	Dados das análises							
	Reservatório Palmital				Reservatório Glória			
	1	2	3	Média±DP	1	2	3	Média±DP
Aspecto	LCPS ^b				LCPS			
Odor e Gosto	Não objetável				Não objetável			
Cor Aparente (uH)	5 - 10				5 - 10			
pH	6,04				7,46			
Turbidez (UNT)	0,46				1,47			
Condutividade (µS/cm)	27,3				27,0			
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	13,79				13,66			
Matéria Orgânica (mg/L)	1,95	1,90	1,80	1,88±0,08	1,80	2,30	2,45	2,18±0,34
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	14,33	14,49	14,33	14,38±0,09	14,02	13,86	13,86	13,91±0,09
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0				0			
Dureza (mgCaCO ₃ /L)	5,51	5,51	5,51	5,51±0,00	5,90	5,71	5,90	5,84±0,11
Cloretos (mg/L)	6,09	5,71	5,71	5,84±0,22	5,90	5,71	5,90	5,84±0,11
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002				<0,002			
Sulfato (mg/L)	<1,0				<1,0			
Ferro (mg/L)	<0,3				<0,3			
Zinco (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Cádmio (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Cobre (mg/L)	Não detectado				Não detectado			
Manganês (mg/L)	Não detectado				Não detectado			

^aMédia±Desvio Padrão

^bLímpido com partículas em suspensão

Anexo R - Parâmetros físico-químicos nas três repetições da segunda coleta durante o Inverno na captação secundária do Palmital.

Parâmetros	Captação Secundária Palmital			
	1	2	3	Média±DP ^a
Aspecto	LCPS ^b			
Odor e Gosto	Não objetável			
Cor Aparente (uH)	5 - 10			
pH	6,05			
Turbidez (UNT)	0,24			
Cloretos (mg/L)	4,56	4,75	4,66	4,66±0,10
Dureza (mg/L)	8,98	8,98	8,98	8,98±0,0
Sulfato (mg/L)	<1,0			
Matéria Orgânica (mg/L)	1,17	1,07	1,12	1,12±0,05
Condutividade (µS/cm)	33,0			
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	16,5			
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L)	15,60	15,75	15,60	15,65±0,09
Alcalinidade de Hidróxidos e Carbonatos (mg/L)	0			
Nitrito-como N (mg/L)	<0,002			
Ferro (mg/L)	<0,30			
Zinco (mg/L)	Não detectado			
Cádmio (mg/L)	Não detectado			
Cobre (mg/L)	Não detectado			
Manganês (mg/L)	Não detectado			

^aMédia±Desvio Padrão

^bLímpido com partículas em suspensão

Anexo S: Portaria nº 518/04 - MS

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

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 β -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 β galactosidase e β

glucoronidase, 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, ± 0,5°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 ⁽¹⁾
Água para consumo humano ⁽²⁾	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	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 ⁽³⁾	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 (recoleta).

§ 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 recoleta, 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 recoleta, 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 ⁽¹⁾
Desinfecção (água subterrânea)	1,0 UT ⁽²⁾ em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	1,0 UT ⁽²⁾
Filtração lenta	2,0 UT ⁽²⁾ 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 ⁽¹⁾
INORGÂNICAS		
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
Chumbo	mg/L	0,01
Cobre	mg/L	2
Cromo	mg/L	0,05
Fluoreto ⁽²⁾	mg/L	1,5
Mercúrio	mg/L	0,001
Nitrato (como N)	mg/L	10
Nitrito (como N)	mg/L	1

Continuação Tabela 3

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 ⁽³⁾	µg/L	1,0
DESINFETANTES E PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA DESINFECÇÃO		
Bromato	mg/L	0,025
Clorito	mg/L	0,2
Cloro livre ⁽⁴⁾	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 ⁽¹⁾
Radioatividade alfa global	Bq/L	0,1 ⁽²⁾
Radioatividade beta global	Bq/L	1,0 ⁽²⁾

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 ⁽¹⁾
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH ₃)	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	uH ⁽²⁾	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 ⁽³⁾
Gosto	-	Não objetável ⁽³⁾
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 ⁽⁴⁾	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3

NOTAS:

(1) Valor máximo permitido.

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

(3) critério de referência

(4) Unidade de turbidez.

§ 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.

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 ⁽¹⁾	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 ⁽²⁾	4 ⁽²⁾	4 ⁽²⁾
	Subterrâneo	-	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾
Demais parâmetros ⁽³⁾	Superficial ou Subterrâneo	1	1 ⁽⁴⁾	1 ⁽⁴⁾	1 ⁽⁴⁾

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 (RESERVATÓRIOS E REDE)		
			População abastecida		
			< 50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Cor Turbidez pH Fluoreto	Superficial	A cada 2 horas	Mensal	Mensal	Mensal
	Subterrâneo	Diária			
CRL ⁽¹⁾	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 ⁽²⁾	Superficial ou Subterrâneo	Semestral	Semestral ⁽³⁾	Semestral ⁽³⁾	Semestral ⁽³⁾

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 freqüência 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 MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (para água canalizada)	NÚMERO DE AMOSTRAS RETIRADAS NO PONTO DE CONSUMO ⁽¹⁾ (para cada 500 hab.)	FREQÜÊNCIA DE AMOSTRAGEM
Cor, turbidez, pH e coliformes totais ⁽²⁾	Superficial	1	1	Semanal
	Subterrâneo	1	1	Mensal
CRL ⁽²⁾⁽³⁾	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 freqüência 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 (2mm³/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 1mm³/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 2mm³/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.

Revoga: Portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000

Anexo T: Resolução nº 357/05 - CONAMA

RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005

Publicada no DOU no 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, páginas 58-63

Correlações:

- Revoga a Resolução nº 20/86
- Alterada pela Resolução nº 370/06 (prorroga o prazo previsto no art. 44)

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-CONAMA**, 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 lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;
- V - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;
- VI - aqüicultura: 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 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 a 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 β -galactosidase⁶³. Podem crescer em meios contendo agentes tensoativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° - 45°C⁶⁴, com produção de ácido, gás e aldeído. 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;¹
- 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;

63 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

64 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

65 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44

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 β -glicuronidase⁶⁵. 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 desporto;

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 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 desenvolvam 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 aqüicultura 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 desenvolvam 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 tornarem-se necessários em decorrência da atuação de empreendedores identificados, as despesas da investigação correrão as 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 exigíveis.

§ 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 O₂;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;

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 DOCES	
Padrões	
PARÂMETRO	Valor máximo
Clorofila <i>a</i>	10
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm ³ /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
Berílio 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
Cloro 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
Mercúrio 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 ⁶⁶ 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 ₄
Sulfeto (H ₂ 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
Acrilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L

Continuação Tabela I

Benzo(b)fl uoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fl uoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	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
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/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 pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan ($\alpha + \beta +$ sulfato) ⁶⁷	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C6H5OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L
Lindano (γ -HCH) ⁶⁸	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
Tetracloroeto 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
Tributilestanho	0,063 µg/L TBT
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
Trifl uralina	0,2 µg/L
Xileno	300 µg/L

66 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

67 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

68 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

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 DOCES	
PADRÕES para CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo	
Parâmetro inorgânicos	Valor máximo
Arsênio total	0,14 µg/L As
Parâmetro orgânicos	Valor máximo
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
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 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
Tetracloroeto de carbono	1,6 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
Toxafeno	0,00028 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 O₂;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂;

VII - clorofila *a*: até 30 µg/L⁶⁹;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³/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 5mm³/L;
- i) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O₂;
- j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂;
- l) turbidez até 100 UNT;
- m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,
- n) pH: 6,0 a 9,0.
- II - Padrões de qualidade de água:²

TABELA III - CLASSE 3 - ÁGUAS DOÇES	
PADRÕES para CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo	
Parâmetros	Valor máximo
Clorofila <i>a</i>	60 µg/L
Densidade de cianobactérias	100.000 cel/mL ou 10 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
Parâmetros inorgânicos	
Valor máximo	
Alumínio dissolvido	0,2 mg/L Al
Arsênio 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
Cloreto 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 lântico)	0,05 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0,075 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,15 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li

Manganês total	0,5 mg/L Mn
Mercúrio total	0,002 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	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5 ⁷⁰ 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 ₄
Sulfeto (como H ₂ S não dissociado)	0,3 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	5 mg/L Zn
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzo(a)pireno	0,7 µg/L
Carbaril	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-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	30 µg/L
Dodecacloro Pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α+ β + sulfato) ⁷⁰	0,22 µg/L
Endrin	0,2 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,01 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	280 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,03 µg/L
Lindano (γ-HCH) ⁷¹	71 2,0 µg/L
Malation	100,0 µg/L
Metoxicloro	20,0 µg/L
Paration	35,0 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol 0,009 mg/L	
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,003 mg/L
Tetracloroetano	0,01 mg/L
Toxafeno	0,21 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	2,0 µg/L TBT
Tricloroetano	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L

70 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

71 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

- 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 C₆H₅OH;
 - VI - OD, superior a 2,0 mg/L O₂ em qualquer amostra; e,
 - VII - pH: 6,0 a 9,0.

Seção III Das Águas Salinas

Art. 18. As águas salinas 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 virtualmente ausentes;
 - c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
 - d) substâncias que produzem 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 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 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 O₂; 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:

TABELA IV - CLASSE 1 - ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES	
Parâmetros	Valor máximo
Alumínio dissolvido	1,5 mg/L Al
Arsênio 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
Mercúrio 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)	0,031 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Tálio total	0,1 mg/L Tl
Urânio Total	0,5 mg/L U
Zinco total	0,09 mg/L Zn
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Aldrin + Dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	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
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan ($\alpha + \beta$ + sulfato) ⁷²	0,01 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Etilbenzeno	25 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	60 µg/L C ₆ H ₅ OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (γ -HCH) ⁷³	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,2 mg/L 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
Tributilestanho	0,01 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80 µg/L
Tricloroeteno	30,0 µg/L

72 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

73 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

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 1 - ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES para CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo	
Parâmetros	Valor máximo
Arsênio total	0,14 µg/L As
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
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)fl uoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fl uoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(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	0,000039 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
Tetracloroetano	3,3 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

73 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

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 O₂.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA VI - CLASSE 2 - ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES	
Parâmetros	Valor máximo
Arsênio 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
Mercúrio 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
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 (γ -HCH) ⁷⁴	0,16 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

74 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

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 O₂; e

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 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) carbono orgânico total: até 3 mg/L, como C;
- c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/ L O₂;
- 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 desenvolvam 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 IV - CLASSE 2 - ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES	
Parâmetros	Valor máximo
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro	0,5 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
Mercúrio 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)	0,062 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (como H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Zinco total	0,09 mg/L Zn

Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Aldrin + dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	10,0 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
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Endossulfan ($\alpha + \beta + \text{sulfato}$) ⁷⁵	0,01 µg/L
Etilbenzeno	25,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (γ -HCH) ⁷⁶	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	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
Tributilestanho	0,010 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80,0 µg/L

75 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

76 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

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 1 - ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES para CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo	
Parâmetros	Valor máximo
Arsênio total	0,14 µg/L As
Parâmetros orgânicos	
Valor máximo	
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
Dibenzo(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	0,000039 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
Tetracloroetano	3,3 µg/L
Tricloroetano	30 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

75 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

76 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

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 O₂; 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	Valor máximo
Arsênio total	0,069 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
Mercúrio 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 (γ -HCH) ⁷⁷	0,160 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

77 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

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 O₂;

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 obedeçam 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 águas 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 de água, 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 obedeçam as 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 inorgânico	Valor máximo
Arsênio total	0,5 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	0,5 mg/L Cr
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe ⁷⁸
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Merúrio 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-aminoantipirina)	0,5 mg/L C6H5OH
Tetracloroeto de Carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L

78 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

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 conseqüências:

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.

§ 4o As metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, deverão ser atingidas em regime de vazão de referência, excetuados 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, complementarará, 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 conterà, 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 20, de 18 de junho de 1986.

MARINA SILVA Presidente do Conselho

Este texto não substitui o publicado no DOU, de 18 de março de 2005.