



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE CAMPOS**

Universidade da Tecnologia e do Trabalho



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**MODALIDADE PROFISSIONAL**

**ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA  
COMUNIDADES RURAIS**

**WILLIANS SALLES CORDEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES / RJ  
2008**

**WILLIANS SALLES CORDEIRO**

**ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA COMUNIDADES RURAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental na área de concentração Promoção da Sustentabilidade Regional.

Orientador: Professor Dr. Sc. Vicente de Paulo Santos de Oliveira. (Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Viçosa)

**CAMPOS DOS GOYTACAZES / RJ  
2008**

Dissertação intitulada “Alternativas de Tratamento de Água para Comunidades Rurais”, elaborada por Willians Salles Cordeiro e apresentada publicamente perante a Banca Examinadora, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, na área de concentração Promoção da Sustentabilidade Regional, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos.

Aprovada em 28 de outubro de 2008, no Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos (CEFET Campos).

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Sc. Vicente de Paulo Santos de Oliveira (Engenharia Agrícola/Universidade Federal de Viçosa) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos – Orientador

---

Prof. Dr. Sc. Elias Fernandes de Sousa (Produção Vegetal/UENF) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

---

Profª. Dra. Sc. Elza Maria Senra de Oliveira (Engenharia e Ciência dos Materiais/Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos

Aos meus pais e à minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Vicente de Paulo, pelo constante incentivo e apoio durante todo o trabalho.

Aos professores do Mestrado em Engenharia Ambiental pelas experiências e conhecimentos trocados.

À Purac Sínteses pelo apoio à minha disponibilidade durante a realização deste mestrado.

Ao Mário pela amizade e companheirismo durante a montagem das unidades de tratamento de água.

A toda minha turma de mestrado pelos momentos de convivência e, em especial, aos meus amigos Alessandro, Marcelo, Amaro e Ronaldo pelos momentos de apoio e incentivo durante a realização das disciplinas.

Aos meus pais e toda minha família pelo apoio e compreensão nos momentos de dedicação ao mestrado.

À Letícia, Marina e Sarita pela compreensão e amor dedicados durante todo este percurso.

## RESUMO

O município de Campos dos Goytacazes, localizado na região Norte do estado do Rio de Janeiro, é uma região privilegiada, como todo o país, com relação à distribuição natural de água. Porém, pela sua vasta extensão territorial e crescimento desordenado, algumas de suas localidades não contam com distribuição de água encanada pela rede de abastecimento, além da ausência de tratamento de efluentes domésticos, o que estimula o uso de fossas sépticas. Nesta dissertação, foca-se a análise da água consumida pela população de Campo Novo e Venda Nova, em Campos dos Goytacazes - RJ. Observam-se as irregularidades sobre os locais em que os poços foram perfurados, assim como a grande ocorrência de doenças de veiculação hídrica entre seus habitantes. Diante desse cenário, são propostas alternativas de tratamento de água pelo desenvolvimento de uma estação de tratamento de água, preconizando baixo custo e viabilizando a distribuição de água de qualidade para essas comunidades rurais.

**Palavras-chave:** águas superficiais e subterrâneas; saneamento básico; estação de tratamento de água.

## ABSTRACT

Campos dos Goytacazes city, located in the region North of the state of Rio de Janeiro, is a privileged region, as all the country, with regard to the natural water distribution. However, for its vast territorial extension and disordered growth, some of its localities do not count on water distribution for the supplying net, beyond the lack of basic sanitation, which stimulates the use of septic basins. In this dissertation, we focus on the analysis of the water consumed for the population of Campo Novo and Venda Nova. We observed the irregularities on the places where its wells had been perforated, as well as the great occurrence of waterborne diseases propagation among its inhabitants. Ahead of this scene, we considered alternatives of water treatment for these communities for the development of a station of water treatment, considering low cost and making possible the water distribution of quality for agricultural communities.

**Key words:** superficial and underground waters; basic sanitation; station of water treatment.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURA 1

Disponibilidade de água na natureza .....17

### FIGURA 2

Hidrografia de Campos dos Goytacazes .....21

### FIGURA 3

Localização de Campos dos Goytacazes – RJ .....22

### FIGURA 4

Domicílios segundo o tipo de instalação sanitária .....29

### FIGURA 5

Características das principais doenças de veiculação hídrica .....33

### FIGURA 6

Relação entre a cobertura por rede de distribuição de água e a mortalidade infantil em alguns países da América .....34

### FIGURA 7

Principais tecnologias de tratamento de água para consumo humano .....45

### FIGURA 8

Varição mensal da cor da água bruta do rio Paraíba do Sul para os meses de janeiro a julho de 2008 .....53

### FIGURA 9

Varição mensal da turbidez da água bruta do rio Paraíba do Sul para os meses de janeiro a julho de 2008 .....54

**FIGURA 10**

Variação mensal de pH na água bruta do rio Paraíba do Sul para os meses de janeiro a julho de 2008 .....55

**FIGURA 11**

Representação das principais etapas do processo da ETA<sub>sup</sub> .....56

**FIGURA 12**

Misturador estático .....57

**FIGURA 13**

Floculador e decantador .....58

**FIGURA 14**

Tanques de água decantada e água fora de especificação .....59

**FIGURA 15**

Quantidade de amostras que tiveram resultados fora do padrão para o parâmetro de Coliformes Totais .....63

**FIGURA 16**

Quantidade de amostras que tiveram resultados fora do padrão para o parâmetro de Coliformes Termotolerantes .....63

**FIGURA 17**

Quantidade de amostras que tiveram resultados fora do padrão para o parâmetro Ph .....63

**FIGURA 18**

Quantidade de amostras que tiveram resultados fora do padrão para o parâmetro Turbidez ..64

**FIGURA 19**

Variação da contaminação por coliformes totais nos períodos chuvosos e secos .....64

**FIGURA 20**

Variação da contaminação por coliformes termotolerantes nos períodos chuvosos e secos ...65

**FIGURA 21**

Percentual de ocorrência de doenças de veiculação hídrica na região de Campos dos Goytacazes.....66

**FIGURA 22**

Representação das principais etapas do processo da ETA<sub>sub</sub> .....73

**FIGURA 23**

Estação de tratamento de água subterrânea .....73

## LISTA DE TABELAS

### **TABELA 1**

Classificação das águas naturais para abastecimento público e suas linhas de tratamento mínimo .....43

### **TABELA 2**

Quantidade de amostras, por ano, com resultados fora dos parâmetros exigidos pela Portaria 518 do Ministério da Saúde .....62

### **TABELA 3**

Resultados analíticos das amostras coletadas nos poços freáticos dos distritos de Campo Novo e Venda Nova .....68

### **TABELA 4**

Resultados dos questionários aplicados na população dos distritos de Campo Novo e Venda Nova .....70

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCZ: Centro de Controle de Zoonozes

CONAMA: Conselho Nacional de Meio Ambiente

DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio

ETA: Estação de Tratamento de Água

ETA<sub>sub</sub>: Estação de Tratamento de Água Subterrânea

ETA<sub>sup</sub>: Estação de Tratamento de Água Superficial

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IESS: Instituto de Estudos de Saúde Suplementar

NMP: Número Máximo Permitido

OMS: Organização Mundial de Saúde

ONU: Organização das Nações Unidas

pH: Potencial Hidrogeniônico

PNSB: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico

SUS: Sistema Único de Saúde

UNICEF: Fundo das Nações Unidas para a Infância

UPEA: Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental

UT: Unidade de turbidez

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	17
2.1. Água Superficial e Subterrânea .....	17
2.2. Campos dos Goytacazes – Estado do Rio de Janeiro .....	21
2.2.1. Água Subterrânea em Campos dos Goytacazes .....	24
2.3. Doenças de Veiculação Hídrica .....	29
2.4. Características da Água .....	36
2.4.1. Características Biológicas .....	36
2.4.2. Características Físicas e Organolépticas .....	37
2.4.3. Características Químicas .....	38
2.5. Principais Usos da Água .....	40
2.6. Classificação das Águas .....	40
2.7. Tecnologias de Tratamento de Água .....	42
2.7.1. Características da Água Bruta .....	42
2.7.2. Custos de Implantação, Operação e Manutenção .....	44
2.7.3. Tecnologias de Tratamento .....	44
2.7.4. Tratamento em Ciclo Completo .....	46
2.7.4.1. Etapas do Processo de Tratamento de Água .....	46
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	50
3.1. Água Subterrânea do Lençol Freático .....	50
3.2. Água Superficial Proveniente do Rio Paraíba do Sul .....	51
3.3. Custo de Instalação .....	52
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	53
4.1. Água Superficial .....	53
4.1.1. Etapas do Processo da Estação de Tratamento de Água Superficial .....	57
4.1.2. Controles Operacionais .....	59
4.1.3. Custos da Estação .....	61
4.2. Água Subterrânea .....	62

4.2.1. Conseqüências do Uso de Água Contaminada .....	65
4.2.2. Resultados das Análises .....	69
4.2.3. Resultados do Questionário .....	69
4.2.4. Etapas do Processo da Estação de Tratamento de Água Superficial .....	74
4.2.5. Controles operacionais .....	75
4.2.6. Performance .....	76
4.2.7. Custos da Estação .....	76
<b>5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....</b>	<b>78</b>
<b>6. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>80</b>
<b>7. ANEXOS</b>	
Anexo A .....	86
Anexo B .....	87
Anexo C .....	93

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com cenário ambiental atual, vê-se diante de muitos impasses que têm feito do nosso planeta um lugar cada vez mais inóspito para que seus habitantes vivam com qualidade. Entre os temas que assolam a crise do meio ambiente na contemporaneidade, a água tem suscitado várias questões, tanto com relação a seu mau uso – desperdício – quanto com a sua poluição. Em ambas, preocupa-se com a sua escassez, em especial, no que diz respeito à água indicada para consumo humano.

Tais questões, no entanto, não se restringem apenas a esses fatores. O Brasil, país que contém ricas reservas hidrográficas, ainda convive com falhas em seu sistema de saneamento básico e, muitas pessoas, apesar de ainda contarem com essa abundância, não consomem água tratada dentro dos padrões específicos para o uso humano.

Em geral, as áreas mais afastadas dos centros urbanos são as que menos contam com rede de água e esgoto, mas nada impede que poços sejam abertos aleatoriamente, em qualquer ponto, e que essa água seja utilizada das mais diversas maneiras.

Aborda-se, neste estudo, a utilização da água por duas comunidades de Campos dos Goytacazes, região norte do estado do Rio de Janeiro: Campo Novo e Venda Nova. Para a análise da situação desses lugares, parte-se do contexto geral da situação mundial da água na atualidade, passa-se pela América Latina, Brasil e, enfim, chega-se às regiões específicas.

Tomando-se por base a hipótese que as áreas estudadas têm elevado número de casos de doenças de veiculação hídrica, assim como a não preocupação da população com relação ao local para a abertura de poços e, baseados no fato que tais regiões não contam com saneamento básico, esta dissertação tem, portanto, como objetivo geral, a proposição de alternativas de tratamento de água para a população de Campo Novo e Venda Nova.

Se, em centros urbanos, existem vários agentes poluidores do solo e da água (postos de combustíveis, cemitérios, lixo), a área rural da região de Campos dos Goytacazes conta com outros aspectos que contribuem para a contaminação de seus mananciais superficiais e subterrâneos (monocultura, saneamento *in situ*, drenagem).

Nesta dissertação, aborda-se como esses agentes poluidores (entre outros, como acidentes que comprometeram a água do principal manancial da região – o rio Paraíba do Sul) afetam os mananciais hídricos, prejudicando a saúde do ser humano.

Em pesquisa de campo, Campo Novo e Venda Nova tornaram-se nosso objeto de estudo pela proximidade à Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental (UPEA) do

CEFET-Campos, além dos problemas previamente apresentados. Avalia-se, então, a real necessidade de maior atenção para a água consumida nesses locais.

Com base nos dados reunidos durante a pesquisa, construíram-se duas estações de tratamento de água na UPEA, uma voltada para o tratamento de água superficial e, outra para a subterrânea.

As estações são uma sugestão para o tratamento de água para a população de Campo Novo e Venda Nova, mas também podem ser utilizadas em outras regiões com carências semelhantes.

No capítulo 2, Revisão Bibliográfica, um panorama geral sobre água superficial e subterrânea – disponibilidade na natureza, seus principais usos e degradação – tornam-se bases para a contextualização das regiões em foco. Para isso, é imprescindível uma análise minuciosa de Campos dos Goytacazes – RJ, município do qual essas comunidades fazem parte.

Foi necessário o levantamento dos principais agentes poluidores das águas superficial e subterrânea, assim como os problemas gerados pela falta de saneamento básico nesta cidade e em seu entorno. A grande ocorrência de doenças de veiculação hídrica na região é um fator a ser considerado.

Dessas acepções, podem-se ressaltar, como objetivos desta dissertação:

Avaliar a qualidade da água subterrânea das comunidades rurais Campo Novo e Venda Nova, de Campos dos Goytacazes – RJ, no período entre os dias 15, 16 e 17 de julho de 2008.

Construir instalações-piloto para tratamento de água (superficial e subterrânea) na Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental (UPEA) do CEFET-Campos para possibilitar a escolha do tipo de tecnologia a ser utilizada para que os parâmetros operacionais de projeto sejam definidos.

Apresentar soluções para o tratamento e fornecimento de água potável para estas populações, baseando-se nos dados levantados sobre as regiões específicas.

Em Material e Métodos, discorre-se sobre a maneira com que a pesquisa foi realizada, quer dizer, a aquisição dos dados, a análise do material, os parâmetros a serem seguidos no produto final e o custo da instalação.

No capítulo 4, Resultados e Discussão, gráficos e tabelas apontam, de acordo com o material recolhido, a direção que deve ser tomada para que a água receba o tratamento adequado para se encaixar nos padrões almejados pelo Ministério da Saúde.

Todas as etapas realizadas nas duas estações de tratamento de água construídas estão representadas graficamente, junto com comentários sobre cada fase.

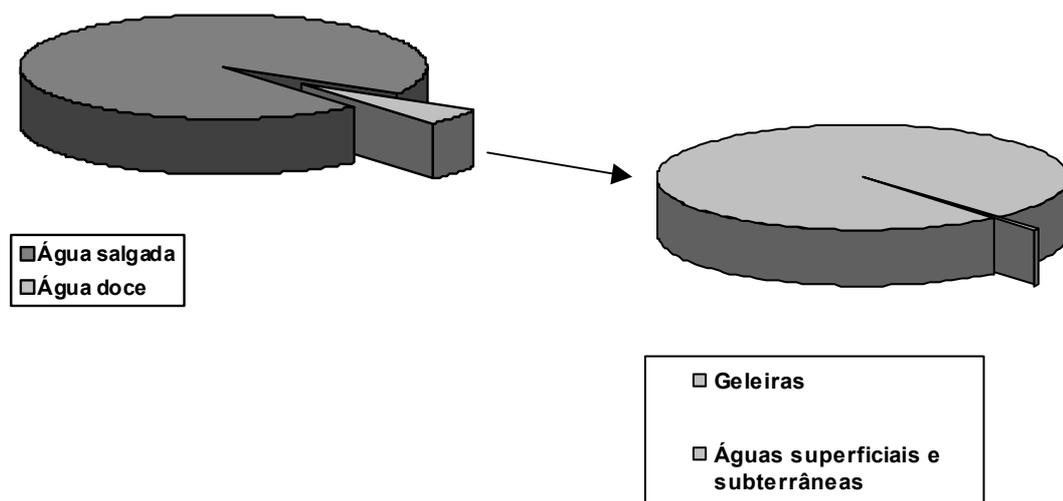
## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Água Superficial e Subterrânea

A preservação dos mananciais aquíferos tem sido um tópico recorrente na atualidade. O crescimento desordenado das cidades e das indústrias tem trazido graves conseqüências ao meio ambiente. Embora o Brasil seja um país privilegiado no que diz respeito à distribuição de mananciais de água, possuindo um quinto das reservas mundiais de água potável (DI BERNARDI & DANTAS, 2005, p. 1), a má utilização e manutenção desses recursos podem trazer prejuízos inestimáveis a todo o ecossistema.

Da água existente no planeta, 95% é salgada e 5% doce. Estes 5% dividem-se, de acordo com Di Bernardi & Dantas (2005, p. 1), do seguinte modo:

- 99,7% encontram-se em geleiras
- 0,3% constituem as águas superficiais e subterrâneas



**Figura 1- Disponibilidade de água na natureza**

Segundo o Greenpeace (REDE CERRADO, 2008), em pesquisa intitulada “O mapa da recuperação”, a América Latina é a região com mais áreas florestais intocadas no mundo,

sendo que mais da metade (55%) é brasileira. Conforme o relatório do Banco Mundial – BIRD – (REDE CERRADO, 2008), divulgado em 8 de abril de 2008, entre 2000 e 2005, o Brasil foi o país que mais realizou desmatamentos em todo o mundo. De acordo com órgão, seriam 31 mil quilômetros quadrados de floresta derrubada anualmente. Em segundo lugar, está a Indonésia, desmatando 18,7 mil km<sup>2</sup> por ano. E, em terceiro, o Sudão, com 5,9 km<sup>2</sup>.

Arelado ao desmatamento, enormes concentrações populacionais ocorrem em 21 grandes centros urbanos, cuja população excede 1 milhão. No Brasil, as maiores concentrações estão em duas áreas metropolitanas: São Paulo, 11 milhões, e Rio de Janeiro, 6 milhões (conforme contagem populacional de 2007, IBGE). A degradação dos recursos naturais nas regiões urbanas diminui o potencial produtivo para as atuais e futuras gerações, causa problemas de saúde e prejudica a fauna e a flora locais.

Embora 8% da água doce existente no mundo esteja em território brasileiro, 80% deste percentual se encontra na Amazônia, região que contém apenas 5% da população brasileira (DI BERNARDI & DANTAS, 2005, p. 1).

O aumento populacional e a industrialização intensificam a quantidade de substâncias químicas e microorganismos que podem prejudicar a saúde do ser humano. Para evitar que a água seja um vetor responsável pela propagação de doenças, é necessário o seu tratamento para o consumo humano.

Conforme relatório da Organização Mundial de Saúde e do Fundo das Nações Unidas para a Infância, agências da Organização das Nações Unidas, mais de 2,6 bilhões de pessoas – cerca de 40% da população mundial – não têm acesso a saneamento básico e mais de 1 bilhão ainda bebem água não-tratada (AMBIENTE BRASIL, [entre 2000 e 2007]).

Apesar de muitas pessoas usarem água de poço para suprirem suas necessidades devido à falta de confiança no tratamento das águas fluviais ou pela carência de distribuição, algumas regiões mais populosas que tratam águas superficiais contam com poços para complementar a demanda. Com 100 m de profundidade em média, eles suportam praticamente todas as exigências domésticas e de pequenas indústrias. São Paulo possui, pelo menos, 5000 poços, a maioria com 150 mm de diâmetro e 100 m de profundidade, para esse fim (REBOUÇAS, 1999).

Infelizmente, embora os mananciais subterrâneos sejam imprescindíveis para a saúde e economia da América do Sul, pouca atenção é dada a esse recurso tão valioso. A poluição desses aquíferos pode ocorrer de variadas formas e a prevenção deveria ser amplamente trabalhada, visto que o custo para o tratamento da água contaminada é relativamente alto.

Não são apenas as grandes metrópoles que fazem uso constante dessa fonte de água. As cidades que crescem sem planejamento e com precária distribuição de água fazem com que os habitantes busquem alternativas ao abastecimento. Isso aumenta a perfuração de poços freáticos que acabam sendo feitos em regiões cuja água pode não estar em condições para o consumo humano, como se pode ver no município de Campos dos Goytacazes – RJ..

Debates sobre as melhores maneiras de gerenciamento da água têm sido constantes em vários países, e recorrer à iniciativa privada é a tendência mundial quando se trata desse recurso cada vez mais escasso. Se, em 1980, 12 milhões de domicílios eram atendidos por concessionárias privadas no mundo, hoje, são 600 milhões. A Inglaterra, a França e o Chile foram os primeiros a contarem com a privatização. Os que defendem este sistema acreditam que esta é a única forma de gerar recursos para a exploração e gestão da água (LEAL & VICÁRIA, 2007, p. 110).

De acordo com a Revista *Época* (2007), em matéria sobre a ilusão brasileira de abundância de água, 10,7% dos domicílios do Brasil não têm água encanada e 23,3% não contam com rede de esgotos. Ainda segundo a revista, estes números acabam por evidenciar a viabilidade da privatização no Brasil, pois o Ministério das Cidades estima que seriam necessários R\$ 178 bilhões em investimentos para que os brasileiros tenham água e esgoto até 2020.

Embora estudos da Frente Nacional pelo Saneamento Ambiental (LEAL & VICÁRIA, 2007, p. 110) revelem que a privatização dos serviços acarreta preços mais altos ao consumidor, estima-se que cerca de trinta municípios brasileiros já contem com eles. No entanto, muito há que se fazer para que o serviço de abastecimento se aproxime do ideal. O governo do Amazonas licenciou para a Suez<sup>1</sup> o abastecimento de Manaus, porém 15% da população não recebe água em casa e 230 mil pessoas recebem água menos de 12 horas por dia. Mais de 90% da população não tem tratamento de esgoto e a tarifa é considerada elevada.

A água é definida como direito humano fundamental, conforme proposição da Plataforma Global de Água, documento elaborado por uma articulação de movimentos sociais do mundo inteiro (FÓRUM SOCIAL MUNDIAL, 2005), visando reagir à privatização dos serviços públicos. Outro ponto estabelecido pela plataforma é que abastecimento e saneamento devem ser serviços públicos prestados pelo Estado.

---

<sup>1</sup> Os serviços públicos de saneamento básico no mundo inteiro têm sido substituídos por quatro grandes multinacionais - com o respaldo das agências multilaterais de financiamento. São elas: Ondeo, uma filial da Suez-Lionnaise, com 125 milhões de clientes; Veolia (ex-Vivendi), com 110 milhões de clientes; Saur, com 29 milhões de clientes. A estas três companhias francesas se soma a RWE alemã e sua filial inglesa, a Thames Water.

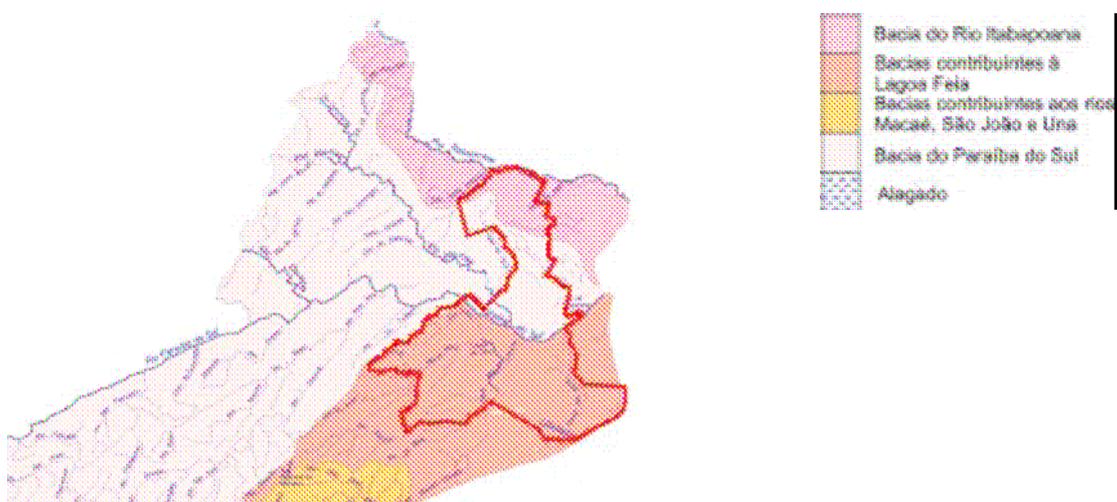
Existem, também, no país, algumas iniciativas que cuidam da gestão da água, como o Comitê de Bacias do Rio Paraíba do Sul. Para incentivar a criação de uma cultura de diminuição do consumo de água, assim como da sua reutilização, empresas instaladas numa região entre o Rio de Janeiro e São Paulo pagam para retirar água do rio e devolvê-la à rede de esgoto. Quanto mais poluída estiver a água, maior o preço (LEAL & VICÁRIA, 2007).

Com toda a riqueza hidrográfica do Brasil e, apesar do levantamento de questões em âmbito internacional sobre uma possível crise hídrica – tanto com relação à poluição dos mananciais quanto ao aquecimento global –, um significativo número de pessoas vive, em nosso país, sem acesso a água tratada e/ou mínimas condições de saneamento básico.

Em Campos dos Goytacazes, RJ, os aspectos hidrográficos são condicionados, principalmente, pelo relevo e pelo clima. As tramas das redes hidrográficas, assim como o regime dos rios com suas variações periódicas de nível, dependem do modelado local e da distribuição anual de pluviosidade (PERFIL 2005).

As Unidades Hidrográficas que caracterizam o município são (PERFIL 2005), conforme Figura 2:

- Bacia do Rio Itabapoana – ocupa uma pequena faixa drenando a porção norte de Campos. O contribuinte mais importante do Itabapoana é o Córrego Santo Eduardo;
- Bacias contribuintes à Lagoa Feia – Abrange os corpos d'água compreendidos entre a desembocadura do Paraíba do Sul (margem direita) e o divisor de águas onde nascem os afluentes do rio Macaé (margem esquerda);
- Bacia do Paraíba do Sul – compreende o trecho percorrido pelo Paraíba na baixada dos Goytacazes, indo desembocar no oceano após formar um amplo delta.



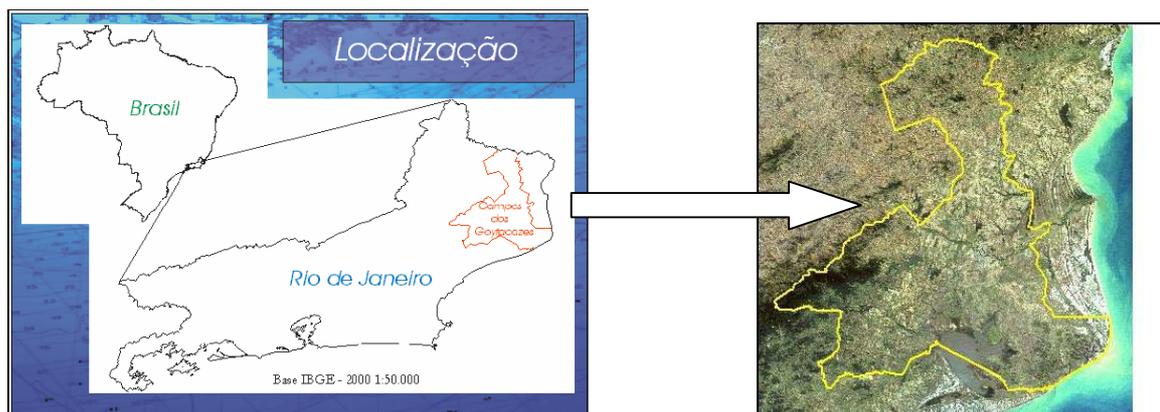
**Figura 2- Hidrografia de Campos dos Goytacazes**

Fonte: Campos dos Goytacazes – Perfil 2005

Observa-se que o município apresenta rica hidrografia tanto com relação aos recursos superficiais quanto aos subterrâneos, no entanto, mesmo com toda abundância hídrica em seu subsolo, assim como na maioria dos municípios brasileiros, a água potável não é distribuída a toda a sua população.

## 2.2. Campos dos Goytacazes – Estado do Rio de Janeiro

O município de Campos dos Goytacazes está localizado na região norte do estado do Rio de Janeiro (Figura 3), a aproximadamente 279 km da capital estadual, Rio de Janeiro. É a maior cidade do estado com uma área de 4032 km<sup>2</sup>, possuindo uma população de 426.154 habitantes (IBGE, 2007). Nessa região há um elevado índice de uso de poços freáticos devido à má distribuição de água pelos órgãos públicos, apesar de ser cortada pelo rio Paraíba do Sul.



**Figura 3 – Localização de Campos dos Goytacazes - RJ**

Fonte: CORIDOLA et al.

O crescimento desordenado do município, especialmente nas áreas mais afastadas do centro urbano, locais que não contam com rede de abastecimento, juntamente com alguns acidentes que fizeram com que a água do rio Paraíba do Sul ficasse comprometida por alguns períodos, são as causas da abertura de tantos poços na região. A falta de informação da população menos favorecida que prefere utilizar a água de poço à distribuída em prol de uma pequena economia no orçamento também é um dado que merece atenção. A rede de esgoto é igualmente precária e a utilização de fossas sanitárias é fator predominante no território (PERFIL 2005).

A região Norte Fluminense está situada no delta do Rio Paraíba do Sul e se caracteriza pela grande disponibilidade de recursos hídricos superficiais (SILVA, 1987). Abrangendo uma área de 57.000 km<sup>2</sup> (ARAÚJO, [entre 2000 e 2006]) divididos entre os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, a bacia do Paraíba do Sul é o principal manancial de águas do estado do Rio de Janeiro, fornecendo cerca de 80% do suprimento de água da região metropolitana do Grande Rio e respondendo por cerca de 20% da produção de energia elétrica.

Ao longo de seu leito, alterações significativas podem ser notadas devido a sua má utilização em prol da agropecuária, o que tem causado erosão do solo e assoreamento do rio. O esgoto de cidades de médio e grande porte, acrescido ao alto índice de efluentes industriais, principalmente na região do parque industrial de Volta Redonda, tem trazido relevantes prejuízos à fauna e à flora originais (ARAÚJO, [entre 2000 e 2006]).

Sendo o rio mais industrializado do país, uma alta carga de poluição por metais pesados se faz presente. Esse processo de desenvolvimento econômico, por meio da pecuária e da industrialização, vem comprometendo a qualidade ambiental do Paraíba do Sul, como

pode ser comprovado pela queda no nível de oxigênio em vários trechos – o normal é de 5 mg/litro, já esteve a 2 mg/litro e hoje é de 1 mg/litro (COSTA & PEDLOWSKI, [entre 2000 e 2007]).

Não obstante a essa degradação, acidentes industriais têm comprometido não só a qualidade da água, mas tudo o que emana dela, assim como os que dependem do seu uso. No acidente no município de Cataguazes (MG), em 27 de março de 2003, cerca de 1,4 milhões de metros cúbicos de dejetos químicos foram despejados no rio Pomba devido à ruptura de um reservatório. Por ser um dos maiores afluentes do rio Paraíba do Sul, essa mancha tóxica atingiu oito municípios fluminenses, com uma população estimada em 600.000 habitantes (COSTA & PEDLOWSKI, [entre 2000 e 2007]).

Três anos depois, o rio Paraíba do Sul recebe 400 mil metros cúbicos de lama provenientes de um novo rompimento de barragem (RODRIGUES, 2006). Essa lama, oriunda do tratamento da bauxita, provocou a suspensão de abastecimento e captação de água do rio Muriaé, atingindo Laje do Muriaé, Lages, Itaperuna, Italva, Cardoso Moreira e Campos.

Mesmo com laudos que comprovavam a ineficiência de suas barreiras, a mineradora Rio Pomba Cataguazes continuava suas atividades. Com as intensas chuvas do início de 2007, mais um rompimento ocorreu. O vazamento de lama de bauxita em rios da região de Mirai, na Zona da Mata mineira, e do noroeste fluminense, foi classificado como um “perigo anunciado” pelo coordenador de Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Paulo Canedo (MAZENOTTI, 2007). Segundo o professor:

É um descaso das pessoas que ali estão porque uma barragem que vai enchendo pela chuva, claro que não enche de uma hora para outra. Se tiver o mínimo de responsabilidade, você contorna o problema, vê que vai enchendo. O perigo é anunciado, os alarmes são tocados. Só se deixa ocorrer o acidente porque há uma completa falta de cuidado (MAZENOTTI, 2007).

Por essa falta de zelo, mais uma vez o abastecimento de água em Campos dos Goytacazes foi comprometido, prejudicando um grande número de pessoas, pois as empresas de captação de água fecham a captação durante a passagem da lama pelo rio, prejudicando o abastecimento na região Norte Fluminense por uns dois dias.

### 2.2.1. Água Subterrânea em Campos dos Goytacazes

No Norte Fluminense há grandes reservas de água subterrânea: são os aquíferos Barreiras, Quaternário Deltáico e Emborê (CAETANO, 2000). No entanto, vários são os aspectos que contribuem para a grande sensibilidade à contaminação dessas águas. A seguir estão as principais cargas potenciais de poluição (BARBIERI, 2004):

- **Monocultura:** O plantio de cana-de-açúcar ocorre em praticamente toda a região. A adubação química do solo para o plantio e a aplicação de herbicidas em grande quantidade, juntamente com a produção de vinhaça – líquido composto basicamente por potássio, nitrogênio e fósforo que é devolvido à plantação por meio do processo de fertirrigação – assim como o alto índice de nitrato, composto decorrente da poluição industrial, são altamente prejudiciais ao meio ambiente.;
- **Lixão:** Próximo ao rio Paraíba do Sul (Codin, em Guarús) há uma área industrial que abriga um lixão a céu aberto, cuja vida útil está chegando ao fim. A decomposição desse lixo é bastante tóxica e atinge a água. Este aterro controlado pela empresa Queiroz Galvão não possui licença ambiental de operação emitida pela Feema (MORAES, 2007);
- **Saneamento *in situ*:** A utilização de fossas sépticas e poços é muito comum, especialmente na grande área rural existente no município. A elevação do lençol freático atinge essas fossas, mantendo contato direto com essa fonte poluidora;
- **Drenagem:** 1500 km de canais de drenagem foram construídos, na baixada campista, desde os anos 40 para solucionar as enchentes provocadas pelo rio Paraíba do Sul. No entanto, eles estão completamente abandonados e se tornaram depósitos de resíduos que, em contato com a água, acabam por poluir o meio ambiente;
- **Postos de combustíveis:** Possíveis vazamentos de poços de combustíveis de tanques subterrâneos, em decorrência do enferrujamento do reservatório em contato com a água do solo, tornam-se fontes altamente poluidoras;
- **Cemitérios:** A região de campos possui 22 cemitérios, alguns dos quais são centenários. Os cemitérios do Caju e Campo da Paz são de grande porte. É muito comum o lençol freático subir e ter contato com o cadáver em decomposição. Um

cadáver que pesa aproximadamente 70 kg produz cerca de 30 kg de necrochorume. Além disso, esse mesmo cadáver produz aproximadamente 2 kg de nitrogênio, que se transforma em nitrato em contato com as substâncias do solo.

Apesar da riqueza hídrica na região de Campos dos Goytacazes, Caetano (2000), em pesquisa de dissertação de mestrado em geociências, afirma que muitas áreas não recebem água tratada encanada por falta de recursos financeiros suficientes que permitam à administração local manter um complexo de captação, tratamento e distribuição de água potável. Para o pesquisador, essa dificuldade está muito mais atrelada à cultura brasileira de captação de água superficial do que, verdadeiramente, à falta de recursos. Esse complexo – captação, tratamento e distribuição – de água proveniente de rio, por exemplo, pode custar até sete vezes mais do que o mesmo complexo se utilizada água de origem subterrânea.

Muitas cidades brasileiras utilizam água subterrânea para suprir parcial ou totalmente as suas necessidades. Campos tem um potencial bastante relevante dessas águas, no entanto, a maior parte da água doce distribuída na cidade é captada do rio Paraíba do Sul. Segundo engarrafadores e distribuidores de água mineral do Norte Fluminense (conforme pesquisa de Caetano, 2000), a desconfiança em relação à qualidade de água distribuída pela Companhia de Abastecimento local, bem como a falta de água encanada em algumas regiões e bairros, tem elevado o consumo de água mineral desse município, inclusive entre a parcela mais carente da população.

Como resultado de sua dissertação, Caetano (2000) propõe fontes alternativas seguras para o abastecimento de água potável para o município de Campos dos Goytacazes com base na quantificação do reservatório e avaliação da potencialidade de exploração dos aquíferos locais e análise de custo entre o abastecimento por meio de água superficial e de água subterrânea. Sua pesquisa também aponta a compilação de dados geológicos, hidrogeológicos, de demanda e potencialidade dos recursos hídricos do município, o que seria importante para o fornecimento de dados básicos para subsidiar a elaboração de diretrizes para a implementação de gestão de recursos hídricos dessa região.

O conhecimento de fontes alternativas para o abastecimento é imprescindível para que atitudes sejam tomadas e para que todos tenham água de qualidade a baixo custo. Todavia, em busca de soluções, poços continuam sendo perfurados aleatoriamente pela população. Essa prática comum na periferia tomou o centro da cidade, principalmente nos momentos de interrupção de distribuição pela Companhia de Abastecimento local, porém não há garantias de que todos fizeram análise da qualidade da água extraída desses poços.

Conforme os estudos de Almeida (2006), os atendimentos hospitalares em Campos poderiam ser diminuídos entre 60% e 80% se as pessoas tivessem acesso à informação de qualidade. A desconstrução de conceitos arraigados na população, como sobre o modo que a água deve ser filtrada ou fervida, seria essencial, pois esses processos resolvem parte do problema.

Santos (2004), em preocupação com a contaminação da água subterrânea nos aquíferos sedimentares Barreiras, Deltáico e Emborê, na região norte fluminense, cadastrou e mapeou as principais fontes potenciais de poluição na região. Embora o presente estudo não seja dirigido a esses aquíferos, acredita-se que os lençóis mais superficiais – os que geralmente são atingidos pela perfuração de poços freáticos – tenham algum tipo de contaminação. Santos (2004) descreve detalhadamente como tais fontes (postos de combustíveis, saneamento *in situ*, fertirrigação, adubação química, agrotóxicos, drenagem e cemitérios) contribuem para a poluição dos mananciais subterrâneos, podendo atingir os aquíferos sedimentares.

A abundância de água não é certeza de que ela não será escassa. Shubo (2004) acredita que o setor de saneamento tem a função de promover a melhoria da qualidade de vida da população utilizando os recursos naturais de maneira ambientalmente sustentável e economicamente eficiente. Em sua pesquisa, o autor demonstra a viabilidade da aplicação de tecnologias que visem utilizar menos água para conseguir ótimos resultados sem desperdícios. A consequência seria a redução dos meios hídricos e do consumo de energia, como forma de garantir a sustentabilidade do abastecimento da água potável humana.

A Portaria do Ministério da Saúde nº 518, de 25 de março de 2004 (BRASIL b, 2004) estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Considerando que toda a água destinada a esse fim deve obedecer a tal padrão, afirma-se que ela está sujeita à vigilância de sua qualidade.

Essa Portaria define, como solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano, toda modalidade de abastecimento coletivo de água, incluindo fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical distinta do abastecimento público. Já o Decreto Estadual nº 40156, de 17 de outubro de 2006 (BRASIL a), considera, como solução alternativa de abastecimento de água, não só modalidades de abastecimento coletivo, mas também as que não sejam comunitárias.

Esse Decreto complementa a Portaria nº 518 (BRASIL b, 2004) e demonstra maior preocupação com relação ao controle da qualidade da água que é consumida. Como especificado no Art. 1º:

Ficam estabelecidos os procedimentos a serem observados para a regularização do uso de água subterrânea e de água superficial nas áreas dotadas de serviços de abastecimento público, bem como, as condições para cooperação mútua entre a Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas - SERLA e os prestadores de serviço de abastecimento público.

Com isso, todos os usuários de água subterrânea de domínio estadual terão que fazer um cadastro para que tenham o direito de utilizar esse manancial.

A proibição de lançamento de poluentes (em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida) no meio ambiente está descrita na Resolução CONAMA 357 (BRASIL d, 2005) por considerar 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”.

Essa Resolução considera a necessidade de se criar um instrumento para avaliar a evolução da qualidade das águas, assim como 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. Resolve, portanto, estabelecer as condições e padrões de lançamentos de efluentes e, para isso, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais.

O saneamento básico torna-se fundamental para a preservação dos mananciais subterrâneos, do mesmo modo que medidas relacionadas às outras cargas potenciais de poluição devem ser tomadas.

Com extensão em torno de 800 km, a rede de abastecimento de água de Campos dos Goytacazes atende 66,2% da área urbana e 1,5% da área rural. Apenas 68% dos domicílios deste município são ligados à rede de abastecimento de água, de acordo com o Censo Demográfico 2000 do IBGE (PERFIL 2005, p. 91). Segundo o *Perfil 2005* (p. 91), uma das explicações possíveis para que muitos domicílios não sejam ligados a tal rede seria a grande extensão territorial do município, visto que para o atendimento dos distritos mais afastados da sua Sede seria necessário um alto investimento. Com isso, ainda é relevante o número de domicílios que não utilizam água da rede geral de abastecimento.

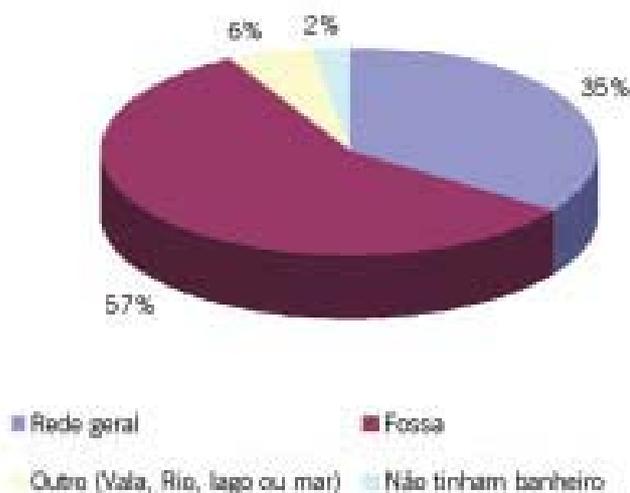
A maior parte da água tratada e distribuída de Campos dos Goytacazes é proveniente do rio Paraíba do Sul. Este manancial, porém, também recebe o esgotamento sanitário de uma

rede de 190 km de extensão (PERFIL 2005, p. 93). Até 2003, 100% desse material não recebia nenhum tipo de tratamento e era diretamente escoado no rio, em canais e lagoas do município. A partir de agosto de 2004, a primeira estação de tratamento de efluentes (ETE) de Campos, localizada no condomínio Oswaldo Gregório – antiga comunidade da Chatuba – entrou em operação. Esta unidade faz a coleta de esgoto de parte da margem direita do rio Paraíba do Sul no setor Sul da cidade.

Em setembro de 2007, foi inaugurada a ETE de Guarús, com capacidade de tratar 40 litros, por segundo, totalizando 1,2 milhão de litros. Esta estação pode ser ampliada de acordo com a necessidade e, por enquanto, trata os esgotos de 50% da população do Parque Vicente Dias, Jardim Carioca e adjacências, com níveis de eficiência de remoção de cargas poluentes em torno de 50%. A terceira ETE do município, a do Distrito Industrial de Guarus (Codin), beneficia indústrias e cerca de 20 mil moradores dos bairros no entorno. Iniciou suas atividades em junho de 2008 (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, 2008).

Contudo, apesar dos planos para o futuro – como a implantação de outras ETEs – as localidades mais afastadas continuam desligadas da rede de distribuição de água tratada e esgoto (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, 2008).

O número dos domicílios em Campos dos Goytacazes ligados à rede geral de escoamento sanitário ainda está longe do ideal. Pelos dados de 2000 (PERFIL 2005, p. 94), dos 112.037 domicílios campistas, apenas 38.812 contam com este serviço. Isso corresponde a apenas 35% dos domicílios, enquanto 57% utilizam fossas, segundo a Figura 4.



**Figura 4 – Domicílios segundo o tipo de instalação sanitária  
Município de Campos dos Goytacazes - 2000**

Fonte: Perfil 2005

### 2.3. Doenças de Veiculação Hídrica

Os registros sobre a necessidade da implantação de medidas que objetivavam a melhoria da qualidade da água remontam a 2000 a.C, quando, na antiga Grécia, Hipócrates – considerado o pai da medicina – já se preocupava com a saúde da população ressaltando a importância da definição correta dos mananciais de abastecimento, entre os séculos III e IV a.C. (DANIEL, 2001).

No final do século 19 e início do século 20, a qualidade da água passou a ser uma questão de interesse para a saúde pública. Antes, eram a aspectos estéticos e sensoriais como cor, gosto e odor que a qualidade se associava. Na Grécia antiga, técnicas como filtração, exposição ao sol e fervura eram utilizadas para melhorar a qualidade da água e, pela aparência turva que a água podia apresentar, os gregos acreditavam na existência de relações causais entre água e enfermidades (FREITAS & FREITAS, 2005).

Foi, no entanto, em meados do século 19 que os estudos da relação entre água contaminada e doenças tiveram avanço significativo. Em 1855, o epidemiologista John Snow provou que um surto de cólera em Londres estava associado a poços de abastecimento público contaminados por esgoto e, em 1880, Louis Paster demonstrou como organismos

microscópicos poderiam transmitir doenças por meio da água. Neste mesmo período ainda foi descoberto que a turbidez da água não estava somente relacionada a aspectos estéticos, mas que poderia conter organismos patogênicos e material fecal (FREITAS & FREITAS, 2005).

Atualmente, uma das maiores causas de poluição de mananciais em bacias hidrográficas brasileiras é o esgoto sanitário (IBGE, 2000). Segundo as estimativas da produção média de esgoto por habitante, da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), o volume de esgoto tratado é muito baixo em relação ao produzido pelos municípios situados na grande maioria dessas bacias. A pesquisa mostra que menos de 50% do esgoto coletado recebe tratamento.

A mineração, os resíduos agrotóxicos e os despejos industriais também são agentes poluidores que se destacam na bacia amazônica, nas sub-bacias dos rios Tocantins e Araguaia (assim como em parte das bacias costeiras do Nordeste oriental) e nas bacias costeiras do Sul e sudeste, respectivamente. Entretanto, nas bacias do Sudeste, o esgoto sanitário continua sendo a principal fonte poluidora (IBGE, 2000).

As doenças de veiculação hídrica, que respondem pelo maior número de internações do Sistema Único de Saúde (TRIGUEIRO, 2003), estão intrinsecamente ligadas à falta de saneamento e ao precário tratamento da água para o consumo humano. A hepatite A, a febre tifóide e a maioria das diarreias são enfermidades conseqüentes do consumo de água contaminada. As enchentes e o sistema de coleta e destino do lixo também são responsáveis pela transmissão de doenças – o mau armazenamento do lixo propicia a proliferação de ratos e, com as enchentes e o contato do homem com águas contaminadas pela urina do roedor, a leptospirose é facilmente propagada.

Os coliformes, bactérias que são eliminadas nas fezes (presentes no intestino humano e de animais de sangue quente), presentes nas águas dos rios comprovam a existência de matérias fecais ou esgoto. Águas ricas em matéria orgânica e efluentes industriais são ambientes propícios à multiplicação desses seres, que se reproduzem facilmente em climas tropicais. Sua presença na água tratada também pode indicar falhas no tratamento, uma possível contaminação após o tratamento ou ainda a presença de nutrientes em excesso nos reservatórios ou nas redes de distribuição, por exemplo.

Micróbios causadores de doenças são carregados por fezes de pessoas doentes. Desse modo, se a água recebe essas fezes, provavelmente será contaminada, podendo transmitir micróbios patogênicos a quem entrar em contato com ela.

Conforme relatório da Organização Mundial de Saúde e do Fundo das Nações Unidas para a Infância, agências da Organização das Nações Unidas, mais de 2,6 bilhões de pessoas –

cerca de 40% da população mundial – não têm acesso a saneamento básico e mais de 1 bilhão ainda bebem água não tratada (AMBIENTE BRASIL, [entre 2000 e 2007]).

As doenças relacionadas à água são divididas em quatro grupos, de acordo com o seu modo de transmissão: 1- o agente patogênico é ingerido junto com a água; 2- a transmissão ocorre durante as atividades de higiene pessoal; 3- pelo contato com a água contaminada; 4- algumas doenças têm parte do seu ciclo de desenvolvimento em meio aquático (CAIRNCROSS & FEACHEM, 1990).

Várias são as doenças relacionadas à água. Entre as principais, de acordo com a revista Ambiente Brasil [entre 2000 e 2007], estão:

Por ingestão de água contaminada:

- Cólera;
- Disenteria amebiana;
- Disenteria bacilar;
- Febre tifóide e paratifóide;
- Gastroenterite;
- Giardíase;
- Hepatite infecciosa;
- Leptospirose;
- Paralisia infantil;
- Salmonelose.

Por contato com água contaminada:

- Escabiose (doença parasitária cutânea conhecida como Sarna);
- Tracoma (mais freqüente nas zonas rurais);
- Verminoses, tendo a água como um estágio do ciclo;
- Esquistossomose.

Por meio de insetos que se desenvolvem na água:

- Dengue;
- Febre Amarela;
- Filariose;
- Malária;

Cólera, febre tifóide e paratifóide são as doenças mais freqüentemente ocasionadas por águas contaminadas e contaminam o organismo via cutâneo–mucosa como é o caso de via oral.

Fonte: Ambiente Brasil

Devem-se considerar, sobre a infecção de uma doença de veiculação hídrica, as diversas características apresentadas “quando cotejada à contaminação por agentes químicos, dificultando o estabelecimento de concentrações mínimas de patogênicos” (DANIEL, 2001).

Fatores como a virulência do patogênico, a dose infectante e a resistência imunológica do indivíduo são responsáveis por variações entre as infecções.

Os riscos de infecções podem ser agravados quando os agentes patogênicos têm a capacidade de se reproduzirem em alimentos e bebidas. Daniel (2001) salienta a dificuldade de se determinar o número de microorganismos viáveis capazes de produzir algum tipo de infecção em contextos como esses. Contudo, para que as doenças de veiculação hídrica prevaleçam, são significativos para a sobrevivência dos microorganismos no ambiente: a temperatura da água e a presença de partículas suspensas e coloidais. Na Figura 5, estão as principais doenças de veiculação hídrica e os respectivos agentes etiológicos, sintomas usuais e fontes de contaminação:

<b>Doença</b>	<b>Agente etiológico</b>	<b>Sintomas</b>	<b>Fontes de contaminação</b>
Febres tifóide e paratifóide	<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella paratyphi</i> A e B	Febre elevada, diarréia	Fezes humanas
Disenteria bacilar	<i>Shigella dysenteriae</i>	Diarréia	Fezes humanas
Disenteria amebiana	<i>Entamoeba histolytica</i>	Diarréia, abscessos no fígado e intestino delgado	Fezes humanas
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	Diarréia e desidratação	Fezes humanas e águas costeiras
Giardíase	<i>Giardia lamblia</i>	Diarréia, náusea, indigestão, flatulência	Fezes humanas e de animais
Hepatite A e B	Vírus da hepatite A e B	Febre, icterícia	Fezes humanas
Poliomielite*	Vírus da poliomielite	Paralisia	Fezes humanas
Criptosporidiose	<i>Cryptosporidium parvum</i> , <i>Cryptosporidium muris</i>	Diarréia, anorexia, dor intestinal, náusea, indigestão, flatulência	Fezes humanas e de animais
Gastroenterite	<i>Escherichia coli</i> , <i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Aeromonas Hydrophila</i> , Rotavírus e outros vírus entéricos	Diarréia	Fezes humanas

\* Enfermidade erradicada no Brasil.

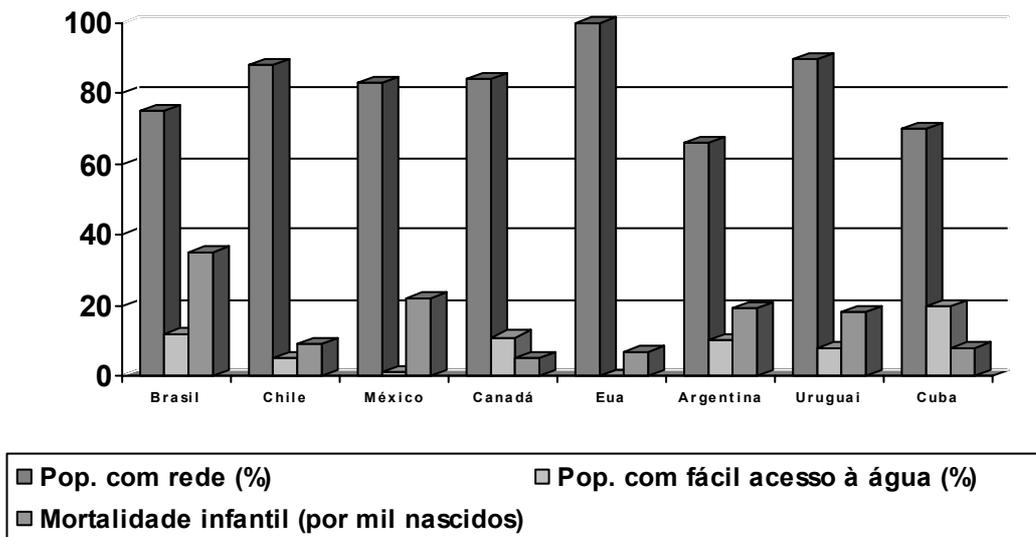
### **Figura 5 – Características das principais doenças de veiculação hídrica**

Fonte: Neves (1988), Von Sperling (1995), Cohn *et al.* (1999), *apud* Daniel (2001).

De acordo com a Figura 5, a diarréia é um sintoma predominante entre essas doenças, o que nos permite inferir que problemas de infra-estrutura sanitária nas comunidades em que tais casos são preponderantes são o motivo principal dessas disseminações. Por esse fato,

constatou-se que, em países em desenvolvimento, essas moléstias foram as maiores causas de morbidade entre as décadas de 80 e 90 (DANIEL, 2001).

A fragilidade dos sistemas públicos de saneamento é refletida na carência da rede coletora de esgotos, assim como na qualidade da água distribuída à população que conta com esses serviços. A conseqüência dessas falhas é a manutenção do índice de mortalidade infantil do Brasil entre os mais elevados do continente, conforme a Figura 6, elaborada com base nos dados de Daniel (2001).



**Figura 6 - Relação entre a cobertura por redes de distribuição de água e a mortalidade infantil em alguns países da América**

Além da mortalidade infantil ocasionada pela falta de saneamento básico e distribuição de água potável à população, nas regiões mais carentes do Brasil ainda ocorrem nascimentos e mortes sem que registros sejam feitos. Campanhas de vacinação, de incentivo ao aleitamento materno e à produção de soro caseiro – cuja eficiência está vinculada à qualidade de água de consumo – e programas de educação sanitária têm contribuído significativamente para a redução dos índices de mortalidade infantil no País desde a década de 80 (DANIEL, 2001).

A contaminação das águas pode ocorrer por várias vertentes. Uma delas, relacionada à agricultura nas diversas regiões do país, é a poluição difusa, cujo controle é mais difícil. A poluição pontual se origina de resíduos sólidos e do lançamento de despejos industriais e

urbanos; enquanto a poluição linear ocorre ao longo de estradas e vias férreas (DANIEL, 2001).

Dessas acepções, ressalta-se que pela proteção dos mananciais, assim como pela eficiência das unidades de tratamento de água, a disseminação das doenças de veiculação hídrica pode ser controlada. A proteção dos mananciais superficiais tem início na identificação dos limites territoriais das bacias hidrográficas das quais eles fazem parte, sendo também imprescindível o controle das atividades antrópicas que, porventura, podem causar algum dano às águas naturais. Um dos problemas mais frequentes, quanto à delimitação da área de proteção do manancial, são os excedentes da bacia hidrográfica para outros municípios, às vezes, até para outros estados (DANIEL, 2001).

O lançamento de esgoto sanitário em lagos, reservatórios ou cursos de água, especialmente se próximo às áreas de captação para o tratamento, constitui um grande agravante para a proliferação das doenças de veiculação hídrica. Mesmo se tratado, esse material pode acarretar problemas, pois as tecnologias de tratamento de esgoto em nível secundário não são eficientes o bastante para que os coliformes sejam inativados (DANIEL, 2001).

Se, em contato com a água, a concentração de microorganismos tende a se elevar, a Resolução Conama 357/2005 é voltada para a concentração máxima de coliformes fecais em águas de classes 2 e 3 destinadas ao abastecimento da população depois de serem tratadas convencionalmente. O limite da concentração desses microorganismos é de 1.000 e 4.000 org/100 ml, respectivamente (DANIEL, 2001).

Apesar de existirem limites para o lançamento de esgoto em cursos d'água, as estações de tratamento brasileiras afluem com águas naturais com concentrações de coliformes superiores às recomendadas pela Portaria do Ministério da Saúde nº 1469/2000 (BRASIL c, 2000). Pelo constante monitoramento das características das águas naturais, há maior possibilidade de controle da poluição dos mananciais, principalmente em países em desenvolvimento, além da implementação de padrões de potabilidade de água para consumo humano com maior eficiência.

Os mananciais subterrâneos, por suas diferentes características quando comparados aos superficiais, precisam de distintos cuidados na captação de suas águas. Estas estão mais propensas à contaminação pela grande possibilidade de migração de poluentes químicos derivados da agricultura, dos aterros sanitários e do lançamento de águas residuárias (DANIEL, 2001).

Os cuidados com a captação se iniciam na proteção da borda do poço por meio do revestimento das paredes de alvenaria ou concreto, a fim de bloquearem a passagem das águas pluviais para o seu interior e evitarem o desmoronamento das paredes. O uso de uma tampa de concreto e bombas manuais ou elétricas é necessário para que a qualidade da água seja assegurada. Junto com as precauções relativas à borda do poço, deve-se restringir a área que o circunda de algumas atividades antrópicas que podem ocasionar a contaminação microbiológica dessas águas (DANIEL, 2001).

## **2.4. Características da Água**

A água apresenta diferentes características físicas, químicas e biológicas, devido às diversas formas de contaminações a que a mesma está exposta, sejam naturais ou antrópicas.

De modo geral, praticamente não existe água pura na natureza. As substâncias que se apresentam podem estar em maior ou menor quantidade, dependendo da sua procedência e dos usos a que se destina. Alguns compostos químicos são, inclusive, indispensáveis à água ideal ao consumo humano pela grande importância fisiológica. Por outro lado, para sua utilização em atividades como a irrigação, a preservação da fauna e da flora – entre muitas outras – é imprescindível que determinados constituintes estejam presentes na água. No entanto, quando as impurezas presentes na água alcançam valores elevados, podem ser prejudiciais ao homem e ao meio ambiente (DI BERNARDO & DANTAS, 2005).

As características da água podem ser agrupadas em três categorias: físicas, químicas e biológicas

### **2.4.1. Características Biológicas**

As características biológicas das águas são determinadas por meio de exames bacteriológicos e hidrobiológicos. O hidrobiológico visa identificar e quantificar as espécies de microorganismos presente na água (plânctons). Em destaque, temos algas, protozoários, rotíferos, crustáceos, vermes e larvas de insetos (DI BERNARDO & DANTAS, 2005).

Normalmente, utilizamos os coliformes como indicadores de poluição recente de fezes e, eventualmente, de contaminação. Mas, a relação entre coliforme e organismos patogênicos pode não existir. Na verdade, quanto maior a quantidade de coliformes encontrada na água, maior a probabilidade da existência de organismos patogênicos (DI BERNARDO & DANTAS, 2005).

Algumas algas podem causar problemas operacionais nas estações de tratamento de água. Quando em excesso, podem passar pelo filtro causando odor na água tratada, além de possibilitar a formação de organoclorados (DI BERNARDO & DANTAS, 2005). Pela possibilidade de liberar toxinas na água, extremamente perigosas ao ser humano, alguns gêneros das cianofíceas podem causar sério perigo aos sistemas de abastecimento de água se as estações não estiverem preparadas para inativá-las e/ou removê-las.

#### **2.4.2. Características Físicas e Organolépticas**

Estas características não são muito relevantes do ponto de vista sanitário, mas podem ser determinantes na escolha do tipo de tratamento e na operação da estação. As principais são: cor, turbidez, sabor e odor, temperatura e condutividade elétrica (DI BERNARDO & DANTAS, 2005).

**Turbidez** – Condição física evidenciada pela presença de partículas em suspensão e em estado coloidal, que podem apresentar ampla faixa de tamanhos. A turbidez pode ser causada principalmente por areia, argila e microorganismos em geral. Logo, podemos observar que este aspecto tem forte relação com a contaminação biológica da água, ou seja, quanto maior a turbidez, maior a probabilidade de encontrarmos microorganismos na água.

**Cor Verdadeira e Cor Aparente** – Em águas naturais, a cor é proveniente da decomposição da matéria orgânica originada de plantas e animais (substâncias húmicas). Estas substâncias podem formar os trihalometanos (THM) quando a desinfecção é feita por cloro livre. A *cor verdadeira* é a que sofre interferência de partículas suspensas na água, enquanto a *cor aparente* é medida sem a remoção de partículas suspensas.

**Sabor e Odor** – Por se tratar de uma sensação subjetiva, é de difícil quantificação. Geralmente, são substâncias excretadas por algumas espécies de algas e/ou substâncias desenvolvidas – gases, fenóis, clorofenóis – ou lançadas nos cursos d'água.

**Temperatura** – É importante o conhecimento da variação de temperatura na água a ser tratada, pois ela influencia as reações de hidrólise do coagulante, a eficiência da desinfecção, a solubilidade dos gases, a sensação de sabor e odor e, em especial, o desempenho das unidades de mistura rápida, floculação, decantação e filtração.

**Condutividade elétrica** – Depende da quantidade de sais dissolvidos na água. A determinação da condutividade elétrica permite estimar, de modo rápido, a quantidade de sólidos totais dissolvidos (STD) presentes na água. Para valores altos de STD, aumenta a solubilidade dos precipitados de alumínio e de ferro, o que influi a cinética da coagulação. Também é afetada a formação e precipitação de carbonato de cálcio, favorecendo a corrosão.

### 2.4.3 – Características Químicas

As características químicas da água são de grande importância do ponto de vista sanitário, pois alguns contaminantes podem inviabilizar determinadas tecnologias de tratamento e exigir tratamentos mais específicos. Como exemplo, o metal pode ou não ser removido da estação, dependendo do estado em que se encontra: o cromo de valência 6 é mais difícil de ser removido que o de valência 3 (DI BERNARDO & DANTAS, 2005).

**Potencial Hidrogeniônico - pH** – É essencial nas etapas de coagulação, filtração, desinfecção e controle de corrosão. Nos sistemas de abastecimento, águas com valores baixos de pH tendem a ser mais corrosivas ou agressivas a certos metais e paredes de concreto, enquanto águas com valor elevado de pH tendem a formar incrustações.

**Alcalinidade e Acidez** – É um parâmetro importante na coagulação química, uma vez que os principais coagulantes (sulfato de alumínio e cloreto férrico) são doadores de prótons. A alcalinidade e a acidez de soluções aquosas baseiam-se, geralmente, no sistema do ácido carbônico. Em função do pH temos:

pH = 12,3 a 9,4: alcalinidade decorrente de hidróxicos e carbonatos

pH = 9,4 a 8,3: alcalinidade decorrente de carbonatos e bicarbonatos

pH = 8,3 a 4,4: alcalinidade decorrente somente de bicarbonatos

A acidez da água depende do valor do pH, pois é decorrente do CO<sub>2</sub> e estará presente somente para valores abaixo de 8,3 e superiores a 4,4.

**Dureza** – É geralmente definida como a soma dos cátions polivalentes presentes na água e expressa em termos de uma quantidade equivalente de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>). Os principais íons metálicos que conferem dureza são o cálcio e o magnésio. Esta característica é uma das grandes responsáveis pelas incrustações dos sistemas que utilizam água quente.

**Cloretos e Sulfatos** – Além dos bicarbonatos, sais dissolvidos como cloretos e sulfatos e outros em menor quantidade caracterizam os sólidos totais dissolvidos. Do ponto de vista sanitário, em concentrações elevadas, são prejudiciais para pessoas portadoras de moléstia cardíaca e renal.

**Ferro e Manganês** – O ferro solúvel está associado a bicarbonatos e cloretos. A presença de ferro não costuma causar problemas ao ser humano, porém, quando oxidado, traz sérios inconvenientes, com formação de precipitado, provocando manchas em sanitários e roupas e favorecendo o crescimento da bactéria *Chrenotrix*. Sua ocorrência é maior em águas subterrâneas, pois nas superficiais sofre a oxidação pelo oxigênio.

**Nitratos e Nitritos** – Os nitratos são uma das maiores fontes de íons naturais da água. Quando de origem orgânica, os compostos de nitrogênio podem indicar contaminação recente.

**Oxigênio Dissolvido** – Em razão de sua baixa solubilidade, sua concentração máxima, na água, é inferior a 9,1 mg/l a 20°C.

**Compostos Orgânicos** – Os constituintes orgânicos na água podem ter 03 origens: naturais, antrópicas e reações que ocorrem nas estações. A utilização de carvão ativado é ideal para que esses contaminantes sejam retirados da água.

## 2.5. Principais Usos da Água

Dentre a multiplicidade de usos da água, há os que necessitam da sua retirada das coleções hídricas, assim como da sua utilização no próprio ambiente aquático. O conhecimento da relação entre a destinação e a qualidade da água é essencial, pois, de acordo com a nobreza do seu uso, os critérios para a exigência da qualidade variam.

Os principais usos da água são (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR, 1998): 1- abastecimento doméstico; 2- abastecimento industrial; 3- irrigação; 4- geração de energia elétrica; 5- recreação; 6- harmonia paisagística; 7- navegação; 8- aquicultura; 9- dessedentação de animais; 10- preservação da biota aquática; 11- diluição de despejos; 12- controle de cheias; 13- melhorias climáticas.

## 2.6. Classificação das Águas

Apesar da grande evolução das tecnologias de tratamento de água, os custos e os riscos envolvidos no tratamento de águas muito contaminadas podem ser extremamente elevados. O desconhecimento da água bruta é uma das causas de falhas em projetos de estações.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) baixou a Resolução 357, de março de 2005, classificando as águas doces, salobras e salinas do Brasil. Com essa resolução, torna-se possível o conhecimento das características da água destinada ao abastecimento público, fator fundamental para a seleção apropriada das tecnologias de tratamento, para que a água esteja dentro dos padrões exigidos pela Portaria 518 (Padrão de Potabilidade em vigência no Brasil).

As águas doces (objeto do nosso estudo) são classificadas, portanto, da seguinte maneira (BRASIL d, 2005):

**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.

## **2.7. Tecnologias de Tratamento de Água**

### **2.7.1. Características da Água Bruta**

A potabilização das águas naturais para fins de abastecimento público tem como função principal tornar adequada a água bruta que chega à estação ao padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518. O tratamento de água consiste na remoção de partículas suspensas e coloidais, matéria orgânica, microorganismos e outras substâncias possivelmente prejudiciais à saúde humana, aos menores custos de implementação, operação e manutenção, gerando o menor impacto ambiental ao entorno.

Com a mesma intenção do CONAMA, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1990) elaborou uma classificação das águas naturais para abastecimento público, recomendando delas uma linha de tratamento mínimo. Conforme Tabela 1 (DI BERNARDO & DANTAS, 2005) a seguir:

**Tabela 1 – Classificação das águas naturais para abastecimento público e suas linhas de tratamento mínimo**

<b>Parâmetro/ Tipo de Água</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Descrição	Subterrâneas ou superficiais, bacias protegidas atendendo ao padrão de potabilidade quanto aos demais parâmetros	Subterrâneas ou superficiais, bacias não protegidas atendendo ao padrão de potabilidade após o tratamento sem coagulação	Superficiais, bacias não protegidas, exigindo coagulação para o atendimento do padrão de potabilidade	Superficiais, bacias não protegidas, sujeitas a fonte de poluição, exigindo processos especiais de tratamento
DBO5 média (mg/l)	<1,5	1,5 – 2,5	2,5 – 4,0	> 4,0
DBO5 máxima em qualquer amostra (mg/l)	1 – 3	3 – 4	4 – 6	> 6
Coliformes Totais média mensal em qualquer mês (NMP/100 ml)	50 – 100	100 – 5000	5000 – 20000	> 20000
Coliformes Totais máxima (NMP/100 ml)	> 100 em menos de 5% das amostras	> 5000 em menos de 20% das amostras	> 20000 em menos de 5% das amostras	X
Cloretos	< 50	50 – 250	250 – 600	> 600
pH	5 – 9	5 – 9	5 – 9	3,8 – 10,3
Fluoretos	< 1,5	1,5 – 3,0	>3,0	X

Fonte: Di Bernardo & Dantas, 2005

- Tratamento tipo A: desinfecção e correção de pH.
- Tratamento tipo B: desinfecção, correção de pH e sedimentação simples desde que o efluente se enquadre no padrão de potabilidade ou filtração – precedida ou não de decantação – para as águas afluentes à estação com Turbidez inferior a 40 uT e cor aparente a 20 uC.
- Tratamento tipo C: coagulação, seguida ou não de decantação, filtração rápida, desinfecção e correção de pH.
- Tratamento tipo D: tratamento mínimo tipo C e complementar apropriado a cada caso.

Logo, seguindo as orientações da ABNT e do CONAMA, para os casos em estudo, enquadraremos as águas nos Tratamentos tipo B (subterrânea) e C (superficiais).

### **2.7.2. Custos de Implantação, Operação e Manutenção**

Os custos de implantação constituem-se na conjunção de obras civis e dos custos do terreno, do meio filtrante e dos equipamentos, obviamente relacionados à magnitude da vazão afluente, à localização geográfica da estação em relação aos centros mais desenvolvidos. Estes custos variam de US\$ 4 a 6 mil por L/s (estação de concreto) e US\$ 2 a 3 mil por L/s (estações pré-fabricadas).

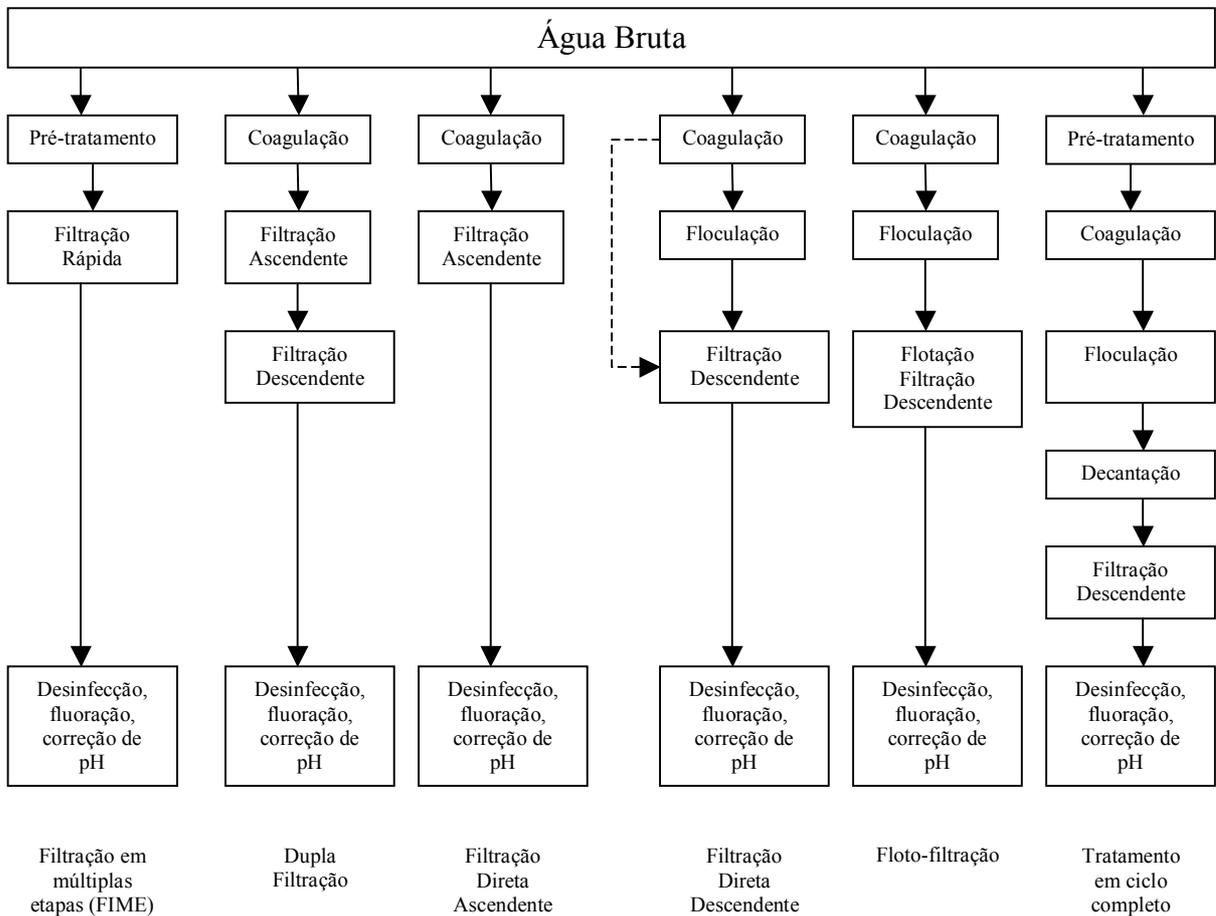
Os custos de operação e manutenção compõem-se de: energia elétrica, pessoal, manutenção dos equipamentos e produtos químicos. Estima-se que os custos da produção de água tratada no país variem entre R\$ 0,10 a 0,30 por m<sup>3</sup>.

### **2.7.3. Tecnologias de Tratamento**

Na potabilização das águas naturais, as tecnologias de tratamento apresentam, basicamente, três fases nas quais os processos e operações unitárias inserem-se: clarificação, filtração e desinfecção. Na verdade, as etapas de potabilização funcionam como sucessivas

barreiras à passagem de partículas, suspensas e dissolvidas, e microorganismos para a água tratada.

As tecnologias de tratamento de água podem ser resumidas em dois grupos: sem coagulação química e com coagulação química. Dependendo da qualidade da água bruta, ambas podem ou não ser precedidas de pré-tratamento. Na Figura 7 (DI BERNARDO & DANTAS, 2005) são apresentadas, na forma de diagrama de blocos, as principais alternativas de tratamento com e sem coagulação química, com e sem pré-tratamento. A água quimicamente coagulada pode seguir vários caminhos até chegar aos filtros, uma vez que a qualidade da água bruta deve ser o fator decisivo na escolha da tecnologia de tratamento.



**Figura 7 – Principais Tecnologias de tratamento de água para consumo humano**

Fonte: Di Bernardo & Dantas, 2005

#### **2.7.4. Tratamento em Ciclo Completo**

Também denominado tratamento convencional, a água bruta é coagulada com um sal de alumínio ou ferro. Ocorre a formação de precipitados do metal do coagulante, onde as impurezas ficam aprisionadas. Esta etapa ocorre na unidade de mistura rápida, a qual pode ser hidráulica ou mecanizada. Em seguida, a água coagulada é submetida à agitação lenta durante um período de tempo até que os flocos alcancem tamanho e massa específica suficientes para que sejam removidos por sedimentação nos decantadores ou por flotação nos flotadores (DI BERNARDO & DANTAS, 2005).

A floculação pode ser realizada em unidades mecanizadas ou hidráulicas. Dependerá da necessidade de alteração da velocidade da agitação de acordo com a qualidade da água (DI BERNARDO & DANTAS, 2005).

Os decantadores podem ser convencionais ou de alta taxa; os convencionais são grandes tanques, de escoamento horizontal ou vertical, enquanto nos de alta taxa são empregados módulos de plástico ou placas planas paralelas. A água clarificada produzida nos decantadores ou flotadores, é finalmente filtrada em unidades de escoamento descendente, contendo materiais granulares com granulometria apropriada, geralmente areia e antracito. Após a filtração a água é clorada e armazenada no tanque de distribuição (DI BERNARDO & DANTAS, 2005).

##### **2.7.4.1. Etapas do Processo de Tratamento de Água**

O processo de tratamento de água, segundo Di Bernardo & Dantas (2005), consiste em:

- **Coagulação**

É um processo de neutralização das cargas, geralmente negativas, das partículas coloidais suspensas na água, pela adição de um químico coagulante, eliminando a repulsão entre elas, favorecendo o contato de uma com as outras, que se unem formando flocos de

tamanho suficientemente grande para decantar. Pontos que devem ser observados na etapa de coagulação: a) Excesso de coagulante pode causar redispersão; b) existe um pH ótimo de coagulação; c) Quanto maior a turbidez da água bruta, mais fácil é a coagulação; d) a agitação é muito importante no processo, pois aumenta a probabilidade de colisão dos coágulos; e) a cor é proveniente da deterioração da matéria orgânica e para eliminá-la, utilizamos uma redução no pH, para tornar estas substâncias insolúveis e a adição de cloro.

- **Floculação**

É a operação na qual ocorrem aglomerações das partículas coloidais da água, a coaguladas ou desestabilizadas pela ação de neutralização das suas cargas por um coagulante de cargas contrárias. Estas aglomerações são feitas por um mecanismo de ligação das partículas, numa rede tri-dimensional proporcionando melhor remoção dos sólidos suspensos. Os fatores que influenciam na floculação são: a) energia aplicada (intensidade); b) energia aplicada (tempo); c) probabilidade de colisão; d) série de velocidades; e) adição de floculantes; f) diluição de floculantes; g) temperatura; h) características de fluxo.

- **Decantação (sedimentação)**

A sedimentação é provida de três etapas distintas de passagem dos flocos para que ocorra a decantação. Esta etapa é usada para separação do floco formado da água tratada. As etapas são: a) zona de entrada (baixa a velocidade para decantação dos flocos); b) zona de saída (por onde sai a água tratada); c) zona de lama (onde se retiram os flocos decantados).

- **Filtração**

Filtração é o quarto e último passo do processo de clarificação da água. A filtração remove os traços finais de matéria suspensa na água que foi quimicamente condicionada quer pelos processos de clarificação, quer pelos processos de precipitação da dureza. Os filtros utilizados podem ser pressurizados ou por gravidade.

- **Remoção de Ferro e Manganês**

A água que passa por camadas ferruginosas, na falta de oxigênio suficiente, dissolve sais de ferro sob forma de sais ferrosos. Quando por exemplo, retirada de um poço, essa água apresenta o inconveniente de manchar a roupa, as pias e de corroer as tubulações. O processo utilizado para a remoção do ferro depende da forma como as impurezas de ferro se apresentam. Para águas limpas que prescindem de tratamento químico, como as águas de (poços, fontes, galerias de infiltração), contendo bicarbonato ferroso dissolvido (na ausência de oxigênio), utiliza-se a simples aeração (DI BERNARDO & DANTAS, 2005).

A existência de ferro dissolvido (forma férrica), pressupõe baixo teor de oxigênio, baixas concentrações de oxigênio são suficientes para precipitar os íons ferrosos. Os compostos de manganês não se precipitam tão facilmente em presença de oxigênio. É necessário que o pH da água seja elevado a 9,5 a 10 para que o mesmo precipite. (DI BERNARDO & DANTAS, 2005).

Na região de Campos, a maioria das águas subterrâneas apresenta contaminação de ferro e manganês.

- **Tecnologias para remoção de ferro e manganês**

A oxidação e filtração são, geralmente, etapas para remoção do ferro presente nas águas naturais. A utilização de oxidantes (cloro livre, ozônio e outros) auxilia na remoção dos metais. Para remoção de manganês é necessário um pH superior a 8,0 quando é utilizado o cloro livre. Com o ozônio há indícios de que, com pH na faixa de 6,5 a 7,5, é possível formar o precipitado  $MnO_2$ , sem afetar a coagulação com sulfato de alumínio ou cloreto férrico (DI BERNARDO & DANTAS, 2005).

Geralmente, os processos utilizados para remoção de ferro são: oxidação pelo ar, cloro ou ozônio seguida por filtração; precipitação química seguida para filtração ou, ainda, troca iônica.

- **Aeração e filtração**

Este é o processo mais simples e mais indicado para o tratamento de águas alcalinas (pH de 7,0 a 8,3) que contém ferro, mas não manganês. Com a aeração, ocorre a precipitação do bicarbonato ferroso como hidróxido férrico, sendo eliminado na etapa de filtração. Reação (DI BERNARDO & DANTAS, 2005):



A aeração pode ser realizada por aeradores tipo cascata ou bandeja. Os filtros podem ser abertos ou fechados.

- **Aeração, sedimentação e filtração**

Sempre que a concentração de ferro exceder 10mg/l, este deve ser o método escolhido, pois o excesso de formação do hidróxido férrico poderá colmatar o filtro e exigir um grande número de contra lavagens (DI BERNARDO & DANTAS, 2005).

- **Aeração, alcalinização e filtração**

Em águas de pH baixo, a precipitação do ferro é lenta e a do manganês não ocorre. Para resolver este problema, faz-se uma elevação do pH. A partir deste ponto, é seguido o procedimento dos processos anteriores (DI BERNARDO & DANTAS, 2005).

- **Zeólitos naturais como meio filtrante**

Para a remoção de ferro e manganês, pode-se também utilizar um meio filtrante contendo zeólitos naturais e sintéticos ativados, desta forma, a remoção seria por oxidação e adsorção (DI BERNARDO & DANTAS, 2005).

Existem outros processos que, por seu custo, não serão abordados neste trabalho.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, dividiu-se o levantamento dos dados sobre a qualidade da água de Campos dos Goytacazes em dois pontos principais: água superficial (Rio Paraíba do Sul) e água subterrânea do lençol freático.

#### 3.1. Água Subterrânea do Lençol Freático

Baseou-se nas informações do Centro de Controle de Zoonoses (CCZ), que possui um banco de dados com análises de alguns poços freáticos abertos pela população de Campos dos Goytacazes, e em coletas de amostras e análise de água de poços utilizados pela população dos distritos de Campo Novo e Venda Nova, localidades próximas à Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental (UPEA).

O banco de dados do CCZ contém análises realizadas nos últimos 05 anos (são aproximadamente 2000 amostras) e possibilitaram o registro da qualidade da água do lençol freático da região de Campos dos Goytacazes.

Estas análises avaliam basicamente quatro aspectos:

- i) pH (potencial hidrogeniônico);
- ii) Turbidez (UT);
- iii) Coliformes Totais;
- iv) Coliformes Termotolerantes.

Na região de Campo Novo e Venda Nova, realizamos a pesquisa com um questionário sócio-ambiental (38 pesquisados) e coleta de 15 amostras de água de poços freáticos residenciais representativos, utilizados pela população do local.

Esta pesquisa foi desenvolvida com o auxílio de duas bolsistas de iniciação científica. A pesquisa foi realizada nos dias 15, 16 e 17/07/2008. Com o auxílio do GPS, marcamos a localização das casas entrevistadas, assim cada resultado possui suas coordenadas. A escolha das casas foi realizada de forma a obtermos uma correta representatividade da região estudada.

Nestas análises foram verificados os seguintes aspectos: cor, turbidez, pH, dureza, ferro, manganês, coliforme total e coliforme termotolerante.

Com o objetivo de apresentar uma alternativa viável de tratamento de água para comunidades que não dispõem deste serviço, foi desenvolvida uma estação para tratar a água de um poço freático (ETA<sub>sub</sub>) na UPEA.

Para dimensionamento desta estação de tratamento de água, foi necessário verificar a qualidade da água a ser tratada. Logo, utilizamos os dados de 03 amostras coletadas no poço freático da UPEA, local do tratamento.

Observamos que os critérios críticos apresentados nestas análises foram: coliformes, ferro e manganês. Com este conhecimento, desenvolvemos a estação que foi construída, objetivando atender a Portaria do Ministério da Saúde nº 518, de 25 de março de 2004 (água potável).

### **3.2. Água Superficial Proveniente do Rio Paraíba do Sul**

Para a presente avaliação e desenvolvimento da estação de tratamento de água superficial, tomaram-se, como base, os resultados analíticos da água bruta do rio Paraíba do Sul, cedidos pela concessionária Águas do Paraíba, responsável pelo tratamento e distribuição de água potável para a população do município de Campos dos Goytacazes.

Os dados da água bruta são referentes ao período de janeiro a julho de 2008. Dessa forma, avaliou-se a variação dos parâmetros de cor, turbidez e pH em meses chuvosos e secos.

Com o mesmo propósito de apresentar uma alternativa viável de tratamento de água superficial para pequenas comunidades, construiu-se uma estação (ETA<sub>sup</sub>) para tratar a água do rio Paraíba do Sul.

Os parâmetros coliformes, turbidez e cor, foram considerados para o desenvolvimento desta estação e, também, objetivando atender os parâmetros da Portaria do Ministério da Saúde nº 518, de 25 de março de 2004 (água potável), além das Resoluções CONAMA.

### **3.3. Custo de Instalação**

Além dos fatores físicos, químicos e biológicos (atender à Portaria MS 518), planejaram-se estações com baixo custo de instalação, operação e manutenção. Estes resultados, então, são propostas para tratamento de água para comunidades de baixa renda, como por exemplo, os distritos de Campo Novo e Venda Nova, em Campos dos Goytacazes.

As duas unidades piloto propostas foram desenvolvidas e implantadas na UPEA (Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental do Cefet Campos).

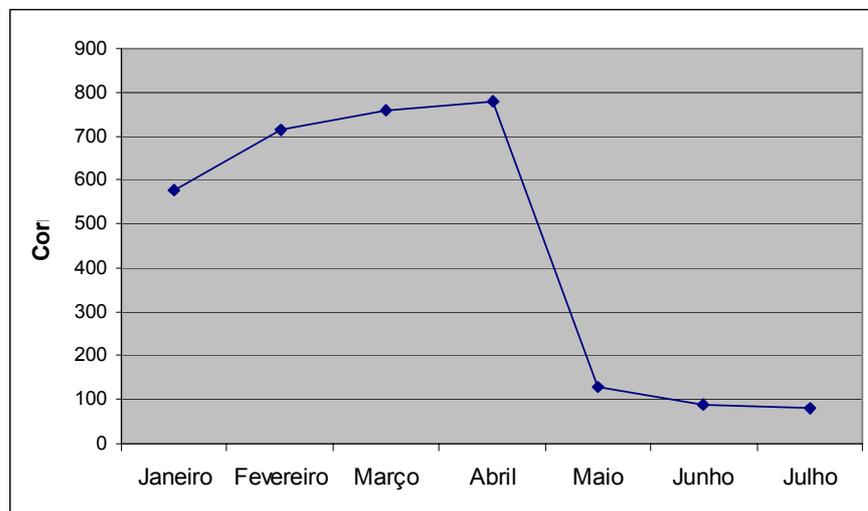
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tomando-se, por base, as águas superficiais e subterrâneas, os resultados obtidos foram:

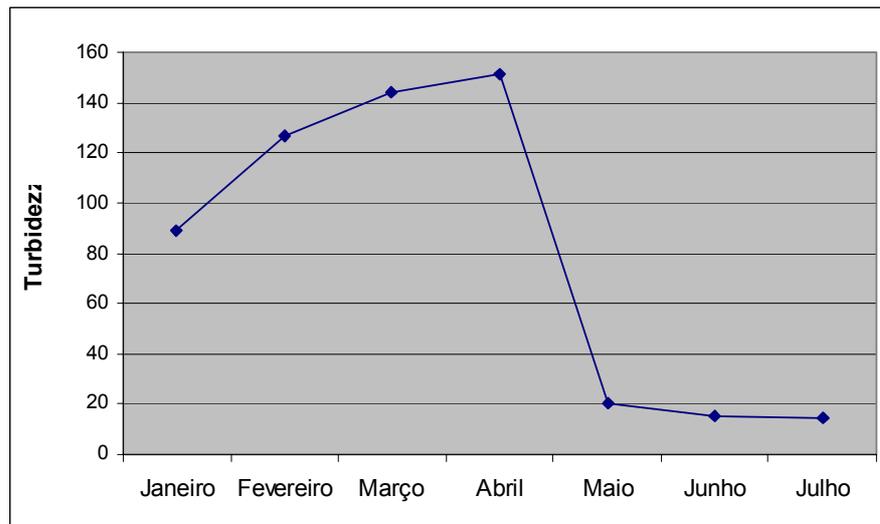
### 4.1. Água Superficial

Os resultados analíticos, cedidos pela concessionária Águas do Paraíba, foram analisados, e, verificando a média mensal dos parâmetros de cor, turbidez e pH, podem-se fazer as seguintes avaliações:

As Figuras 8 e 9, respectivamente, mostram a variação mensal média de cor e turbidez na água do rio Paraíba do Sul para os meses de janeiro a julho de 2008.



**Figura 8 – Variação mensal da cor da água bruta do rio Paraíba do Sul para os meses de janeiro a julho de 2008**

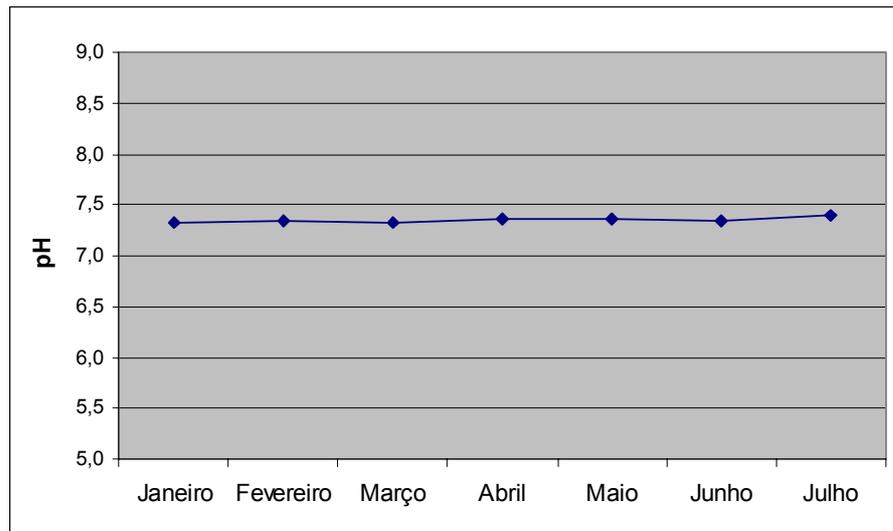


**Figura 9 – Variação mensal da turbidez da água bruta do rio Paraíba do Sul para os meses de janeiro a julho de 2008**

Observando-se as Figuras 8 e 9, apresenta-se, nitidamente, a variação de cor e turbidez ocorrida entre os meses do período analisado. Os meses de janeiro a abril, período das chuvas, apresentam maiores valores de cor e turbidez, causado principalmente pela grande carga de sedimentos e matéria orgânica recebida pelo rio. Este fato, possivelmente, ocorre pela falta da mata ciliar, percebida por toda a margem do rio Paraíba do Sul.

Por meio dessa avaliação, preocupou-se com a retirada do material sólido contido nessa água nesse período de maior pico, quando do dimensionamento da ETA<sub>sup</sub>.

O outro fator analisado foi o potencial hidrogeniônico (pH). Neste caso, os resultados mostraram pouca variação durante todos os meses, indicando que este não seria um problema para a estação a ser montada, conforme se pode ver na Figura 10.



**Figura 10 – Variação mensal de pH na água bruta do rio Paraíba do Sul para os meses de janeiro a julho de 2008**

Esses resultados mostraram que a maior preocupação no tratamento desta água deveria ser com os sólidos suspensos, cor e qualidade microbiológica, visto que esse rio recebe uma grande quantidade de esgoto *in natura* durante todo seu percurso, inclusive em Campos dos Goytacazes, considerando-se que a captação da UPEA está a jusante da cidade.

Desse modo, decidiu-se pela montagem de uma estação convencional com adição de coagulante e bactericida, mistura rápida, floculação (mistura lenta), decantação e filtração rápida (areia e carvão).

A estação (ETA<sub>sup</sub>) foi, portanto, desenvolvida em consideração aos seguintes parâmetros:

- **Dados de origem:**

Fonte – água superficial do rio Paraíba do Sul

Turbidez máxima de entrada – 200 UT

Vazão de alimentação – 2,0m<sup>3</sup>/h

Coagulante – Policloreto de Alumínio

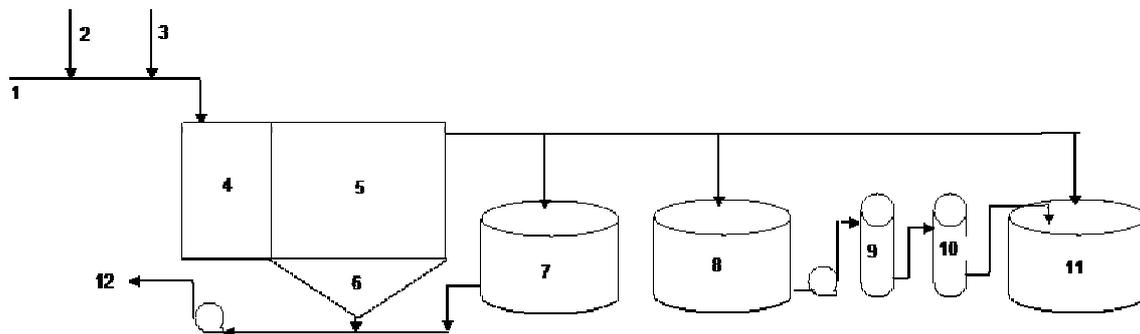
Bactericida – hipoclorito de sódio

- **Dados de saída:**

Qualidade Final – Atender aos parâmetros da Portaria do Ministério da Saúde nº 518, de 25 de março de 2004 (Anexo A).

A Figura 11 representa as principais etapas da ETA<sub>sup</sub>. Os itens enumerados são:

- 1 – Entrada de água bruta
- 2 – Dosagem de Hipoclorito de sódio
- 3 – Dosagem de policloreto de alumínio
- 4 – Floculador
- 5 – Decantador
- 6 – Acúmulo de lodo
- 7 – Tanque de água fora de especificação
- 8 – Tanque de água decantada
- 9 – Filtro de areia
- 10 – Filtro de carvão
- 11 – Tanque de água tratada
- 12 – Descarte de lodo e água fora de especificação



**Figura 11 – Representação das principais etapas do processo da ETA<sub>sup</sub>**

#### 4.1.1. Etapas do Processo da Estação de Tratamento de Água Superficial

As etapas compreendidas no sistema são descritas e comentadas sucintamente:

- **Mistura Rápida**

A mistura rápida é composta por tubo de policloreto de vinila (PVC) – 2” x 40cm –, recheado com anéis de PVC – ½” x 2cm –, com o objetivo de promover uma mistura rápida dos químicos dosados.



**Figura 12 – Misturador estático**

- **Mistura Lenta – Floculação**

A mistura lenta ou floculação é composta por:

Agitador com motor de 2cv e inversor de frequência.

Tanque de floculação com as seguintes dimensões: 1,0 x 0,5 x 1,5m (largura x profundidade x altura). Total de 750 litros.

- **Decantador de Alta Taxa**

O decantador de alta taxa é composto por tanque de decantação de fluxo ascendente com as seguintes dimensões: 1,0 x 1,0 x 1,5 (largura x profundidade x altura). Total de 1500 litros e com área superficial de 1,0 m<sup>2</sup>. Utilizou-se uma taxa de decantação de 2,0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h. Esta ainda é uma taxa conservadora, considerando que o sistema possui módulos tubulares aumentando sua eficiência de decantação. Caso seja necessário aumentar a vazão, ainda podem-se utilizar auxiliares de floculação. São polímeros que aumentam o floco e aumentam a eficiência da decantação, ou seja, o sistema possui folga operacional.



**Figura 13 – Floculador e Decantador**

- **Tanque de Água Fora de Especificação**

Uma caixa d'água de 500 litros para receber toda água fora de especificação. Esta água será produzida no início do processo, descontrole do processo e em qualquer outro momento que o operador verificar problemas na qualidade da água de saída.

- **Tanque de Água Decantada**

Uma caixa d'água de 500 litros para receber a água após decantação. Esta água possui um sistema de bóia que comanda a bomba que alimenta os filtros, tornando esta etapa do processo automático.



**Figura 14 – Tanques de água decantada e água de fora de especificação (respectivamente)**

- **Filtração Rápida**

Dois filtros, um contendo areia e outro carvão, fazem o polimento final da água tratada, enviando a água para a cisterna de armazenamento de água potável.

#### **4.1.2. Controles Operacionais**

Para produzir-se água dentro dos parâmetros exigidos pelo Ministério da Saúde e termos uma estação com baixo custo, é necessário fazer o acompanhamento dos seguintes parâmetros operacionais:

- **Potencial Hidrogeniônico - pH**

Por meio de testes verificamos que, para esta água, os melhores valores de pH encontrado foram entre 6,8 e 7,2. Estes valores podem variar de acordo com o período do ano. Logo, o operador deve estar atendo a esta possível mudança.

- **Residual de Cloro Livre**

O operador deve verificar, sempre no final do tratamento, o residual de cloro livre presente na água. A Portaria 518 do MS preconiza que o residual de cloro livre deve ser de 0,5 a 1,0 mg/l. Para manter este residual, pode ser necessário alterar a dosagem, visto que o cloro consumido será proporcional à quantidade de matéria a ser oxidada, o que está diretamente relacionado à qualidade da água bruta. Pelas Figuras 8 e 9, sobre cor e turbidez, observa-se que a qualidade dessa água varia muito entre períodos de chuva e estiagem.

- **Pressão nos Filtros**

Os sólidos que ainda passam pelo sistema de decantação, são retirados pelos filtros de areia e carvão. Logo, a pressão no interior dos filtros aumentará com o tempo. É necessário que o operador acompanhe esta pressão através dos manômetros presentes nos filtros. Sempre que chegarem à faixa vermelha, precisam ser contra-lavados.

Outro motivo para contra-lavar o filtro, é quando a turbidez na saída do mesmo estiver acima de 0,5 UT.

- **Performance**

Após a instalação da ETA, acompanhou-se sua performance e comprovou-se sua eficiência quanto aos parâmetros estabelecidos pela Portaria 518 do Ministério da Saúde (Turbidez - < 0,5 UT; Coliformes total e termotolerantes – isento).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o consumo de água *per capita* deve ser, em média, 100 litros por dia. Considerando: vazão da estação - 2 m<sup>3</sup>/h; tempo de operação - 18h; número de pessoas por família – 5 pessoas. A estação desenvolvida na UPEA tem capacidade de produzir água para 360 pessoas ou 72 famílias.

O trabalho atual não visou à destinação do lodo gerado na estação. Atualmente, a água que contém este material está sendo usada para a irrigação das plantações da UPEA.

#### 4.1.3. Custos da Estação

Um dos balizadores do projeto foi o custo da estação, pois se verificou, durante a construção da UPEA, o alto custo de uma estação. Logo, decidiu-se propor soluções para o abastecimento de água para pequenas comunidades que representassem um baixo custo no investimento de instalação e operação, possibilitando assim a resolução do problema de abastecimento de água nessas comunidades.

Foram levantadas várias propostas de orçamento para estações de tratamento de água, em empresas já conhecidas no mercado. O menor valor apresentado foi de quarenta e dois mil reais (R\$ 42.000,00) e Vazão – 2 m<sup>3</sup>/h.

Esse valor não inclui as bombas do filtro e contra-lavagem, a montagem do equipamento e a sua partida. Para tais, considerando-se o tempo de montagem, o número de pessoas, o custo da diária e do deslocamento, avaliam-se esses custos em R\$ 11.000,00 (onze mil reais). Portanto, o valor final dessa estação seria de R\$ 53.000,00 (cinquenta e três mil reais), um custo específico de R\$ 26.500,00/m<sup>3</sup> (vinte e seis mil e quinhentos reais por metro cúbico) de capacidade de tratamento.

A estação desenvolvida na UPEA teve um custo de R\$ 20.000,00 (vinte mil reais) incluindo todos os equipamentos, a montagem e a partida. Também estão inclusos o percentual de técnico responsável pelo projeto. Considerando-se um percentual de 30% (trinta por cento) para este profissional, o custo total seria de R\$ 26.000,00 (vinte e seis mil reais). Desse modo, o custo específico seria de R\$ 13.000,00/m<sup>3</sup> (treze mil reais por metro cúbico) de capacidade de tratamento.

O resultado obtido (tanto com relação à qualidade da água, quanto ao investimento na ETA) é de valorosa importância para municípios que possuem um grande número de

pequenas comunidades sem água tratada, como é o caso de Campos dos Goytacazes, São Francisco do Itabapuaana e outros.

#### 4.2. Água Subterrânea

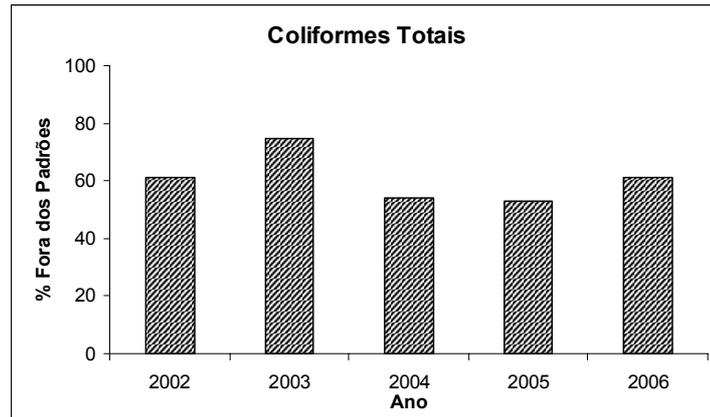
O Centro de Controle de Zoonoses (CCZ), no período de 2002 a 2006, realizou coleta e análises de água de poços no município de Campos dos Goytacazes. O objetivo dessa ação foi monitorar a qualidade da água a fim de realizar orientações técnicas (*folders* e cartilhas) acerca do tratamento da água para consumo humano, bem como da prevenção da transmissão de doenças pela via hídrica.

Os dados analíticos cedidos pelo CCZ apresentaram uma situação muito crítica, conforme verificamos pela tabela abaixo:

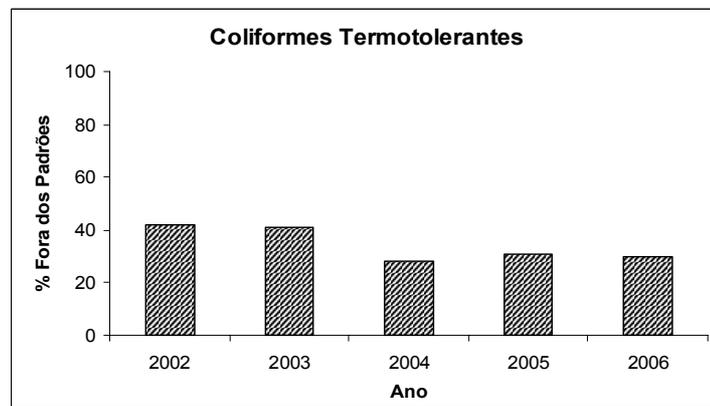
<b>Ano</b>	<b>Número de amostras</b>	<b>pH</b>	<b>Turbidez</b>	<b>Col. Totais</b>	<b>Col. Termot.</b>
<b>2002</b>	453	139	131	276	188
<b>2003</b>	576	156	207	433	238
<b>2004</b>	310	80	87	167	87
<b>2005</b>	289	81	94	152	90
<b>2006</b>	236	97	69	143	71

**Tabela 2 – Quantidade de amostras, por ano, com resultados fora dos parâmetros exigidos pela Portaria 518 do Ministério da Saúde**

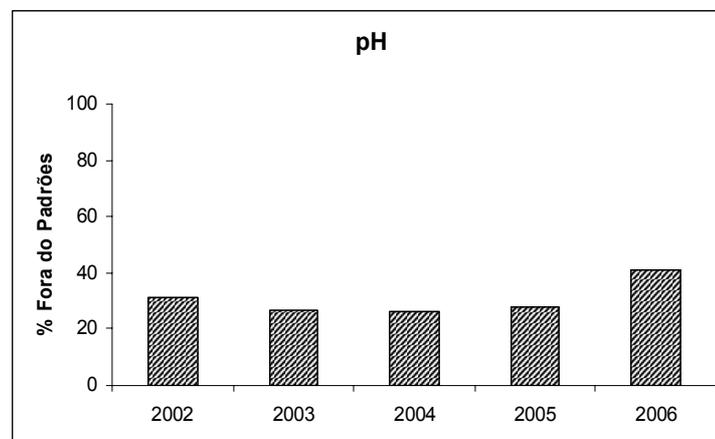
As Figuras 15 a 18 apresentam a quantidade de amostras com os resultados fora dos padrões estabelecidos pela Portaria 518 do Ministério da Saúde para contaminação com coliformes totais, coliformes termotolerantes, pH e turbidez.



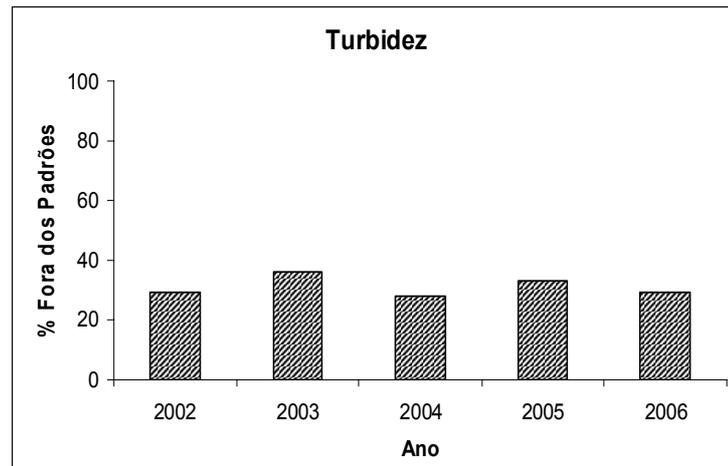
**Figura 15 – Quantidade de amostras que tiveram resultados fora do padrão para o parâmetro de Coliformes Totais**



**Figura 16 – Quantidade de amostras que tiveram resultados fora do padrão para o parâmetro de Coliformes Termotolerantes**



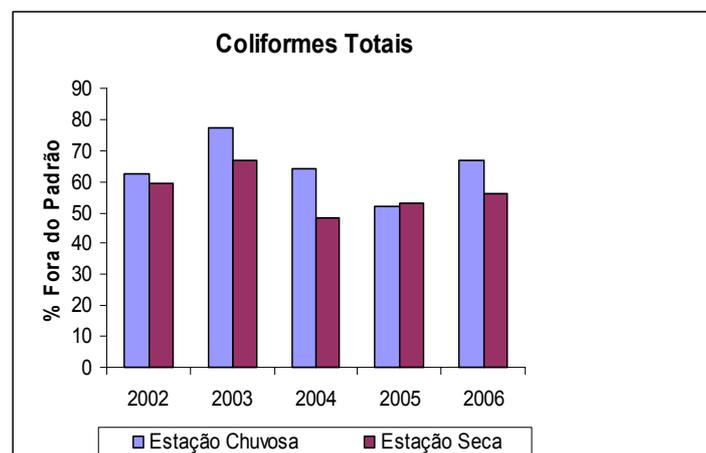
**Figura 17 – Quantidade de amostras que tiveram resultados fora do padrão para o parâmetro pH**



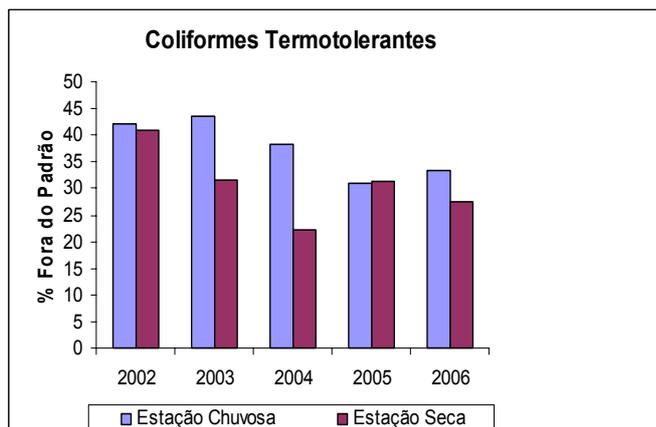
**Figura 18 – Quantidade de amostras que tiveram resultados fora do padrão para o parâmetro Turbidez**

Observou-se a grande contaminação presente na água subterrânea utilizada pela população de Campos, como comprovado pela Figura 15 em que o número de amostras fora dos padrões em 2003 chegou a quase 80%. Na Figura 16, o percentual de amostras fora do padrão atingiu 40% em 2002 e 2003.

A sazonalidade é outro fato considerável, pois, no período chuvoso, a contaminação por coliformes fica mais acentuada (Figuras 19 e 20).



**Figura 19 – Variação da contaminação por coliformes totais nos períodos chuvosos e secos**



**Figura 20 – Variação da contaminação por coliformes termotolerantes nos períodos chuvosos e secos**

Nestas figuras, destaca-se que a estação chuvosa é referente ao período entre outubro e março e, a seca, entre abril e setembro.

Essa contaminação acaba por ser mais grave em áreas rurais, onde não há tratamento de água e de esgoto sanitário. O esgoto das casas é lançado em fossas sem uma construção tecnicamente correta, acarretando na contaminação do lençol freático, que é utilizado, sem qualquer tratamento, como fonte de água dessa população.

#### 4.2.1. Conseqüências do Uso de Água Contaminada

Segundo Maria Neira (O GLOBO, 2008), diretora do setor de Saúde Pública e Desenvolvimento da OMS, no prefácio do documento Safer Water for Better Health ("Água Segura para uma Saúde Melhor", em tradução livre), "um décimo do fardo global gerado por doenças pode ser evitado ao alcançarmos melhoramentos na forma como gerenciamos a água".

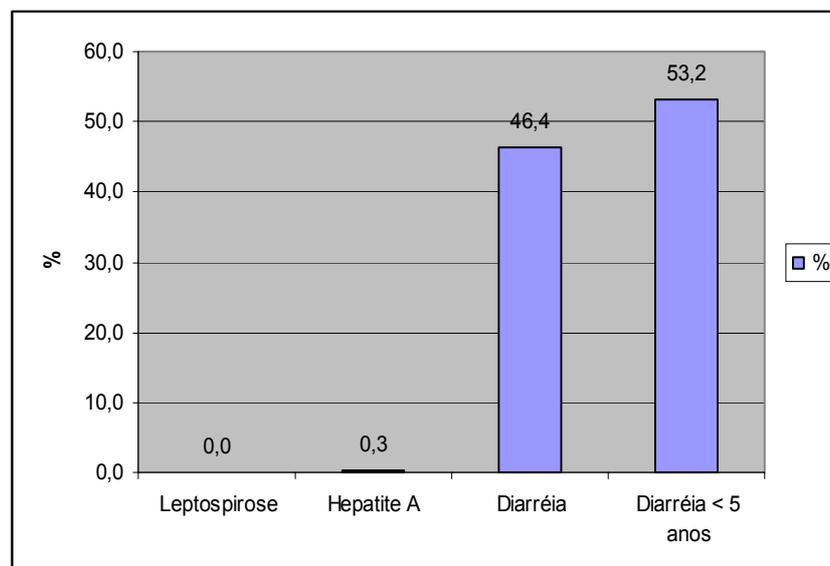
Ainda segundo o relatório, "já foi provado que soluções sustentáveis e com boa relação de custo podem diminuir este fardo" e que "88% dos casos de diarreia no mundo todo podem ser atribuídos à água não potável, ao saneamento inadequado ou à higiene insuficiente." Esse número representa 1,5 milhões de mortes a cada ano, na maioria, crianças. Como diarreia, podemos entender: cólera, tifoide e disenteria. O relatório também afirma que

dos casos de desnutrição, 50% estão relacionados com os sucessivos casos de diarreia pelos quais estas populações passam.

Conforme outro relatório publicado em 2008, pela OMS, o *World Health Statistics 2008* (IESS, 2008), a falta de saneamento básico para a população rural do Brasil é ainda pior. Apenas 37% da população brasileira que vive em áreas rurais têm acesso a saneamento básico. De acordo com o estudo, 58% dos habitantes de regiões rurais têm acesso a fontes de água potável. Já nas áreas urbanas, 84% têm acesso a saneamento básico e, 97%, a água potável.

Economicamente, de acordo com esses estudos da OMS, um investimento adicional de US\$ 11,3 bilhões por ano em saneamento resultaria num benefício de aproximadamente US\$ 84 bilhões anualmente, em termos de redução de investimentos na área de saúde. Tal economia seria justificada pelo fato que pessoas com acesso a água limpa e saneamento adoecem com menos frequência e, além de custarem menos ao sistema de saúde, têm vida mais produtiva.

Dados fornecidos pela Diretora de Epidemiologia da Secretaria Municipal de Saúde de Campos, Dra. Elizabeth Tudesco Costa Tinoco, revelam a ocorrência de doenças de veiculação hídrica notificadas na região de Campos dos Goytacazes no ano de 2007 (Anexo B).



**Figura 21 – Percentual de ocorrência de doenças de veiculação hídrica na região de Campos dos Goytacazes no ano de 2007.**

De acordo com esses dados, a região de Campos dos Goytacazes apresenta um altíssimo índice nos casos de diarreia. Segundo a Dra. Elizabeth, em conversa por telefone, esses números devem ser, no mínimo, 100% maiores, visto que, a maioria das pessoas não notificam a doença.

Com o objetivo de trazer esses estudos da OMS para nossa realidade, foi realizada uma pesquisa na região de Campo Novo e Venda Nova, distritos de Campos dos Goytacazes.

A investigação foi realizada em duas etapas. Na primeira, fez-se um levantamento sócio-ambiental por meio de um questionário aplicado a alguns residentes em casas que foram visitadas em tais comunidades. Na segunda, avaliou-se a qualidade da água utilizada por essa população. Para isso, foram recolhidas 14 (quatorze) amostras dos poços freáticos utilizados por, representando, desse modo, a água consumida por essas comunidades. Os resultados estão elencados na Tabela 3.

Amostra	Identificação	Cor	Turb	pH	Dureza	Ferro	Mn	Colo. Total	Col. Fecal	Localidade
1	T 01	1040	134	6,56	73	15,8	0,043	12,1	0	Campo Novo
2	T 02	213	26,1	6,83	201	4,7	0,224	165	2	Campo Novo
3	T 04	33	2,02	6,7	236	0,16	0,224	0	0	Campo Novo
4	T 05	21	1,54	6,9	222	0,03	0,062	4,1	0	Campo Novo
5	T 07	56	5,12	6,95	214	0,71	0,161	3,1	0	Campo Novo
6	W 01	123	5,32	7,06	296	0,5	0,074	26,5	0	Campo Novo
7	W 02	88	16,9	5,3	16	2,36	0,088	73,3	0	Campo Novo
8	W 05	152	17,2	6,8	187	3,07	0,123	9,7	0	Campo Novo
9	W 06	29	1,81	6,5	135	0,26	0,036	172	0	Campo Novo
10	T 09	50	1,13	6,85	247	0,1	0,12	44,8	1	Campo Novo
11	T 16	123	9,03	6,98	283	1,79	0,249			Venda Nova
12	T 18	447	62,3	6,97	390	6,45	0,602	7,4	0	Venda Nova
13	T 19	16	9,35	7,56	257	0,03	0,05	10,9	0	Venda Nova
14	T 21	346	56,3	7,41	334	0,96	0,293	44,8	1	Venda Nova
	Limites 518	<15	<5	6 a 9,5	<500	<0,3	<0,1	isenta	isenta	
	%fora	1	0,43	0	0	0,64	0,57	0,92	0,23	

**Tabela 3 – Resultados analíticos das amostras coletadas nos poços freáticos dos distritos de Campo Novo e Venda Nova**

#### **4.2.2. Resultados das Análises**

Das 14 amostras coletadas e analisadas, os resultados (foi utilizado, como parâmetro, a Portaria 518 do MS) obtidos foram:

- 100% reprovada por cor
- 43% reprovada por turbidez
- Não houve reprovação por pH e dureza
- 64% reprovada por ferro
- 57% reprovada por manganês
- 92% reprovada por coliformes totais
- 23% reprovadas por coliformes fecais

#### **4.2.3. Resultados do Questionário**

A seguir, o resumo dos resultados obtidos pela análise da água coletada no campo de pesquisa (no Anexo C, o questionário utilizado na pesquisa).

Identificação	Coordenadas		Frequência	Distância	Água	Número	Renda Familiar (S.M.)	Assistência	Doenças
	S	W							
W 01	21° 46' 01.2"	041° 11' 14.3"	2	5m	Filtrada	5	1	Bolsa Escola	Problemas de pele
W 02	21° 46' 03.9"	041° 11' 08.9"	2		Sem tratamento	6	1	Bolsa Família	
W 03	21° 46' 05.4"	041° 11' 16.9"	5	13m	Mineral	4	mais de 2	Bolsa Família	
W 04	21° 46' 10.3"	041° 11' 13.0"	1		Sem tratamento	4	meio	Vale Alimentação	Problemas de pele
W 05	21° 46' 09.9"	041° 11' 11.1"	5	6	Sem tratamento	4	1	Vale Alimentação	Diarréia
W 06	21° 46' 14.3"	041° 11' 15.9"	4	15	Mineral	2	2		
T 01	21° 45' 26.3"	041° 11' 46.8"	2	10	Clorada	4	2	Vale Alimentação	
T 02	21° 45' 25.8"	041° 11' 34.2"	3	11	Mineral	4	2		
T 03	21° 45' 29.6"	041° 11' 27.3"	Não tem cd	7	Mineral	10	2	Vale Alimentação	Diarréia
T 04	21° 45' 43.9"	041° 11' 22.9"	4	19	Mineral	2	mais de 2		Vermínose
T 05	21° 45' 54.7"	041° 11' 21.0"	3	12	Mineral	5	mais de 2		
T 06	21° 45' 57.3"	041° 11' 19.1"	2	4	Mineral	3	mais de 2	Vale Alimentação	Problemas de pele
T 07	21° 45' 56.1"	041° 11' 14.7"	3	10	Filtrada e Fervida	4	1	Bolsa Família	
T 08	21° 46' 00.5"	041° 11' 10.4"	3	5	Mineral	3	1		
T 09	21° 45' 59.8"	041° 11' 09.7"	Não tem cd	6	Sem tratamento	3	1	Vale Alimentação	Diarréia/Problemas de Pele
T 10	21° 46' 09.1"	041° 11' 10.6"	2	7	Sem tratamento	2	1		Diarréia
T 11	21° 46' 10.6"	041° 11' 12.2"	2	8	Mineral	5	2		
T 12	21° 46' 13.0"	041° 11' 10.8"	Não tem cd	2	Sem tratamento	6	meio	Bolsa Família/ Vale Alimentação	Vermínose/Diarréia/Probl. de Pele
T 13	21° 46' 13.8"	041° 11' 22.5"	3	20	Mineral	3	mais de 2		
T 14	21° 47' 04.3"	041° 11' 15.1"	Não tem cd	6	Mineral	5	1		*
T 15	21° 46' 42.9"	041° 11' 15.6"	4	10	Mineral	2	1	Bolsa Família	Vermínose/Diarréia
T 16	21° 46' 45.5"	041° 11' 13.7"	1	3	Mineral	9	meio	Bolsa Família	
T 17	21° 44' 52.4"	041° 11' 14.0"	1	30	Mineral	4	2		
T 18	21° 47' 19.0"	041° 11' 11.4"	1	7	Caminhão Pipa	2	mais de 2		
T 19	21° 47' 24.7"	041° 11' 05.1"	4	18	Poço / filtrada	3	mais de 2	não	Não
T 20	21° 47' 22.1"	041° 11' 13.3"	2	10	Mineral	2	mais de 2	não	Não
T 21	21° 47' 23.1"	041° 11' 13.5"	4		Caminhão Pipa	2	1	não	Diarréia
T 22			1	10	Mineral	14	2	Bolsa Família/ Vale Alimentação	Diarréia
T 23	21° 47' 20.5"	041° 11' 00.5"	2	10	Mineral	3	1	Bolsa Família/ Vale Alimentação	Não

Continuação											
T-24	21° 47' 21,0"	041° 11' 06,9"	3	6	Poço	10	1	não	Não	doença de pele	
T-25	21° 47' 29,3"	041° 10' 54,8"	2	5	Mineral	4	1	não			
T-26	21° 47' 48,0"	041° 10' 50,2"	3	10	Poço	5	1	Bolsa Família/ Vale Alimentação	Verminose/Diarreia		
T-27	21° 47' 47,9"	041° 10' 50,3"	3	30	Mineral	3	2	não	Verminose/Diarreia		
T-28	21° 47' 31,3"	041° 11' 17,1"	2	12	Mineral	5	1	não	Verminose		
T-29	21° 47' 21,9"	041° 11' 25,4"	3	20	Mineral	2	1	Vale alimentação	Não		
T-30	21° 47' 20,2"	041° 11' 17,8"	3	6	Mineral	2	2	não	Não		
T-31	21° 47' 16,8"	041° 11' 32,9"	3	20	Mineral	7	1	Vale Alimentação	Verminose/Diarreia		
T-32	21° 47' 22,4"	041° 11' 38,7"	1	3	Poço	6	1	não	Não		

Frequência limpeza:

1 - uma vez semana

2 - 15 dias

3 - mensal

4 - semestral

5 - nunca

**Tabela 4 – Resultados dos questionários aplicados na população dos distritos de Campo Novo e Venda Nova.**

Pelos resultados da Tabela 4, observou-se que:

- 29% das casas visitadas têm sua caixa d'água limpa apenas de 6 em 6 meses, ou nunca;

- Apenas 10,5% dos poços verificados possuem uma distância superior a 20m da fossa utilizada pela mesma casa (distância recomendada). Não podemos esquecer que as casas vizinhas também possuem fossa em seu quintal, logo, o poço de uma casa pode estar próximo à fossa da casa vizinha (a pesquisa não considerou esse dado);

- Apenas 15,8%, das residências visitadas fazem algum tipo de tratamento na água do poço antes de utilizá-la (filtração e a cloração);

- As residências possuem uma média de 4,4 moradores;

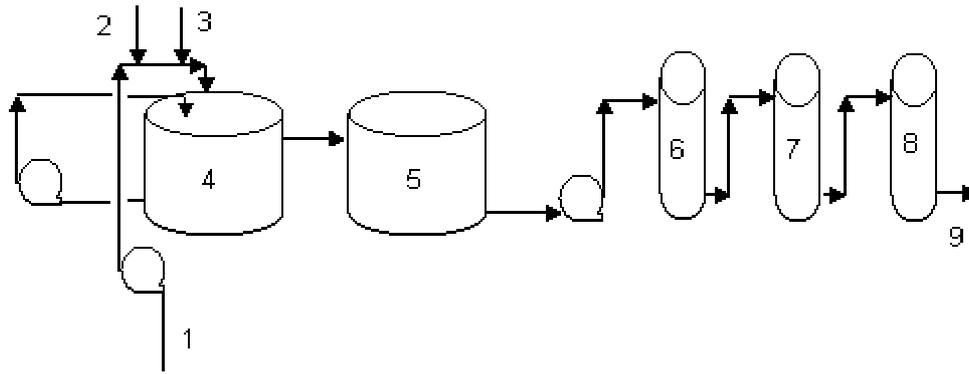
- 47,1% das residências possuem algum tipo de ajuda financeira do governo, tais como, Bolsa família, Vale alimentação e outros;

- 44,7% das famílias pesquisadas disseram que tiveram, no último ano, algum tipo de doença relacionada a qualidade da água. Pelos dados fornecidos pela Diretora de Epemiologia da Secretaria Municipal de Saúde de Campos, foram notificados apenas 16 caso de diarreia nesta região, o que comprova sua afirmação de que os dados oficiais não representam a real gravidade de fato, pois a maioria da população não notifica tais doenças.

Vale ressaltar que as duas comunidades não tinham assistência médica no período da pesquisa. Em Venda Nova havia uma ambulância que transportava os doentes para Campos dos Goytacazes.

Pelos resultados obtidos, verificou-se que a situação nessas comunidades é extremamente crítica e decidiu-se desenvolver uma estação que pudesse tratar sua água subterrânea, eliminando os principais problemas: cor, turbidez, ferro, manganês, coliforme total e termotolerante.

Optou-se, portanto, por uma estação com cloração, oxidação e filtração. Veja o esquema abaixo:



**Figura 22 – Representação das Principais Etapas do Processo da ETA<sub>sub</sub>**

Etapas:

- 1 – Bombeio de água do poço freático
- 2 e 3 – Dosagem de químicos
- 4 – Tanque de oxidação
- 5 – Tanque pulmão para a filtração
- 6 – Filtro de areia
- 7 – Filtro de carvão
- 8 – Filtro de Zeólito

A estação foi desenvolvida de forma que cada filtro tenha sua performance avaliada separadamente e que testes com novos meios filtrantes possam ser realizados.



**Figura 23 – Estação de tratamento de água subterrânea**

#### 4.2.4. Etapas do Processo da Estação de Tratamento de Água Superficial

As etapas compreendidas no sistema são descritas e comentadas sucintamente:

- **Tanque de Oxidação**

Composto por um tanque de 500 litros que recebe a água contendo hipoclorito de sódio e pH em 8,0 (controlado com a adição de soda cáustica). Este tanque possui uma bomba que faz a recirculação da água nele mesmo, com o objetivo de incorporar mais oxigênio, aumentando, assim, a eficiência da oxidação.

- **Tanque Pulmão para a Filtração**

Composto por um tanque de 500 litros, cujo nível é controlado por uma chave bóia que liga e desliga a bomba que alimenta os filtros, tornando o sistema automático.

- **Filtro com Areia**

O objetivo desse filtro é reter o ferro que foi oxidado pelo sistema e floculou, preservando, assim, o tempo de campanha dos filtros posteriores.

- **Filtro com Carvão**

O objetivo desse filtro é retirar parte do ferro e das substâncias que provocam odor na água.

- **Filtro com Zeólito**

O objetivo desse filtro é retirar o restante do ferro que ainda está presente na água. Esse mineral possui grande afinidade pelo ferro.

#### **4.2.5. Controles Operacionais**

Para produzir água dentro dos parâmetros exigidos pelo Ministério da Saúde e ter-se uma estação com baixo custo, é necessário fazer o acompanhamento dos seguintes parâmetros operacionais:

- **Potencial Hidrogeniônico - pH**

Por meio de testes, verificou-se que, para essa água, os melhores valores de pH encontrados foram entre 8,0 a 8,5.

- **Residual de Cloro Livre**

O operador deve verificar, sempre no final do tratamento, o residual de cloro livre presente na água. A Portaria 518 do MS preconiza que o residual de cloro livre deve ser de 0,5 a 1,0 mg/l. Para se manter este residual, pode ser necessário alterar a dosagem, visto que o cloro consumido será proporcional à quantidade de ferro e matéria a ser oxidada, o que está diretamente relacionado à qualidade da água bruta.

- **Pressão nos Filtros**

O material oxidado e floculado ficará retido nos diversos filtros. Então, a pressão no interior dos filtros aumentará com o tempo. É necessário que o operador acompanhe essa

pressão por meio dos manômetros presentes nos filtros. Sempre que o diferencial de um filtro for a pressão de 0,5 kgf/cm<sup>2</sup>, entre a entrada e a saída, o mesmo necessita ser contra-lavado.

- **Concentração de Ferro**

A concentração de ferro deve ser acompanhada na saída do filtro com zeólito. Sempre que chegar a 0,3 mg/l, o filtro deverá ser contra-lavado.

#### **4.2.6. Performance**

Após a instalação da estação, acompanhou-se sua performance e comprovou-se sua eficiência quanto aos parâmetros estabelecidos pela Portaria 518 do Ministério da Saúde.

Turbidez – 0,3 UT

Coliformes total e termotolerantes – isenta

Teor de Ferro – 0,1 mg/l

Teor de manganês – 0,1 mg/l

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o consumo de água *per capita* deve ser, em média, 100 litros por dia. Considerando: vazão da estação - 1 m<sup>3</sup>/h; tempo de operação - 18h; número de pessoas por família – 5 pessoas. A estação desenvolvida na UPEA tem capacidade de produzir água para 180 pessoas ou 36 famílias.

#### **4.2.7. Custos da Estação**

A estação desenvolvida na UPEA teve custo de R\$ 10.000,00 (dez mil reais), incluindo todos os equipamentos, a montagem e a partida. Está incluso nesse valor o percentual para o técnico responsável pelo projeto. Considerando um percentual de 30% (trinta por cento) para o técnico, teríamos um custo total de R\$ 13.000,00 (treze mil reais).

Portanto, um custo específico de R\$ 13.000,00/m<sup>3</sup> (treze mil reais por metro cúbico) de capacidade de tratamento.

Esse resultado é fundamental para municípios que possuem um grande número de pequenas comunidades sem água tratada, como acontece em Campos dos Goytacazes, São Francisco do Itabapuana, entre outros.

## 5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O município de Campos dos Goytacazes, localizado na região Norte do estado do Rio de Janeiro, possui vasta extensão territorial, sendo, portanto, como todo o país, privilegiado com relação à distribuição natural de água.

Assim como ocorre na maior parte da América Latina (e do mundo), os recursos hídricos, tanto superficiais quanto os subterrâneos, não têm a atenção e o cuidado que merecem. As preocupações com a escassez da água devido a sua má utilização têm proporcionado a realização de uma gama de pesquisas que visam suscitar soluções para a população e, em consequência, para o meio ambiente.

Nesse sentido, esta dissertação objetivou não só analisar a água de Campo Novo e Venda Nova, regiões carentes de abastecimento público de água, mas também, pelas experiências realizadas, deixar sugestões de como outras localidades afastadas dos centros urbanos podem ter o problema do abastecimento de água resolvido.

Após uma visão geral da situação da água na atualidade nos contextos mundial e nacional, restringiu-se o olhar ao município em questão e, mais especificamente, às localidades acima mencionadas, compondo-se a Revisão Bibliográfica. Nesse capítulo, também ressaltam-se os problemas causados pelo uso da água contaminada, assim como as principais doenças de veiculação hídrica.

Com base na pesquisa de campo por meio da coleta de informações sobre as comunidades, com a análise da água de alguns poços por elas utilizados, além do referencial consultado, chegou-se a importantes considerações.

A rede de abastecimento de Campos dos Goytacazes não distribui água encanada a Campo Novo e Venda Nova por causa da distância dessas localidades da região central do município. O crescimento desordenado também é um fator a ser considerado. Como o município possui uma área de 4032 km<sup>2</sup>, as regiões mais afastadas deveriam contar com redes de tratamento de água alternativas à rede principal.

A falta de esgotamento sanitário é um dos motivos da contaminação do lençol freático, visto que na maioria das casas são utilizadas fossas sépticas. A maioria da população que utiliza água de poço não se preocupa com a sua qualidade e a sua perfuração é realizada sem o conhecimento dos lugares mais ou menos adequados.

Em consequência do consumo de água contaminada, a população sofre com doenças de veiculação hídrica, em sua maioria, a diarreia.

Realizou-se a descrição e considerações sobre vários tipos de tratamento das águas naturais para abastecimento público e as suas principais etapas a fim da obtenção de água dentro dos padrões preconizados pela Portaria nº 518 do MS.

Dessas acepções, para a escolha da tecnologia ideal para a montagem da estação de tratamento na UPEA, utilizaram-se, como referência, dados do Centro de Controle de Zoonoses sobre análises de alguns poços abertos pela população de Campos dos Goytacazes, além das análises que realizadas com amostras de água dos poços perfurados pelos habitantes de Campo Novo e Venda Nova. Em Material e Métodos, discorre-se sobre como a pesquisa de campo foi realizada.

Em Resultados e Discussão, explicam-se os motivos da opção pela montagem de uma estação convencional – com adição de coagulante e bactericida, mistura rápida, floculação (mistura lenta), decantação e filtração (areia e carvão). Representaram-se as estações desenvolvidas na UPEA por meio de figuras e registraram-se os parâmetros a serem seguidos.

Os custos para a implantação das estações estão abaixo do mercado, visto que as tecnologias empregadas são conhecidas e podem ser desenvolvidas na própria região. Os valores obtidos foram de, no mínimo, 50% menor que os orçamentos levantados.

Os resultados obtidos foram satisfatórios e estão dentro dos parâmetros estabelecidos pela Portaria nº 518 do MS, portanto as alternativas de tratamento de água propostas neste trabalho se mostram viáveis para serem implantadas em comunidades rurais.

A partir desta pesquisa e por meio das estações desenvolvidas, vários outros trabalhos podem ser realizados, como:

- Analisar os resíduos gerados por cada estação e como estes devem ser trabalhados;
- Mapear a qualidade da água da região rural do Norte Fluminense;
- Avaliar a eficiência dos diferentes floclantes utilizados no tratamento de água;
- Avaliar a eficiência de cada meio filtrante e seus limites de tratamento.

Observa-se, portanto, que o tema “tratamento de água”, apesar de bastante discutido, ainda apresenta muito espaço e grande necessidade de desenvolvimento em nossa região, pois é fundamental para a qualidade de vida da população.

## 6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. 2008. Relatório da OMS diz que saneamento em áreas rurais no Brasil não cresce há 16 anos. Disponível em: <<http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2008/05/19/materia.2008-05-19.3862639799/view>> Acesso em: 12 outubro 2008

ALMEIDA, João. Informação como chave do problema. **SECTI Clipping. Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro**. 2006. Disponível em: <[http://www.cbpf.br/~caruso/secti/publicacoes/clippings\\_mensal/dezembro/18\\_12.html](http://www.cbpf.br/~caruso/secti/publicacoes/clippings_mensal/dezembro/18_12.html)>. Acesso em: 08 maio 2007.

AMBIENTE BRASIL, Revista. [entre 2000 e 2007]. Avaliação da qualidade da água. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agua/doce/index.html&conteudo=./agua/doce/artigos/qualidade.html>>. Acesso em: 07 maio 2007.

ARAÚJO, F. G. [entre 2000 e 2006]. **Laboratório de ecologia de peixes: Rio Paraíba do Sul**. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/posgrad/cpgba/tudopsul.htm>>. Acesso em: 08 maio 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR. Qualidade da água / Eduardo Von Sperling. – Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, Departamento de Engenharia Agrícola, 1998. In: ABEAS. **Curso de Gestão de Recursos Hídricos para o Desenvolvimento Sustentado de Projetos Hidroagrícolas**. Módulo, 5.

BARBIERI, J. Poluentes ameaçam mananciais de aquíferos batizados pela Unicamp. In: *Jornal da Unicamp*. [2004]. Disponível em: <[http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/ju/setembro2004/ju266pag04.html](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/setembro2004/ju266pag04.html)>. Acesso em: 20 ago. 2007.

BRASIL a. **Decreto Estadual nº 40.156, de 17 de outubro de 2006**. Disponível em: <<http://www.sindestado.com.br/legislacoes/decreto40156.htm>>. Acesso em: 03 out. 2007.

BRASIL b. **Portaria do Ministério da Saúde nº 518, de 25 de março de 2004.** Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf)>. Acesso em: 03 out. 2007.

BRASIL c. **Portaria do Ministério da Saúde nº 1.469/2000, de 29 de dezembro de 2000.** Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria\\_1469.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_1469.pdf)>. Acesso em: 24 jul. 2008.

BRASIL d. **Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2007.

CAETANO, L. C. **Água subterrânea no município de Campos dos Goytacazes: uma opção para o abastecimento.** 2000. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.

CAIRNCROSS, S.; FEACHEM, R. G. **Environmental health engineering in the tropics: an introductory text.** 4. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1990., apud DANIEL, L. A. (coord.). **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável.** Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2001.

CORIDOLA, R. et al. Uso das Técnicas de Geoprocessamento na Elaboração de Mapa Preliminar de Vulnerabilidade dos Aquíferos do Município de Campos de Goytacazes – RJ. In: **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.** Goiânia, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2933-2940.

COSTA, T. C.; PEDLOWSKI, M. A. [entre 2000 e 2007]. **Um estudo sobre os impactos do acidente ambiental da “Cataguazes de Papel” sobre as comunidades de pescadores da foz do Paraíba do Sul.** Disponível em: <[http://www.anppas.org.br/encontro\\_anual/encontro2/GT/GT17/gt17\\_tanize\\_costa.pdf](http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT17/gt17_tanize_costa.pdf)>. Acesso em: 03 out. 2007.

DANIEL, Luiz Antonio (coord.). **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável.** Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2001.

DI BERNARDO, Luiz; DANTAS, Angela Di Bernardo. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. vol. 1. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2005.

FÓRUM SOCIAL MUNDIAL. 2005. **Declaração do V Fórum Parlamentar Mundial**. Disponível em: [http://www.forumsocialmundial.org.br/dinamic.php?pagina=forum\\_parlamentar](http://www.forumsocialmundial.org.br/dinamic.php?pagina=forum_parlamentar). Acesso em 08 de maio de 2008.

FREITAS M. B.; FREITAS C. M. 2005. **A vigilância da qualidade da água para consumo humano - desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde**. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232005000400022&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232005000400022&script=sci_arttext). Acesso em 08 de maio de 2007.

IBGE. 2000. **Atlas de Saneamento**. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=119](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=119). Acesso em: 07 maio 2007.

IBGE. Cidades @. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em: 15 out 2008.

IESS. 2008. O Brasil no *World Health Statistics* 2008. Disponível em: <http://www.iess.org.br/TD00132008dataWHO.pdf>. Acesso em: 18 out 2008.

INSTITUTO AKATU. 2008. OMS mostra que falta de água potável e de saneamento básico tem solução. Disponível em: <http://www.akatu.org.br/central/noticias/2004/04/192/> Acesso em: 12 out 2008.

MAZENOTTI, Pricilla. 2007. Rompimento de barragem em Minas foi "perigo anunciado", diz professor. In: **Agência Brasil**. Disponível em: <http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2007/01/11/materia.2007-01-11.2357076209/view>. Acesso em: 13 nov 2008.

MORAES, Roberto. 2007. Aterro controlado (Lixão) da Codin opera sem licença ambiental da Feema. In: **Blog do Roberto Moraes**. Disponível em: <<http://robertomoraes.blogspot.com/2007/10/aterro-controlado-lixo-da-codin-opera.html>>.

Acesso em: 13 nov 2008.

O GLOBO. OMS: Gerenciamento da água evitaria 10% do 'fardo' das doenças. 26/06/2008. Disponível em: <[http://oglobo.globo.com/ciencia/salvevoceoplaneta/mat/2008/06/26/oms\\_gerenciamento\\_da\\_agua\\_evitaria\\_10\\_do\\_fardo\\_das\\_doencas-546981258.asp](http://oglobo.globo.com/ciencia/salvevoceoplaneta/mat/2008/06/26/oms_gerenciamento_da_agua_evitaria_10_do_fardo_das_doencas-546981258.asp)>. Acesso em: 18 out 2008.

PERFIL 2005. **Perfil sócio-econômico do município de Campos dos Goytacazes / 2005**. Disponível em: <<http://www.campos.rj.gov.br/Perfil-2005/index.htm>>. Acesso em 15 jun 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ. 2008. Disponível em: <<http://www.campos.rj.gov.br/>>. Acesso em: 18 out 2008.

REBOUÇAS, A. C. 1999. **Groundwater resources in South America**. Disponível em: <<http://www.episodes.org/backissues/223/232-237%20Aldo.pdf>>. Acesso em: 14 set 2007.

REDE CERRADO. Brasil Confirma Recorde Perverso. 08/04/2008. Disponível em: <[http://www.redecerrado.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=168:brasil-confirma-recorde-perverso&catid=3:curtas&Itemid=48](http://www.redecerrado.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=168:brasil-confirma-recorde-perverso&catid=3:curtas&Itemid=48)>. Acesso em: 15 out 2008.

RODRIGUES, K. 2006. **Derramamento de lama polui rio no RJ**. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2006/mar/03/237.htm>>. Acesso em: 08 maio 2007.

SANTOS, M. G. **Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas dos sistemas aquíferos sedimentares da região de Campos dos Goytacazes**. 2004. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DO PARANÁ. 2008. **Água e saneamento básico. Relatório da OMS.** Disponível em: <<http://biologia.seed.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=148>>. Acesso em: 12 outubro 2008.

SILVA, G. C. **Estudo da evolução geológica e geomorfológica da região da Lagoa Feia.** 1987. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói (RJ).

SHUBO, T. **Sustentabilidade do abastecimento e da qualidade da água potável humana.** 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências de Saúde Pública) – Fundação Oswaldo Cruz, RJ.

TRIGUEIRO, A. **O desafio de levar água para todos.** 2003. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br/agua/ana-tirgkelman.htm>>. Acesso em: 07 maio 2007.

## **ANEXOS**

Tabela 5 - Padrão de aceitação para consumo humano

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP <sup>(1)</sup>
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH <sub>3</sub> )	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	uH <sup>(2)</sup>	15
Dureza	mg/L	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Odor	-	Não objetável <sup>(3)</sup>
Gosto	-	Não objetável <sup>(3)</sup>
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1.000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,05
Surfactantes	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez	UT <sup>(4)</sup>	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

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

(3) critério de referência

(4) Unidade de turbidez.

# EPIDEMIOLOGIA

Casos confirmados de leptospirose e hepatite A, notificados em 2007.

## LEPTOSPIROSE

NM_BAIRRO	Qtd. de casos
BARCELOS	1
TRAVESSAO	1
JARDIM CARIOCA	1
PONTA DA LAMA	1

## HEPATITE A

NM_BAIRRO	Qtd. de casos
GUARUS	1
MORANGABA	17
NOVA BRASILIA	1
RIO PRETO	1
SANTA MARIA DE CAMPOS	1
SÃO JOSÉ	3
TRAVESSÃO	3

*Elisabeth Cristina Costa Trindade*  
 Diretora de Epidemiologia  
 PRCE SUS  
 4/8/08

## EPIDEMIOLOGIA

CAJUMBA		3	3
CEASA	27	92	119
CENTRO	60	72	132
CHIA TUBA	1	2	3
CRUZEIRO DE LUZ	28	31	59
CRUZEIRO	29	54	83
CRUZEIRO DE MACABU			0
CRUZEIRO JOSINO	9	11	20
CRUZEIRO FUNDO	1		1
CRUZEIRO PENTEZA	5	1	6
CORRIENTES	24	18	42
CUPIM			0
CUSTODOPOLIS	113	163	276
DEBENIBA			0
DEBENEDO			0
DEBERTO			0
DEBOMBOSCO	1	2	3
DEBRODRIGO	1	3	4
DEBMANANA	64	37	101
DEBSES DE MACABU	48	37	85
DEBORADO	119	209	328
DEBSPINHO	15	4	19
DEBESPIRITO SANTINHO			0
DEBPLANADA	9	12	21
DEBPAROL	4	7	11
DEBFAZENDINHA	2	2	4
DEBFLAMBOYANT	1	2	3
DEBFRONDO	31	46	77
DEBFRONTO	1		1
DEBFRONTOZES	293	210	503
DEBGRUSSAI	3	2	5
DEBGRANDU	3	12	15
DEBGRARUS	138	188	326
DEBGRAXINDIBA	1		1
DEBGRUARI	5	6	11
DEBGRERTO	1	2	3
DEBGRIBOCA	43	32	75
DEBIGNORADA			0
DEBIMBE	10	14	24
DEBIMBURI		1	1
DEBIMPERIAL	18	6	24
DEBINDUSTRIAL		3	3
DEBIPS	6	6	12
DEBIBOCA	1		1
DEBITAPERUNA			0
DEBITERERE	1	2	3
DEBIACARANDA	1		1
DEBIGARDIM CARIOCA	79	72	151
DEBIGOA VISTA	4	5	9
DEBIGDAS ACACIAS	1		1
DEBIGPALMARES	1		1
DEBIGJOAO MARIA	9	13	22
DEBIGJOCKEY CLUB	62	124	186
DEBIGJOAO NOGUEIRA	2		2
DEBIGLACOA DAS PEDRAS	7	9	16
DEBIGLAGOA DE CIMA	15	4	19

Diretoria de Estatística e Epidemiologia  
 PMS - SUS - RJM 52.228.4.1.1

## EPIDEMIOLOGIA

ALFAMA	1		1
ALTO	7	10	17
ALVARO	2		2
ALMEIDA DO AMARO		2	2
ALTO BRANCO	13	8	21
ALTO DE JANEIRO	1	1	2
ALTO PRETO	1	16	17
ALDOVIÁRIO	2	4	6
ALVARO	17	30	47
ALVARETE	2	1	3
ALTA ANA	1	8	9
ALTA CLARA	7	12	19
ALTA EDWIRGES	2		2
SANTA HELENA	17	28	45
SANTA MARIA DE CAMPOS	3	1	4
SANTA ROSA	148	226	374
SANTO AMARO	4	6	10
SANTO ANTONIO	7	10	17
SANTO EDUARDO		1	1
SANTOS DUMONT	7	7	14
SANTO BENEDEITO	9	22	31
SANTO DÊNTO	1		1
SANTO CAETANO	7	6	13
SANTO DIOGO			0
SANTO DOMINGOS	12	15	27
SANTO FIDÉLIS	4		4
SANTO FRANCISCO DE ITABAPOANA	4	3	7
SANTO JOÃO DA BARRA	3	4	7
SANTO JOÃO DE MERITI			0
SANTO JORGE	8		8
SANTO JOSE	23	36	59
SANTO MARTINHO	4		4
SANTO MATEUS	76	115	191
SANTO SEBASTIÃO	6	6	12
SANTO SILVESTRE	40	75	115
SANTO TURNINO BRAGA	37	31	68
SANTO VERINHA	9	7	16
TAMANDARÉ	1		1
TAPERÁ	110	97	207
TARCÍSIO MIRANDA	3	8	11
TERRA PROMETIDA	4	16	20
TUCUÁIA			0
TODOS	39	38	77
TRÊS VESSÃO	29	56	85
TRÊS VENDAS	5	5	10
TRINIDADE			0
TROPICAL	6	11	17
TURF CLUB	39	49	88
UNIVERSITÁRIO			0
URURAI	570	394	964
USINA CAMBAIBA			0
USINA SANTA CRUZ	4	9	13
USINA SANTO ANTONIO	6	10	16
USINA SÃO JOÃO	5	12	17
USINA SAPUCAIA	3	5	8
VAL DO MATO	1		1

Elaboração: Prof. Dr. João Paulo  
 Direção de Estatística e Informação  
 MEC - Sub. (PRM) 22/2004-6

## EPIDEMIOLOGIA

ALFAMA	1		1
ALFEN	7	10	17
ALFENSO	2		2
ALFREDO DO AMARO		2	2
ALTO BRANCO	13	8	21
ALTO DE JANEIRO	1	1	2
ALTO PRETO	1	16	17
ALDOVIÁRIO	2	4	6
ALVARO	17	30	47
ALVARETE	2	1	3
ALVIANA	1	8	9
ALVIA CLARA	7	12	19
SANTA EDWIRGES	2		2
SANTA HELENA	17	28	45
SANTA MARIA DE CAMPOS	3	1	4
SANTA ROSA	148	226	374
SANTO AMARO	4	6	10
SANTO ANTONIO	7	10	17
SANTO EDUARDO		1	1
SANTOS DUMONT	7	7	14
SANTO SPENEDITO	9	22	31
SANTO PÉNTO	1		1
SANTA CAETANO	7	6	13
SANTO DIOGO			0
SANTO DOMINGOS	12	15	27
SANTO FIDÉLIS	4		4
SANTO FRANCISCO DE ITABAPOANA	4	3	7
SANTO JOÃO DA BARRA	3	4	7
SANTO JOÃO DE MERITI			0
SANTO JORGE	8		8
SANTO JOSE	23	36	59
SANTO MARTINHO	4		4
SANTO MATEUS	76	115	191
SANTO SEBASTIÃO	6	6	12
SANTO SILVESTRE	40	75	115
SANTO URNINO BRAGA	37	31	68
SANTO ZENINHA	9	7	16
TAMANDARE	1		1
TAPERÁ	110	97	207
TARCISIO MIRANDA	3	8	11
TERRA PROMETIDA	4	16	20
TOCAIA			0
TOCOS	39	38	77
TRAVESSÃO	29	56	85
TRES VENDAS	5	5	10
TRINIDADE			0
TROPICAL	6	11	17
TURF CLUB	39	49	88
UNIVERSITARIO			0
URURAI	570	394	964
USINA CAMBAIBA			0
USINA SANTA CRUZ	4	9	13
USINA SANTO ANTONIO	6	10	16
USINA SÃO JOÃO	5	12	17
USINA SAPUCAIA	3	5	8
VAL DO MATO	1		1

Alameda Mackenzie, 1000 - Tupy  
 Diretoria de Estatística - Tupy  
 MG - SUS - CRM 52.202/11

## EPIDEMIOLOGIA

Casos de Diarreia por Bairro Notificados em Campos dos Goytacazes de Janeiro a Dezembro de 2007.

<b>Bairro:</b>	<b>DIARREIA</b>	<b>DIARREIA &lt; 5 ANOS</b>	<b>Total</b>
ALVARADO	1	2	3
ALVARADO PORTO	49	58	107
ALVINA	37	33	70
ANTHAVILLE		3	3
ARREDO DA AREIA	3		3
ARREDO DO ELIZEU	4	1	5
ARVORADA	30	20	50
ARZELICA		1	1
ARZUAMA	1		1
ARZURA	1		1
ARZURINA		1	1
ARZURERA	27	62	89
ARZURISA	2	1	3
ARZURIA GRANDE	9	6	15
ARZURIA RANGEL		3	3
ARZURIA		2	2
ARZURIAZAR			0
ARZURIAZARANTE	27	53	80
ARZURIAZARILLOS	3	3	6
ARZURIA DE ITABAPOANA			0
ARZURIA DO JACARE		1	1
ARZURIA SECA			0
ARZURIA DA LIBERDADE			0
ARZURIA DO TAI	7	3	10
ARZURIA VISTA	12	11	23
ARZURIA VISTA	17	17	34
ARZURIA SUCESSO	4	1	5
ARZURIA		1	1
ARZURIA GRANDE	4	6	10
ARZURIA			0
ARZURIA GALHO	5	12	17
ARZURIA FRIO	1		1
ARZURIA CASOIO	3	1	4
ARZURIA HOEIRO DE ITAPEMIRIM			0
ARZURIA	21	20	41
ARZURIA	6	4	10
ARZURIA DEIRO			0
ARZURIA ABOUÇO	124	104	228
ARZURIA CALIFORNIA	32	60	92
ARZURIA CABAIBA	2	3	5
ARZURIA DE AREIA	3	4	7
ARZURIA LIMPO	4	9	13
ARZURIA NOVO	6	6	12
ARZURIA CANAIA	5	18	23
ARZURIA DAS FLEXAS	1		1
ARZURIA	2	1	3
ARZURIA GUSO MOREIRA	2	1	3
ARZURIA RIMO	1	2	3
ARZURIA RIVÃO	6	11	17

Elizabeth Anderson Costa Mendes  
 Diretora de Epidemiologia  
 P.M.C.S. S/S. Cam. 5. 28349-00  
 09/08/08

## EPIDEMIOLOGIA

VILA NOVA	2	2	4
VILA DA NOVA	1	3	4
VILA DA CRUZ	10	13	23
VILA DE VIANA	3	4	7
VILA VICENTE DIAS	27	17	44
VILA INDUSTRIAL	6	10	16
VILA DAS MANHÃES		1	1
VILA DA NOVA 20	7	5	12
VILA ROMANA			0
VILA DO VIAGE POETA			0
VILA DOS TELES			0
VILA DA MOTA	8	4	12
TOTAL	3740	4282	8022



## Questionário Sócio-Ambiental

Nome: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_ Identificação: \_\_\_\_\_

Coordenadas: \_\_\_\_\_ S \_\_\_\_\_ W

1 – A residência possui água fornecida pelo município?

 sim       não

Qual fonte? \_\_\_\_\_

2 – Características da água utilizada:

 cor cheiro límpida \_\_\_\_\_

3 – Com que frequência é feita a limpeza da caixa d'água?

 01 vez por ano 02 vezes por ano nunca outros \_\_\_\_\_

4 – A residência possui tratamento para o esgoto sanitário?

 sim       não

Qual? \_\_\_\_\_

Quantos metros entre a fossa e a fonte d'água? \_\_\_\_\_

5 – A água consumida é:

 clorada     fervida     sem tratamento     outros \_\_\_\_\_

6 – Quantas pessoas vivem na casa?

\_\_\_\_\_ pessoas

7 – Qual a renda da família?

( ) meio salário mínimo ( ) 01 SM ( ) 02 SM ( ) mais 02 SM

8 – Recebe alguma assistência do governo?

( ) sim ( ) não

Qual? \_\_\_\_\_

9 – Quais doenças já foram contraídas pelos membros da família? Quantos membros e qual a frequência?

( ) verminose \_\_\_\_\_ membros \_\_\_\_\_ vezes no ano

( ) diarreia \_\_\_\_\_ membros \_\_\_\_\_ vezes no ano

( ) dengue \_\_\_\_\_ membros \_\_\_\_\_ vezes no ano

( ) problemas de pele \_\_\_\_\_ membros \_\_\_\_\_ vezes no ano

( ) leptospirose \_\_\_\_\_ membros \_\_\_\_\_ vezes no ano

( ) outros \_\_\_\_\_

10 – A localidade possui atendimento médico?

( ) sim ( ) não

Qual: \_\_\_\_\_

Observações:

---

---

---

---

---

---

---

---