



**Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Gestão Ambiental**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO  
DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO**

**LEILA DE CARVALHO HERDY ROLIM**

**Orientador:** Prof<sup>o</sup> *Msc.* Rafael Barreto Almada.

**NILÓPOLIS**

**2012**

**Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Gestão Ambiental**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO  
DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO**

**LEILA DE CARVALHO HERDY ROLIM**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Gestão Ambiental.

**Orientador:** Prof. *Msc.* Rafael Barreto Almada.

**NILÓPOLIS**

**2012**

HERDY, LEILA DE CARVALHO

Qualidade da Água de Abastecimento do Município do Rio de Janeiro [Rio de Janeiro]

2011

45 p. 29,7cm (Especialização em Gestão Ambiental/IFRJ, 2011)

Trabalho de conclusão de curso – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do  
Rio de Janeiro

**Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Gestão Ambiental**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO  
MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO**

**LEILA DE CARVALHO HERDY ROLIM**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Gestão Ambiental.

Aprovada em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012.

Banca Examinadora

---

Prof. *Msc.* Rafael Barreto Almada

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

---

Prof. *Dr<sup>a</sup>* Danielle Frias Ribeiro Bisaggio

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

---

Prof. *Dr.* Manoel Ricardo Simões

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Dedico este trabalho a minha família:  
mãe, filha, marido, irmão (*in memoriam*)  
e avós Luiz e Edna (*in memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Rafael Almada, agradeço por ter assumido a orientação dessa monografia, pelos ensinamentos, pela confiança, pelo apoio, atenção e paciência.

À atual coordenadora do programa Danielle Bisaggio e a primeira coordenadora Luíza Helena Murad, pela dedicação e comprometimento na função, pela compreensão, pelos ajustamentos dos prazos e por sempre ouvir os alunos antes das tomadas de decisão.

A todos os professores do programa, em especial ao Professor Manoel Ricardo que sempre se dispôs a contribuir com seu conhecimento e experiência para a realização deste trabalho.

À Daniele da secretaria, que sempre me forneceu os documentos que precisei de maneira rápida e eficiente.

Aos amigos de turma Ana Bia, Andréa, Elita, Janilson, Letícia, Luciano, Márcio, Rosana, Soraya e Vivi, que fizeram o curso se tornar ainda mais agradável.

Aos incomparáveis amigos que sempre incentivaram e apoiaram crescimento profissional: Chris, Mingau e Vanessa. Especialmente a Chris por ter me indicado a Especialização.

À minha mãe não só por ter me dado a vida, mas também pela amizade, por sempre estar por perto apoiando e incentivando meu crescimento pessoal e profissional. Por ser o meu alicerce durante os momentos de dificuldade, prosperidade, alegria ou tristeza. Pela atenção e carinho com a minha filha nos momentos em que precisei me ausentar para assistir as aulas.

Ao meu marido Marcelo não só por ter me ajudado com a formatação do documento, mas pelo companheirismo e tudo o que representa na minha vida.

À minha filha que me transmite alegria, me traz esperança e me torna uma pessoa melhor.

A todos aqueles que, embora não citados, me contemplaram com apoio, carinho e presença inestimáveis!

Muito obrigada!

*Água suja não pode ser lavada!*

Provérbio africano.

## RESUMO

A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde define os padrões de potabilidade da água para consumo humano e revoga a Portaria 518/2004. Para garantir o cumprimento da exigência desta portaria quanto ao controle da qualidade da água, análises de parâmetros, físicos, químicos e biológicos devem ser feitas periodicamente e, por determinação do Decreto Federal 5440/2005, os resultados devem ser informados ao consumidor. No presente trabalho avaliou-se a qualidade da água em Sistemas de Abastecimento do Município do Rio de Janeiro com tratamento convencional e simplificado nos anos de 2009 e 2010, interpretando-se os dados publicados pela empresa responsável pelo abastecimento público relativos a parâmetros físicos, químicos e microbiológicos (cor, turbidez, cloro residual, coliformes totais e coliformes termotolerantes) de acordo com os padrões estabelecidos pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, dispositivo vigente a época. A análise dos resultados demonstra que a qualidade da água fornecida ainda apresenta pequenas inconformidades com o padrão exigido pela portaria, especialmente no que se refere a qualidade microbiológica.

Palavras-chave: Potabilidade da água, sistemas de abastecimento e tratamento da água.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Distribuição porcentual da massa de água no planeta.	2
Tabela 2	Padrão de aceitação de Cloro Residual para consumo humano	6
Tabela 3	Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano segundo a Portaria 2914/2011 do MS.	8
Tabela 4	Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano segundo a Portaria nº 518/2004 do MS	9
Tabela 5	Padrão de turbidez e cor da água para consumo humano	10
Tabela 5	Total e percentual de amostras analisadas pela CEDAE fora do padrão de qualidade para parâmetros de cor, turbidez, cloro residual, coliformes totais e coliformes termotolerantes. (Guandu –2009 e 2010).	24
Tabela 6	Total e percentual de amostras analisadas pela CEDAE fora do padrão de qualidade para parâmetros de cor, turbidez, cloro residual, coliformes totais e coliformes termotolerantes. (Ribeirão das Lajes – 2009 e 2010).	25
Tabela 7	Total e percentual de amostras analisadas pela CEDAE fora do padrão de qualidade para parâmetros de cor, turbidez, cloro residual, coliformes totais e coliformes termotolerantes. (Camorim - 2010).	26
Tabela 8	Total e percentual de amostras analisadas pela CEDAE fora do padrão de qualidade para parâmetros de cor, turbidez, cloro residual, coliformes totais e coliformes termotolerantes. (Gávea Pequena – 2009 e 2010).	27
Tabela 9	Total e percentual de amostras analisadas pela CEDAE fora do padrão de qualidade para parâmetros de cor, turbidez, cloro residual, coliformes totais e coliformes termotolerantes. (Mendanha –2009 e 2010).	28

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Distribuição percentual de água no planeta.	1
Figura 2	Distribuição geográfica da água doce. (IWMI, 2010).	3
Figura 3	Componentes do sistema de abastecimento de água. (FUNASA, 2006)	11
Figura 4	Esquema simplificado das etapas do tratamento convencional de água. (FUNASA 2006).	12
Figura 5	Bacia Hidrográfica do Guandu (Modificado de INEA, 2008).	15
Figura 6	Vista área da ETA Guandu. (CEDAE, 2010)	16
Figura 7	Represa Ribeirão das Lajes. (CEDAE, 2010)	17
Figura 8	Unidade de tratamento Camorim. (CEDAE, 2010).	18
Figura 9	Unidade de tratamento Gávea Pequena. (CEDAE, 2010).	19
Figura 10	Rio Mendanha. (CEDAE, 2010).	20
Figura 11	Resumo esquemático da metodologia	22
Figura 12	Amostras com valores superiores ao padrão de qualidade de cor para os sistemas: a) Guandu, b) Ribeirão das Lajes, c) Camorim, d) Gávea Pequena e e) Mendanha.	29
Figura 13	Amostras com valores superiores ao padrão de qualidade turbidez para os sistemas: a) Guandu, b) Ribeirão das Lajes, c) Camorim, d) Gávea Pequena e e) Mendanha.	31
Figura 14	Amostras com valores superiores ao padrão de qualidade cloro residual para os sistemas: a) Guandu, b) Ribeirão das Lajes, c) Camorim, d) Gávea Pequena e e) Mendanha.	33
Figura 15	Amostras com valores superiores ao padrão de qualidade para coliformes totais para os sistemas: a) Guandu, b) Ribeirão das Lajes, c) Camorim, d) Gávea Pequena e e) Mendanha.	34
Figura 16	Amostras com valores superiores ao padrão de qualidade para coliformes termotolerantes para os sistemas: a) Guandu, b) Ribeirão das Lajes, c) Camorim, d) Gávea Pequena e e) Mendanha.	36

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	01
1.1 Distribuição da água.....	01
1.2 Usos Múltiplos .....	04
1.3 Escassez pelo comprometimento da qualidade.....	04
1.4 Potabilidade da água.....	05
1.5 Sistemas Abastecimento e tratamento da água.....	09
2. OBJETIVOS .....	12
2.1 Geral .....	
2.2 Específicos.....	
3. ÁREA DE ESTUDO .....	13
3.1 Sistema Guandu .....	
3.2 Ribeirão das Lajes .....	
3.3 Camorim .....	
3.4 Gávea Pequena.....	
3.5 Mendanha .....	
4. METODOLOGIA .....	19
5. RESULTADOS .....	21
5.1 Sistema Guandu .....	
5.2 Ribeirão das Lajes .....	
5.3 Camorim .....	
5.4 Gávea Pequena.....	
5.5 Mendanha .....	
6. DISCUSSÃO .....	35
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	38
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Distribuição da água

A água ocupa cerca de 70% da superfície do planeta, perfazendo um volume total de aproximadamente 1.400 milhões de km<sup>3</sup>. Aparentemente, a oferta para abastecimento é inesgotável. Porém desse total 97,5% são de águas salgadas dos oceanos que não podem ser aproveitadas para a maioria das atividades humanas, principalmente de abastecimento público, uma vez que a desanilização é, em alguns países, economicamente inviável. Apenas cerca de 35 milhões km<sup>3</sup> corresponde ao volume de água doce, ou seja, apenas 2,5% do volume total. Aproximadamente 24 milhões km<sup>3</sup> ou 68,9% de água doce do planeta se encontram em forma de gelo ou neve, principalmente nas regiões do Ártico e da Antártica, 29,9% correspondem às águas subterrâneas, 0,9% é responsável pela umidade do solo e pântanos.

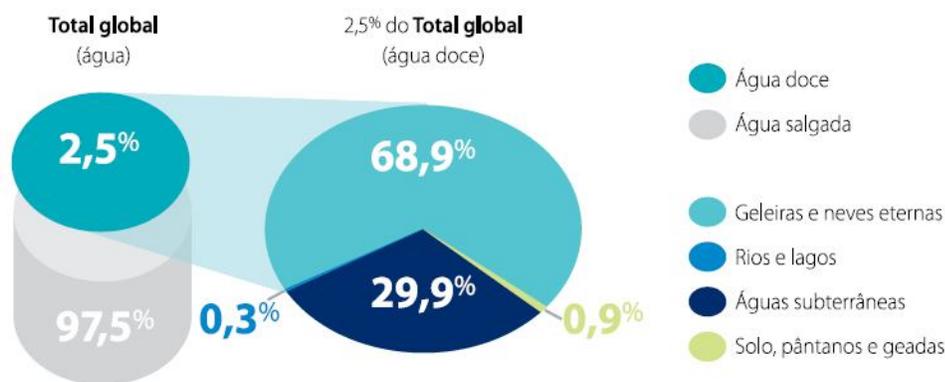


Figura 1 – Distribuição percentual de água no planeta. (Consumers International/ MMA/ MEC/IDEC, 2005).

A água superficial presente em rios e lagos é, na maioria das vezes, utilizada para abastecimento público (FUNASA, 2006). Isso torna o cenário ainda mais agravante, pois como observado na Figura 1, o volume de recursos hídricos superficiais disponíveis corresponde ao percentual de 0,3% do total de água doce.

Tabela 1 – Distribuição percentual da massa de água no planeta.

<b>Localização</b>	<b>Volume (10<sup>6</sup> km<sup>3</sup>)</b>	<b>Porcentagem de água total (%)</b>	<b>Porcentagem de água doce (%)</b>
<b>Oceanos</b>	1338	96,5	
<b>Água Subterrânea</b>	23,4	1,7	
<b>Doce</b>	0,76	0,055	
<b>Umidade do Solo</b>	0,0012	0,05	
<b>Calotas Polares</b>	24,1	1,74	68,9
<b>Geleiras</b>	0,041	0,003	0,12
<b>Lagos</b>	0,176	0,013	0,26
<b>Doce</b>	0,091	0,007	
<b>Salgado</b>	0,085	0,006	
<b>Pântanos</b>	0,011	0,0008	0,03
<b>Rios</b>	0,002	0,0002	0,006
<b>Biomassa</b>	0,0001	0,003	
<b>Vapor na atmosfera</b>	0,001	0,04	
<b>Total de água doce</b>	2,53	100	
<b>Total</b>	1.386	100	

(Modificado de Braga *et al*,2005).

O percentual de 0,3% de água doce pode parecer ainda menor quando relativo ao volume total de água presente no planeta, pois de acordo com a Tabela 1, os lagos contribuem com 0,013% e os rios com apenas 0,0002% deste total, somando menos que 0,1%.

Segundo Salati *et al* (2006), a água está distribuída de forma não homogênea pelo globo terrestre, dependendo de diversos fatores naturais e/ou antrópicos. Dentre os

principais determinantes naturais da quantidade de água presente nos corpos hídricos, em curto prazo, destaca-se variação sazonal das precipitações. Rebouças (2006) destaca que os maiores rio do mundo se encontram nas regiões mais úmidas da Terra.

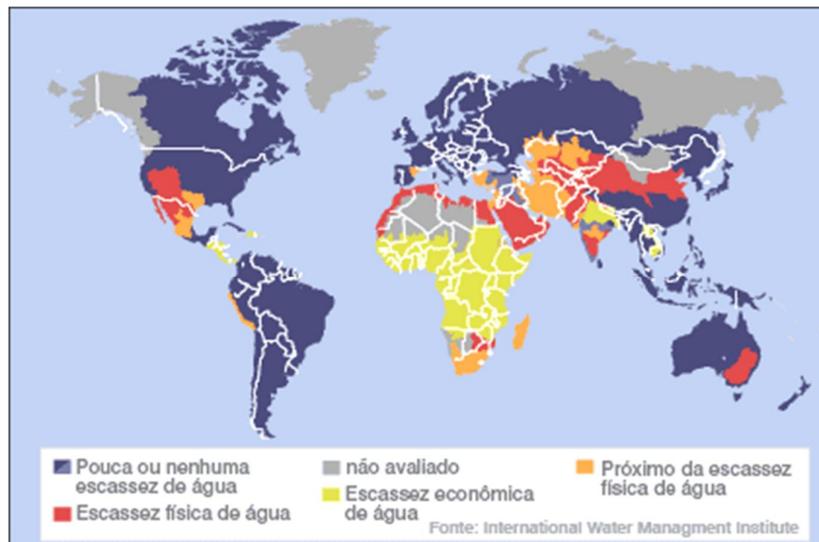


Figura 2 – Distribuição geográfica da água doce. (IWMI, 2010).

Como se pode observar na figura 2, o Brasil figura no cenário mundial uma posição privilegiada abrigando 12% do total mundial de água doce e 53% do total do continente sul-americano (Rebouças, 2006). Porém a distribuição ocorre de maneira desigual nas regiões e inversamente proporcional à densidade demográfica. A maior parte dos recursos hídricos se concentra na região Norte que abriga 68,5% do total brasileiro, enquanto no Nordeste há 3,3%. O Sudeste que é densamente povoado possui somente 6,0% do total de águas brasileiras, enquanto que o Sul detém 6,5% e o Centro-oeste 15,7% (SRHU/MMA, ITAIPU Binacional & Instituto ECOAR, 2011).

## **1.2 Usos Múltiplos da água**

A água é conhecida como solvente universal por sua característica de dissolver inúmeras substâncias como açúcares, sais, proteínas, gases, etc. Garante o equilíbrio dos ecossistemas através da manutenção dos ciclos biológicos, geológicos e químicos. Desempenha importante papel na manutenção da vida animal e vegetal, sendo responsável por manter a homeostase, participando de diversas reações químicas nos organismos, ora como produto, ora como reagente dessas reações, moderando temperatura corporal, participando da digestão, transporte de nutrientes, excreção, dentre diversas outras funções. (Ricklefs, 2010). Além da manutenção de atividades relacionadas ao metabolismo, os seres humanos necessitam da água para as mais diversas atividades cotidianas, o que a torna uma referência cultural. É indispensável para higiene pessoal, serve de insumo para inúmeras atividades industriais, comerciais, agrícolas e pecuárias, navegação, pesca, entre outras. O uso múltiplo da água constitui um dos fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) que foi regulamentada pela Lei Federal 9433/97. A delimitação do direito do uso torna-se mais complicada quando se leva em conta os diversos usos, pois gera conflitos de interesses nos diferentes setores. Para dirimir esses possíveis conflitos advindos do uso múltiplo foram criados os comitês de bacia que, dentre outras atribuições, tem competência para arbitrar, em primeira instância, conflitos de usos. Respeitando o fundamento da gestão descentralizada e participativa previsto na PNRH, os comitês de bacia são órgãos colegiados com representação do poder público, dos usuários das águas e entidades civis com atuação na área da respectiva bacia. Fica claro que os comitês de bacias apresentam um papel fundamental para a geração de mecanismos de gestão capazes de atender os diversos interesses políticos e econômicos levando em consideração os princípios do desenvolvimento sustentável.

Apesar de não ter estabelecido a ordem de prioridade para as diversas atividades, a

PNRH enfatiza o uso preferencial para consumo humano e dessedentação de animais em casos de escassez (Milaré, 2011).

### **1.3 Escassez pelo comprometimento da qualidade**

Para satisfazer suas necessidades, o homem comprometeu a disponibilidade de água por considerá-la, erroneamente, um recurso natural ilimitado, pois apesar de se renovar através do ciclo hidrológico, sua quantidade varia muito pouco, permanecendo praticamente a mesma. Devido a esse posicionamento, o homem utilizou o recurso de maneira indiscriminada, não respeitando o tempo necessário para que o ciclo hidrológico se completasse e poluindo as águas superficiais sem levar em conta a qualidade do corpo receptor e sua capacidade de autodepuração. Além disso, com o crescimento demográfico a demanda por água aumentou significativamente. Esses fatores ocasionaram a escassez tanto por perda da qualidade, quanto por quantidade. No Brasil a escassez está intimamente relacionada com falta de tratamento e planejamento para destinação dos efluentes oriundos das atividades humanas, acarretando o comprometimento da qualidade dos corpos hídricos. A contaminação pode ser resultado de atividades humanas ou ter origem natural. Dentre as causas oriundas das atividades antrópicas pode-se destacar o lançamento de esgoto sem tratamento prévio nos corpos hídricos, contaminação dos lençóis freáticos por percolação devido à destinação errônea dos resíduos sólidos, esgotos industriais e resíduos sólidos (SNSA, 2007). Contribuem ainda para a deterioração da qualidade das águas o desmatamento que resulta da erosão dos solos e assoreamento dos rios e principalmente na região norte, onde há uma considerável contaminação por agrotóxicos provenientes da agricultura e mercúrio do garimpo. (Krause & Rodrigues, 2008).

#### **1.4 Potabilidade da água**

A água não se encontra desprovida de substâncias dissolvidas na natureza, carregando diversas substâncias, íons compostos e elementos dissolvidos. Além disso, dependendo do manancial utilizado para captação, a água pode conter diversos outros componentes, imperceptíveis aos sentidos, mas que dependendo da concentração a torna imprópria para consumo humano por oferecer riscos à saúde. Com o objetivo de proteger e promover a saúde humana, a Organização Mundial de Saúde editou normas internacionais que devem ser observadas pelos países. Seguindo essas recomendações, o Brasil definiu normas e padrões de potabilidade da água para consumo humano através do Ministério da Saúde, órgão designado pelo Decreto Federal 79.367/79 para tal. No dia 14 de dezembro de 2011 foi publicada no Diário Oficial da União a Portaria nº 2.914, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Esta portaria revoga e substitui integralmente a Portaria MS nº 518/2004, que estabelecia os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

A portaria em questão define água potável como aquela utilizada para consumo humano e com parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos controlados de modo a atender aos padrões de potabilidade e não oferecer riscos à saúde. Portanto, pode-se dizer que água potável é aquela que apresenta quantidade mínima de agentes causadores de danos a saúde humana e ausência de contaminação biológica e toxicológica (Philippi Jr & Silveira, 2005). Os parâmetros para a certificação da água para consumo humano são expressos em valores máximos permitidos (VMP) de concentração de uma série de substâncias e componentes presentes na água, contemplando ainda análise de substâncias responsáveis pela estética e características organolépticas.

De acordo com a Portaria nº 518/2004 do MS, ao final do tratamento e após a

desinfecção, é recomendável que o teor máximo de cloro na água que será fornecida para abastecimento público seja de 2 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em qualquer ponto da rede de distribuição (Tabela 2).

Tabela 2 - Padrão de aceitação de Cloro Residual para água de abastecimento humano

<b>Parâmetro</b>	<b>Concentração</b>
Cloro residual após desinfecção	Mínimo de 0,5 mg/L
Cloro residual em qualquer ponto da rede de distribuição	Mínimo de 0,2 mg/L Máximo de 2,0 mg/L

A Portaria n° 2914/2011 do MS, atualmente em vigor, manteve os valores estabelecidos para este parâmetro, porém acrescentou uma descrição detalhada da metodologia a ser praticada na aplicação do cloro ou outra substância desinfetante. O tempo de contato mínimo, em minutos, varia para a desinfecção por meio da cloração, em função da concentração de cloro residual livre, da temperatura e do pH da água.

Devido à água ser um eficiente veículo de enteropatógenos causadores de inúmeras doenças em seres humanos, faz-se necessário o controle e monitoramento microbiológico da água para consumo humano. Os coliformes totais são bacilos gram negativos que incluem, além de bactérias não entéricas como a *Serratia* sp. e *Aeromonas* sp., espécies presentes no trato intestinal de mamíferos. Por ser um grupo abrangente e incluir outras espécies não entéricas, os coliformes totais não são utilizados como indicativo de contaminação fecal, porém serve como indicativo das condições higiênicas da água. Os coliformes termotolerantes, também conhecidos como coliformes fecais, têm como principal representante a bactéria *Escherichia coli* (SNSA, 2007). Esse grupo se diferencia dos coliformes totais por estar restrito ao trato intestinal de animais de sangue quente e por

isso, suporta temperaturas acima de 40°C, fermentando a lactose a 44°C. Pelo mesmo motivo se mostram mais eficientes como indicativo de contaminação sanitária. O controle e o monitoramento de coliformes fecais assumem grande importância perante a saúde pública visto que são indicativos da presença de microorganismos responsáveis por doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera (BARCELLOS, 2006). Considerando o risco que esses microorganismos podem representar para a saúde pública, a nova Portaria em vigor, exige ausência de coliformes termotolerantes e coliformes totais em 100mL na saída do tratamento. Da mesma maneira, nos sistema de distribuição é necessária a ausência de coliformes termotolerantes em 100mL e para sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes, apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo. Já para os sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes a portaria determina ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês (Tabela 3).

Tabela 3 – Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano segundo a Portaria 2914/2011 do MS.

	<b>Parâmetro</b>	<b>VMP<sup>1</sup></b>
<b>Água para consumo humano</b>	<i>Escherichia coli</i> <sup>2</sup> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100mL
<b>Água na saída do tratamento</b>	Coliformes totais <sup>3</sup>	Ausência em 100mL
<b>Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)</b>	<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100mL
<b>Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)</b>	Coliformes totais <sup>4</sup>	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes: Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo.

Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes:  
Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês.

(Modificado de Brasil, 2011)

- (1) Valor máximo permitido.
- (2) Indicador de contaminação fecal.
- (3) Indicador de eficiência de tratamento.
- (4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Comparando-se a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde que dispõe sobre potabilidade e controle da qualidade da água para consumo com a atual que a substituiu (Portaria nº 2914/2011), nota-se que para o padrão microbiológico, a principal alteração foi em relação aos coliformes totais na água tratada e sistema de distribuição que anteriormente determinava o valor máximo permitido tomando-se por base a quantidade de amostras analisadas no mês por um determinado sistema de abastecimento. Atualmente, a Portaria em vigor utiliza o quantitativo populacional atendido pelo sistema de abastecimento para definir o valor máximo permitido para o parâmetro microbiológico em questão (Tabela 4).

Tabela 4 – Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano segundo a Portaria nº 518/2004 do MS

	<b>Parâmetro</b>	<b>VMP<sup>(*)</sup></b>
<b>Água para consumo humano</b>	<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100ml
<b>Água na saída do tratamento</b>	Coliformes totais	Ausência em 100ml
<b>Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)</b>	<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100ml
	Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95%

---

das amostras examinadas no mês;  
Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês:  
Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml

---

(\*) Valor Máximo Permitido

Para o parâmetro de turbidez, a inovação da Portaria recentemente publicada consiste em metas progressivas para o cumprimento do valor máximo permitido de 0,5 uT para filtração rápida e de 1,0 uT para filtração lenta.

Na Portaria n° 518/2004, ainda vigente a época das análises realizadas pela CEDAE, o valor máximo permitido para turbidez era 5UT e para cor 15 uH (Tabela 5).

Tabela 5 - Padrão de turbidez e cor da água para consumo humano

<b>Parâmetro</b>	<b>VMP</b>
Cor aparente	15 uH <sup>(1)</sup>
Turbidez	5UT <sup>(2)</sup>

(1) Unidade de Hazen (mg Pt-Co/L).

(2) Unidade de Turbidez

### **1.5 Sistemas de abastecimento e tratamento da água**

Os sistemas de abastecimentos de água foram desenvolvidos com a função de alterar as características nocivas que podem estar presentes nos mananciais para torná-la propícia ao consumo e distribuir nas residências (Barros *et al*, 1995). Eles são constituídos por unidades de captação, adução, tratamento, reserva e distribuição. A Portaria 518/2004

do MS define sistema de abastecimento de água para consumo humano como: “Instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão”. A Lei 11445/2007 define abastecimento de água potável como “aquele constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição”.

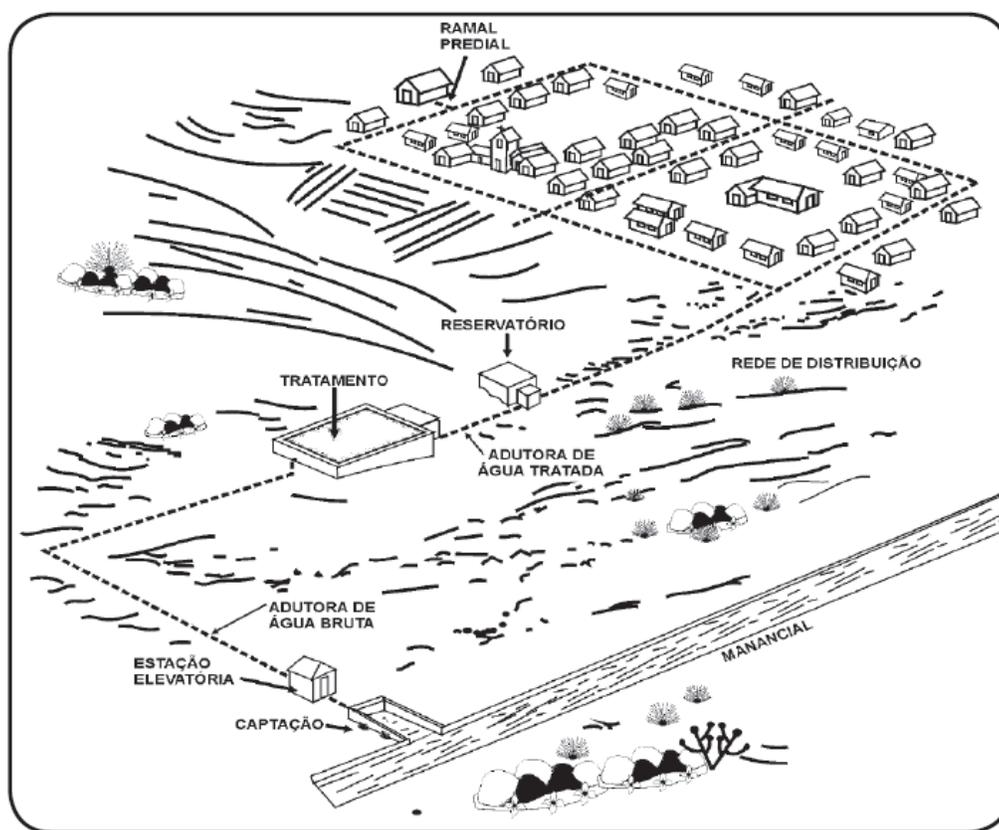


Figura 3 - Componentes do sistema de abastecimento de água. (FUNASA, 2006)

A qualidade da água bruta determina se o processo de tratamento necessita ser mais ou menos complexo para tornar a água potável. Segundo Braga *et al*, 2005, no estado bruto, a água captada no manancial não precisa apresentar o padrão exigido para fins de abastecimento público. A Resolução n° 357 do CONAMA classifica as águas de acordo

com a qualidade e seus usos preponderantes e determina que as águas classe especial podem ser destinadas ao abastecimento público com desinfecção simples, as águas classe 1 necessitam, antes da desinfecção, de tratamento simplificado e as classe 2 necessitam de tratamento convencional.

### Tratamento convencional

Braga *et al* (2005) destaca que o tratamento da água tem a finalidade de modificar suas características com o propósito de torná-la propícia ao consumo de acordo com as exigências necessárias a assegurar a saúde pública. As águas de superfície (rios e lagos), dependendo da área de influência, normalmente contêm impurezas e microorganismos exigindo vários procedimentos para transformar a água bruta em água potável. O procedimento utilizado pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE) consiste na eliminação dos sólidos de grande porte na captação pelo gradeamento, seguido de pré-sedimentação ou desarenação para retirada de partículas de areia. Em seguida são adicionados os coagulantes, que podem ser sulfato de alumínio ou cloreto férrico, na água bruta para aglomerar as partículas menores – que é o processo de coagulação. Na sequência, a floculação promove o encontro das partículas em suspensão e dissolvidas na água, através de uma agitação controlada, resultando na formação de partículas maiores e mais pesadas (flocos) que permitem a decantação. Esta última é responsável pela sedimentação das partículas, que por ação da gravidade ficam depositadas no fundo dos tanques decantadores e formam o lodo. Através dos raspadores de lodo e de descargas hidráulicas, o lodo é retirado do fundo do decantador. Na filtração, a água passa por um filtro que pode ser de areia e/ou carvão antracitoso retirando as pequenas partículas e alguns microorganismos que não sedimentaram nos processos coagulação/floculação. Por último, a desinfecção, que é feita com adição de cloro, elimina os possíveis

microorganismos ainda presentes na água tratada. A correção de pH normalmente é feita com adição de cal hidratada ou cal virgem para evitar que a água fique ácida e corra as tubulações (CEDAE, 2012). A fluoretação da água é realizada pela CEDAE, mas não faz parte do processo de potabilização da água. Porém a Lei 6050/74 determina que os sistemas públicos de abastecimento de água com estação de tratamento devem fluoretar a água e alguns trabalhos demonstram a eficiência do método para a prevenção de cárie dentária (Noll & Oliveira, 2000).

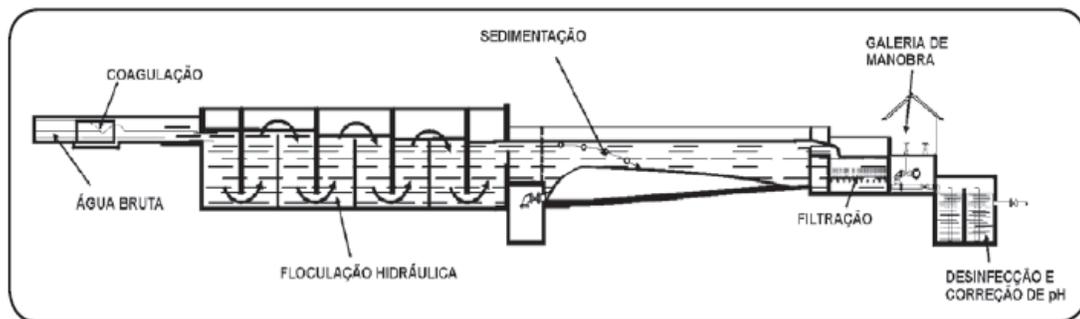


Figura 4 - Esquema simplificado das etapas do tratamento convencional de água. (FUNASA 2006).

A Resolução nº 357 do CONAMA estipula que águas com qualidade especial, quando utilizadas ao abastecimento para consumo humano, devem ser submetidas à desinfecção e a Portaria 2914/2011 ressalta a necessidade de toda água proveniente de manancial superficial ser submetida à filtração. Quando capta água com qualidade especial, a CEDAE utiliza tratamento simplificado que não apresenta as etapas iniciais do tratamento convencional de coagulação/floculação. O tratamento simplificado consiste em submeter à água a filtração/decantação seguida de desinfecção. Esta última geralmente é feita com aplicação de cloro (FUNASA, 2007).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliação dos resultados dos parâmetros de qualidade físicos, químicos e microbiológicos da água, nos sistemas Guandu, Ribeirão das Lajes, Camorim, Gávea Pequena e Mendanha do Município do Rio de Janeiro, sendo o primeiro com tratamento convencional e os demais com tratamento simplificado, a luz dos padrões de potabilidade da Portaria n° 518/2004, do Ministério da Saúde, vigente no período de estudo que foram os anos de 2009 e 2010.

### **2.2 Específicos**

- Identificar os padrões de variação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água em cada um dos Sistemas de Abastecimento;
- Comparar os padrões de variação dos parâmetros físicos e microbiológicos da água entre os Sistemas;
- Relacionar as taxas de variação dos parâmetros físicos e microbiológicos da água nos Sistemas com o tipo de tratamento utilizado e a localização do manancial.



O Rio Guandu está exposto a diversas fontes de poluição ao longo do seu curso, sendo a maioria de origem antrópica. Despejo de efluentes industriais, lançamentos de esgoto doméstico sem prévio tratamento, excrementos de animais advindos de atividades rurais, ocupação não planejada no entorno da bacia, entre outros são alguns que podem ser citados (INEA, 2011). Seguindo as orientação da Resolução n° 357/05 do CONAMA que enquadra os corpos hídricos em classes, a água captada no Rio Guandu, pode ser determinada como classe 2 e, por isso, deverá ser submetida a tratamento convencional completo com coagulação química, floculação, decantação, filtração, desinfecção, correção de pH e fluoretação para fins de abastecimento público.

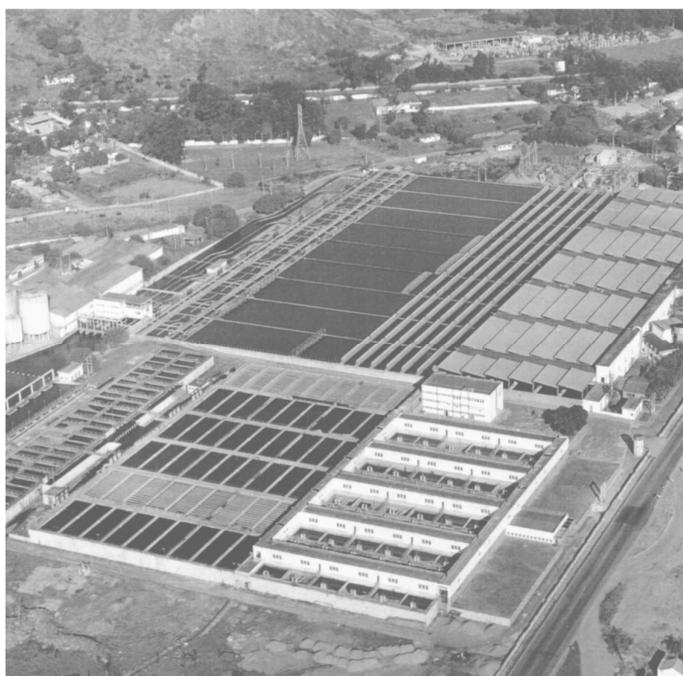


Figura 6 - Vista área da ETA Guandu. (CEDAE, 2010)

### 3.2 Ribeirão das Lajes

O Sistema de Abastecimento Ribeirão das Lajes é constituído pelos rios Pirai, Pires, da Prata e Machado que origina o manancial de abastecimento da Unidade de Tratamento Ribeirão das Lajes. A Represa apresenta uma área de 338,8 Km<sup>2</sup> e constitui a Bacia do Rio Guandu. O reservatório é enquadrado na Classe Especial de acordo com a Resolução CONAMA n° 357 e foi transformado em reserva ecológica (INEA, 2011).

A Unidade de Tratamento de Água Ribeirão das Lajes foi inaugurada com o objetivo de suprir o abastecimento público na década de 40. Atualmente, a UT Ribeirão das Lajes é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 700.000 habitantes, operando com uma vazão média de 5.500 litros por segundo. O tratamento consiste na pré-decantação e desinfecção simples com cloro (CEDAE, 2010).



Figura 7 - Represa Ribeirão das Lajes. (CEDAE, 2010)

### 3.3 Camorim

O Açude do Camorim é o manancial responsável pelo abastecimento da Unidade de Tratamento Camorim. Está localizado no Parque Estadual da Pedra Branca, área que foi tombada por apresentar remanescentes de Mata Atlântica (INEA, 2011). Localizado a 463 metros acima do nível do mar, apresenta como principal contribuinte o Rio Camorim. A Unidade de Tratamento de Água Camorim é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 20.000 habitantes, operando com uma vazão média de 60 litros por segundo. O tratamento da água é feito por decantação e desinfecção simples com cloro, uma vez que a água captada é considerada de boa qualidade por se encontrar numa área de preservação ambiental (CEDAE, 2010).



Figura 8 - Unidade de tratamento Camorim. (CEDAE, 2010).

### 3.4 Gávea Pequena

Segundo a CEDAE (2010), a Unidade de Tratamento Gávea Pequena é abastecida pelo rio de mesmo nome situado no Parque Nacional da Tijuca. Abastece parte da população do Alto da Boa Vista, cerca de 7.200 habitantes e sua vazão é de 25 litros de água por segundo. O tratamento é feito por decantação e desinfecção com cloro.



Figura 9 - Unidade de tratamento Gávea Pequena. (CEDAE, 2010).

### 3.5 Mendanha

O Rio Mendanha abastece a Unidade de Tratamento Mendanha. Ele está localizado na Área de Preservação Ambiental (APA) Gericinó-Mendanha. A Unidade de Tratamento de Água Mendanha abastece uma população de 12.000 habitantes e opera com uma vazão média de 40 litros por segundo. O tratamento da água consiste em desinfecção simples, precedida de decantação (CEDAE, 2010).

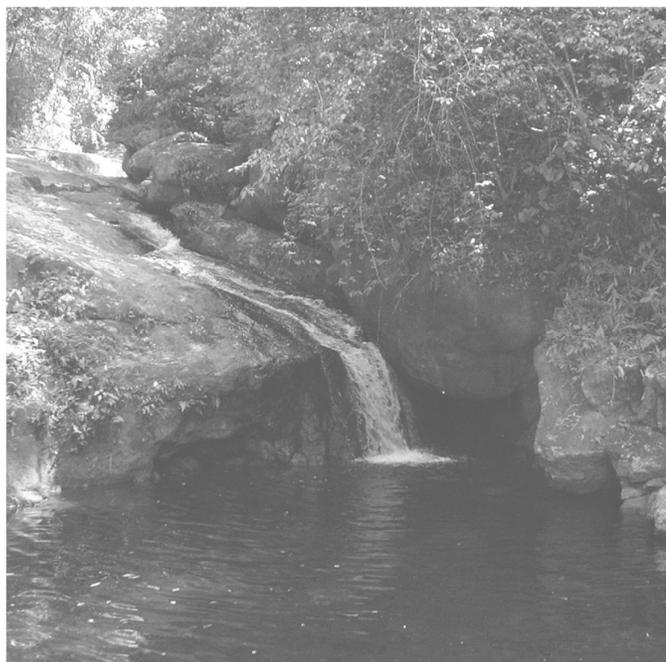
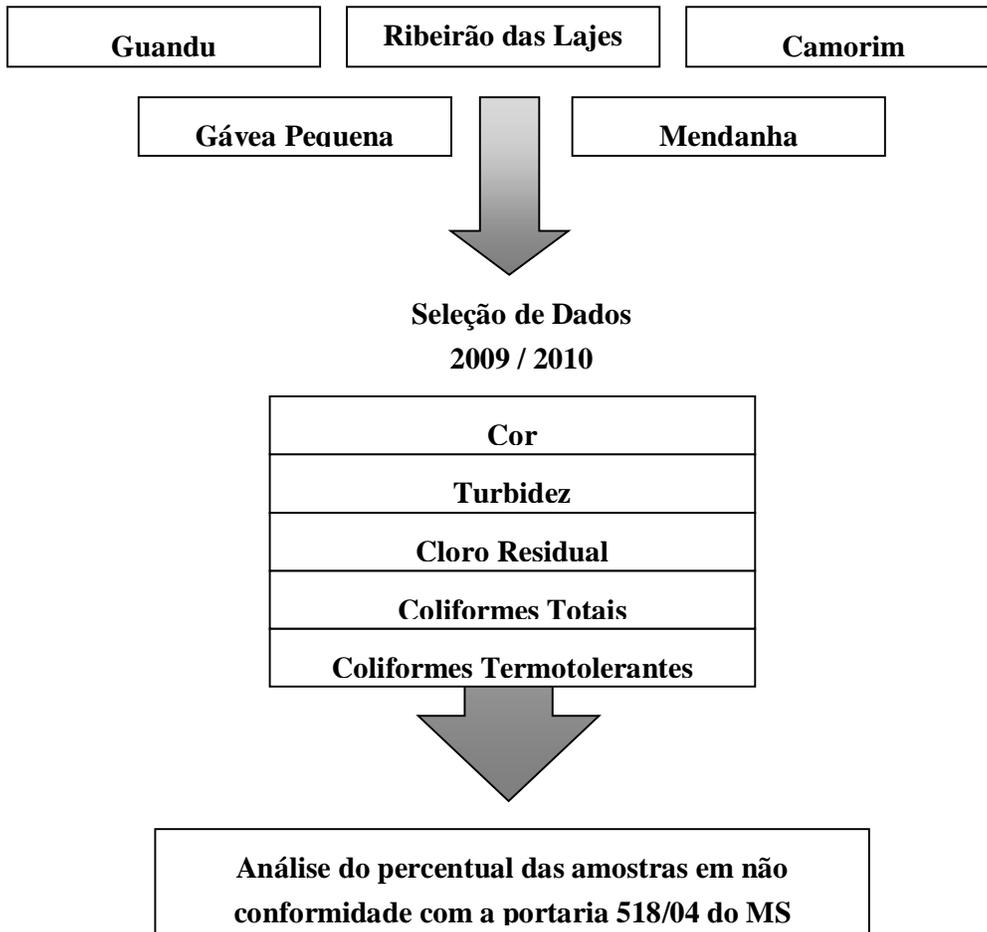


Figura 10 - Rio Mendanha. (CEDAE, 2010).

#### **4. METODOLOGIA**

No presente estudo foram considerados somente cinco sistemas (Guandu, Ribeirão das Lajes, Gávea Pequena, Camorim e Mendanha) responsáveis pelo abastecimento de água do município do Rio de Janeiro, do total de treze. O critério de escolha foi baseado no tipo de tratamento de água utilizado, localização e o quantitativo populacional atendido pelo sistema de abastecimento.

Os dados analisados foram obtidos a partir do sítio eletrônico da companhia responsável pela prestação de serviços de abastecimento de água tratada no estado do Rio de Janeiro (CEDAE) que, em cumprimento ao Decreto Federal 5440/2005, disponibiliza relatórios com os resultados das análises exigidas pela Portaria que define os parâmetros aceitáveis para padrão de qualidade de água para consumo humano. Nos relatórios anuais referentes aos anos de 2009 e 2010, a CEDAE publicou a quantidade de amostras coletadas mensalmente para os parâmetros de cor, turbidez, cloro residual, coliformes totais e coliformes termotolerantes, além do total de amostras que apresentaram dados de acordo com o estipulado na Portaria nº 518/2004 do MS, dispositivo em vigor no período das análises estudadas. Segundo a CEDAE, as coletas são realizadas com o objetivo de monitorar a qualidade da água na rede de distribuição e os locais de coleta são estrategicamente estabelecidos em pontos de abastecimento. Após a seleção destes parâmetros calculou-se os percentuais de amostras que não apresentaram parâmetros compatíveis com aqueles estabelecidos pela norma e montadas planilhas e gráficos para posterior avaliação dos resultados, visando validar os objetivos propostos. Além das informações disponíveis no site da CEDAE, foram necessárias pesquisas bibliográficas para subsidiar o estudo.



## 5. RESULTADOS

As tabelas abaixo apresentam o quantitativo das amostras analisadas pela companhia de água e os valores percentuais que foram calculados para as amostras que se encontraram fora do padrão estabelecido pela norma. Foram organizadas por Sistemas de abastecimento.

Tabela 5 - Total e percentual de amostras analisadas pela CEDAE fora do padrão de qualidade para parâmetros de cor, turbidez, cloro residual, coliformes totais e coliformes termotolerantes. (Guandu –2009 e 2010).

2009	Total de Amostras Analisadas	Turbidez	Cor Amostras	Total de Amostras Analisadas	Cloro	Coliformes Totais Fora Padrão (%)	Coliformes Termotolerantes Fora Padrão (%)
		Amostras Fora Padrão (%)	fora Padrão (%)		Residual Amostras Fora Padrão (%)		
Jan	518	4,63	1,16	1056	0,00	0,38	0,09
Fev	479	5,22	8,35	1054	0,00	3,51	0,57
Mar	474	8,65	5,91	1089	0,00	1,47	0,46
Abr	500	5,60	3,00	1056	0,00	1,70	0,28
Mai	469	8,32	5,54	1056	0,00	1,33	0,28
Jun	494	6,28	5,47	1056	0,00	0,57	0,19
Jul	476	3,36	3,78	1052	0,00	1,05	0,00
Ago	485	2,89	0,82	1054	0,00	0,95	0,19
Set	491	3,05	1,43	1050	0,00	1,05	0,00
Out	508	5,51	4,13	1105	0,00	2,53	0,90
Nov	484	5,58	0,62	1056	0,00	1,89	0,76
Dez	489	6,13	3,48	1056	0,00	2,75	1,52

2010	Total de Amostras Analisadas	Turbidez	Cor	Total de Amostras Analisadas	Cloro	Coliformes Totais Fora Padrão (%)	Coliformes Termotolerantes Fora Padrão (%)
		Amostras Fora Padrão (%)	Amostras fora Padrão (%)		Residual Amostras Fora Padrão (%)		
Jan	515	7,77	0,97	1056	0,00	1,61	0,66
Fev	505	3,37	1,39	1090	0,18	1,38	0,00
Mar	509	15,13	11,59	1060	0,38	2,45	1,04
Abr	543	9,21	6,81	963	0,73	3,74	0,42

Mai	547	5,12	5,30	1013	0,39	2,86	0,10
Jun	583	4,12	5,15	1017	1,08	3,05	0,69
Jul	560	3,93	4,64	1012	0,40	2,57	0,30
Ago	572	3,50	2,10	1011	0,00	0,69	0,00
Set	563	1,42	0,18	1014	0,10	2,66	0,49
Out	554	2,89	2,17	1013	0,20	2,17	0,10
Nov	551	2,18	1,27	1007	-0,10	2,48	0,89
Dez	556	3,06	2,16	1015	0,49	3,74	0,30

Tabela 6 - Total e percentual de amostras analisadas pela CEDAE fora do padrão de qualidade para parâmetros de cor, turbidez, cloro residual, coliformes totais e coliformes termotolerantes. (Ribeirão das Lajes – 2009 e 2010).

<b>2009</b>	Total de Amostras Analisadas	Turbidez	Cor Amostras	Total de Amostras Analisadas	Cloro	Coliformes	Coliformes
		Amostras Fora Padrão (%)	fora Padrão (%)		Residual Amostras Fora Padrão (%)	Totais Fora Padrão (%)	Termotolerantes Fora Padrão (%)
Jan	195	10,76	16,92	289	0,00	1,04	0,35
Fev	184	22,82	38,58	280	0,00	2,14	0,36
Mar	186	9,67	10,75	280	0,00	1,79	0,00
Abr	176	27,27	29,54	280	0,00	3,21	0,71
Mai	180	14,44	34,44	280	0,00	2,14	0,00
Jun	182	3,29	16,48	280	0,00	1,79	0,36
Jul	186	3,22	20,96	280	0,00	0,00	0,00
Ago	187	8,02	4,81	280	0,00	0,71	0,00
Set	186	5,37	0,53	280	0,00	1,43	0,00
Out	185	11,35	10,27	280	0,00	3,57	2,14
Nov	173	5,20	0,57	280	0,00	1,43	0,00
Dez	181	5,52	1,10	281	0,35	1,42	0,36

<b>2010</b>	Total de Amostras Analisadas	Turbidez	Cor	Total de Amostras Analisadas	Cloro	Coliformes	Coliformes
		Amostras Fora Padrão (%)	Amostras fora Padrão (%)		Residual Amostras Fora Padrão (%)	Totais Fora Padrão (%)	Termotolerantes Fora Padrão (%)
Jan	170	28,82	4,70	281	0,00	3,20	0,71
Fev	169	25,44	29,58	272	37,86	3,31	0,00

Mar	174	67,81	62,64	280	1,42	2,14	0,36
Abr	106	56,60	57,54	146	6,84	8,90	4,11
Mai	101	57,42	79,20	142	2,11	1,41	0,70
Jun	106	28,30	50,00	145	1,37	0,69	0,69
Jul	108	7,40	12,96	149	0,67	0,67	0,00
Ago	102	7,84	6,86	148	0,00	0,68	0,00
Set	100	6,00	2,00	149	0,00	2,68	0,67
Out	108	4,62	0,00	149	0,00	2,68	0,00
Nov	104	12,50	10,57	149	0,00	1,34	0,00
Dez	104	6,73	5,76	148	0,00	5,41	2,03

Tabela 7 – Total e percentual de amostras analisadas pela CEDAE fora do padrão de qualidade para parâmetros de cor, turbidez, cloro residual, coliformes totais e coliformes termotolerantes. (Camorim - 2010).

2009	Total de Amostras Analisadas	Turbidez Amostras Fora Padrão (%)	Cor Amostras fora Padrão (%)	Total de Amostras Analisadas	Cloro		
					Residual Amostras Fora Padrão (%)	Coliformes Totais Fora Padrão (%)	Coliformes Termotolerantes Fora Padrão (%)
Jan	25	4,00	0,00	44	0,00	0,00	0,00
Fev	20	70,00	30,00	44	0,00	22,73	0,00
Mar	20	30,00	20,00	43	0,00	2,33	0,00
Abr	25	0,00	12,00	44	0,00	6,82	0,00
Mai	20	20,00	0,00	44	0,00	0,00	0,00
Jun	15	0,00	0,00	44	0,00	0,00	0,00
Jul	20	5,00	5,00	43	0,00	2,33	0,00
Ago	20	10,00	0,00	44	0,00	0,00	0,00
Set	20	5,00	0,00	44	0,00	0,00	0,00
Out	20	5,00	0,00	44	0,00	0,00	0,00
Nov	15	26,67	0,00	44	0,00	4,55	0,00
Dez	19	10,53	0,00	44	0,00	0,00	0,00

2010	Total de Amostras Analisadas	Turbidez Amostras Fora Padrão (%)	Cor Amostras fora Padrão (%)	Total de Amostras Analisadas	Cloro		
					Residual Amostras Fora Padrão (%)	Coliformes Totais Fora Padrão (%)	Coliformes Termotolerantes Fora Padrão (%)

Jan	24	12,50	4,17	44	0,00	6,82	0,00
Fev	15	13,33	6,67	44	2,27	4,55	0,00
Mar	25	24,00	4,00	44	0,00	4,55	0,00
Abr	12	0,00	0,00	15	0,00	0,00	0,00
Mai	12	0,00	0,00	15	0,00	0,00	0,00
Jun	12	33,33	0,00	15	0,00	0,00	0,00
Jul	12	0,00	0,00	15	0,00	0,00	0,00
Ago	12	0,00	0,00	15	0,00	0,00	0,00
Set	10	0,00	0,00	15	0,00	0,00	0,00
Out	10	0,00	0,00	15	0,00	0,00	0,00
Nov	12	0,00	0,00	15	0,00	0,00	0,00
Dez							

Tabela 8 – Total e percentual de amostras analisadas pela CEDAE fora do padrão de qualidade para parâmetros de cor, turbidez, cloro residual, coliformes totais e coliformes termotolerantes. (Gávea Pequena – 2009 e 2010).

2009	Total de Amostras Analisadas	Turbidez Amostras Fora Padrão (%)	Cor Amostras fora Padrão (%)	Total de Amostras Analisadas	Cloro		
					Residual Amostras Fora Padrão (%)	Coliformes Totais Fora Padrão (%)	Coliformes Termotolerantes Fora Padrão (%)
Jan	10	0,00	0,00	16	0,00	0,00	0,00
Fev	12	25,00	8,33	16	0,00	6,25	0,00
Mar	12	0,00	0,00	16	0,00	0,00	0,00
Abr	12	25,00	25,00	16	0,00	0,00	0,00
Mai	12	25,00	25,00	16	0,00	12,50	0,00
Jun	12	0,00	0,00	16	0,00	0,00	0,00
Jul	12	0,00	8,33	16	0,00	0,00	0,00
Ago	12	0,00	0,00	16	0,00	18,75	6,25
Set	12	0,00	0,00	16	0,00	0,00	0,00
Out	12	0,00	0,00	16	0,00	0,00	0,00
Nov	12	0,00	0,00	16	0,00	0,00	0,00
Dez	12	0,00	0,00	16	0,00	0,00	0,00

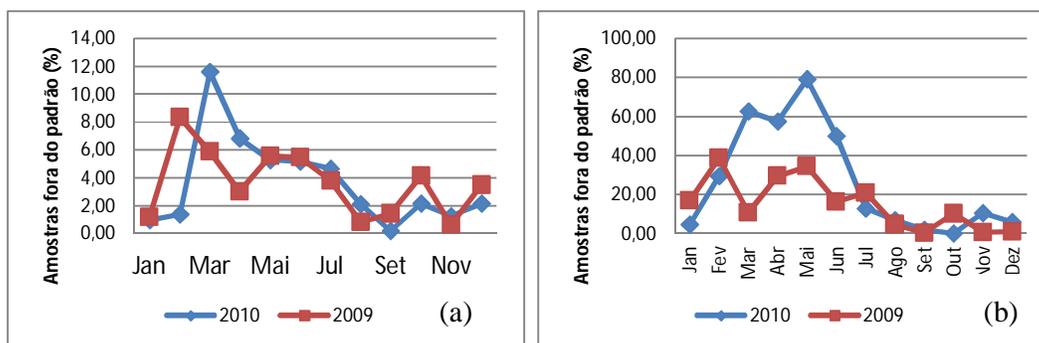
<b>2010</b>	Total de Amostras Analisadas	Turbidez	Cor	Total de Amostras Analisadas	Cloro	Coliformes	Coliformes
		Amostras Fora Padrão (%)	Amostras fora Padrão (%)		Residual Amostras Fora Padrão (%)	Totais Fora Padrão (%)	Termotolerantes Fora Padrão (%)
Jan	10	0,00	0,00	16	0,00	6,25	0,00
Fev	12	0,00	0,00	16	0,00	0,00	0,00
Mar	12	0,00	0,00	16	0,00	25,00	18,75
Abr	10	10,00	10,00	16	37,50	37,50	25,00
Mai	12	0,00	0,00	16	12,50	0,00	0,00
Jun	12	0,00	0,00	16	12,50	0,00	0,00
Jul	12	16,67	0,00	16	50,00	43,75	6,25
Ago	12	0,00	0,00	16	0,00	0,00	0,00
Set	12	8,33	0,00	16	6,25	6,25	0,00
Out	12	8,33	8,33	16	0,00	0,00	0,00
Nov	24	0,00	0,00	32	46,88	28,13	28,13
Dez	12	0,00	0,00	16	18,75	12,50	12,50

Tabela 9 – Total e percentual de amostras analisadas pela CEDAE fora do padrão de qualidade para parâmetros de cor, turbidez, cloro residual, coliformes totais e coliformes termotolerantes. (Mendanha –2009 e 2010).

<b>2009</b>	Total de Amostras Analisadas	Turbidez	Cor Amostras	Total de Amostras Analisadas	Cloro	Coliformes	Coliformes
		Amostras Fora Padrão (%)	fora Padrão (%)		Residual Amostras Fora Padrão (%)	Totais Fora Padrão (%)	Termotolerantes Fora Padrão (%)
Jan	20	55,00	0,00	30	0,00	0,00	0,00
Fev	20	0,00	0,00	30	0,00	0,00	0,00
Mar	15	0,00	0,00	30	0,00	0,00	0,00
Abr	15	6,67	6,67	30	0,00	33,33	0,00
Mai	15	0,00	0,00	30	0,00	0,00	0,00
Jun	15	6,67	6,67	30	0,00	0,00	0,00
Jul	15	13,33	0,00	30	0,00	0,00	0,00
Ago	20	0,00	0,00	30	0,00	0,00	0,00
Set	20	15,00	0,00	30	0,00	0,00	0,00
Out	19	0,00	0,00	30	0,00	0,00	0,00

Nov	15	20,00	0,00	30	0,00	0,00	0,00
Dez	20	0,00	0,00	30	0,00	6,67	0,00
<b>2010</b>	Total de Amostras Analisadas	Turbidez Amostras Fora Padrão (%)	Cor Amostras fora Padrão (%)	Total de Amostras Analisadas	Cloro		
					Residual Amostras Fora Padrão (%)	Coliformes Totais Fora Padrão (%)	Coliformes Termotolerantes Fora Padrão (%)
Jan	20	100,00	0,00	30	0,00	3,33	0,00
Fev	21	14,29	0,00	25	0,00	4,00	0,00
Mar	15	6,67	0,00	30	0,00	10,00	6,67
Abr	30	40,00	33,33	50	0,00	16,00	2,00
Mai	20	40,00	45,00	50	0,00	0,00	0,00
Jun	20	20,00	35,00	50	0,00	2,00	0,00
Jul	30	10,00	10,00	75	0,00	12,00	0,00
Ago	20	5,00	0,00	50	0,00	2,00	0,00
Set	25	4,00	4,00	50	0,00	12,00	6,00
Out	30	13,33	10,00	50	0,00	6,00	0,00
Nov	20	5,00	0,00	50	0,00	2,00	0,00
Dez	25	28,00	4,00	50	0,00	6,00	0,00

Os resultados obtidos para o parâmetro cor são apresentados na figura 11. De uma maneira geral as amostras apresentam valores do parâmetro fora do padrão de qualidade nos meses considerados chuvosos.



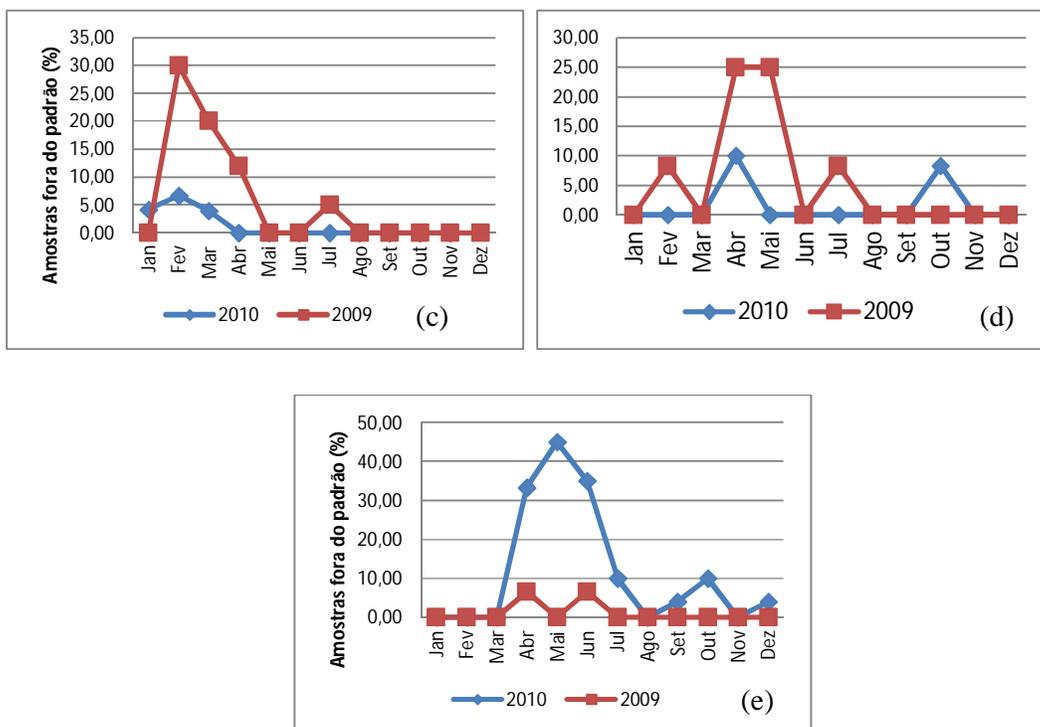


Figura 12 – Amostras com valores superiores ao padrão de qualidade de cor para os sistemas: a) Guandu, b) Ribeirão das Lajes, c) Camorim, d) Gávea Pequena e e) Mendanha.

O sistema Guandu apresenta a maior quantidade de amostras fora do padrão de qualidade para cor em fevereiro/2009 e março/2010, sendo o percentual igual a 8,35% e 11,59% respectivamente.

As amostras fora do padrão no sistema Ribeirão das Lajes sofre acréscimo a partir de janeiro atingindo o valor máximo em maio em ambos os anos de referência, sendo 34,44% em 2009 e 79,20% em 2010.

A maior quantidade de amostras classificadas como fora do padrão de qualidade para cor no sistema Camorim são verificadas nos meses fevereiro (30%), março (20%) e abril (12%) de 2009 e no ano subseqüente as alterações se concentram nos meses de janeiro a março com percentual variando de 4% a 6,67%.

O sistema Gávea Pequena apresenta inconformidades mais expressivas concentradas nos meses de fevereiro a maio no ano de 2009, chegando nesse período a apresentar 25%. Já em 2010 a maioria das amostras está dentro do padrão de qualidade ao

longo do ano, sendo que as duas amostras que estão em desacordo com o padrão apresentaram percentual máximo de alteração igual a 10%, o equivalente a uma amostra.

O sistema Mendanha apresentou somente duas amostras fora do padrão para cor em 2009 com percentual de 6,67%. No ano de 2010 somente três meses contém amostras fora do padrão com percentual de 33,33%, 35% e 45%.

De maneira similar, os dados relativos à turbidez, apresentaram amostras fora do padrão de qualidade concentradas nos meses mais chuvosos. Os resultados são apresentados na figura 13.

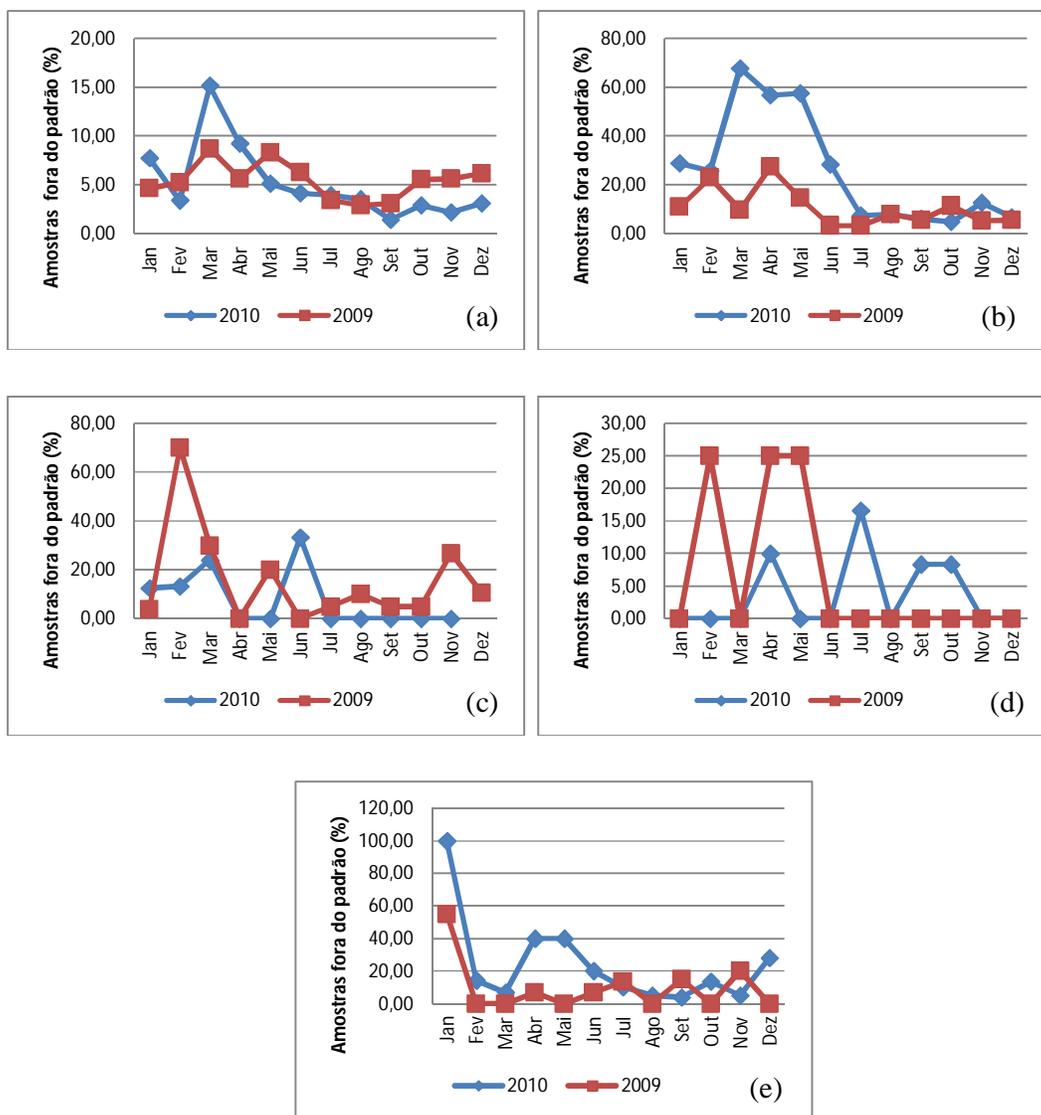


Figura 13 – Amostras com valores superiores ao padrão de qualidade turbidez para os sistemas: a)

Guandu, b) Ribeirão das Lajes, c) Camorim, d) Gávea Pequena e e) Mendanha.

Nos sistema Guandu, o percentual de amostras fora do padrão de qualidade para turbidez, ou seja, com valores acima de 5 UT, aparecem a partir de janeiro, em ambos os anos avaliados, atingindo o valor 8,65% em março de 2009 e máximo de 15,13% em 2010 do total analisado.

Similarmente o sistema Ribeirão das Lajes apresenta amostras com percentual fora do padrão a partir de janeiro e atingindo o máximo em março (67,81%), e percentual acima de 50% até maio. Em junho o percentual é igual a 28,30% e nos meses subseqüentes mantém uma média abaixo de 10%.

Já o sistema Camorim não apresenta um padrão tão definido quanto os sistemas apresentados anteriormente, mas ainda assim, apresenta picos compreendidos entre os meses de fevereiro e junho para ambos os anos, chegando a alcançar 70% em fevereiro de 2009.

O sistema Gávea Pequena apresenta a maioria das amostras dentro dos padrões de qualidade, com alterações pontuais que atinge o percentual máximo de 25% que corresponde a aproximadamente duas amostras.

O parâmetro turbidez no sistema Mendanha em 2009 apresentou percentual de 55% de amostras fora do padrão no mês de janeiro. Cinco meses no ano apresentaram percentual correspondente a no máximo três amostras e nos demais meses as amostras se enquadraram no padrão. Em janeiro de 2010 todas as amostras estavam fora do padrão de qualidade para o parâmetro turbidez. Ao longo do ano atingiu percentuais de até 40%.

Em todos os sistemas de abastecimento pode-se dizer que grande parte das amostras analisadas estava dentro padrão para cloro residual com poucas alterações. Os dados após cálculos de amostras fora do padrão para cloro residual são apresentados na figura 14.

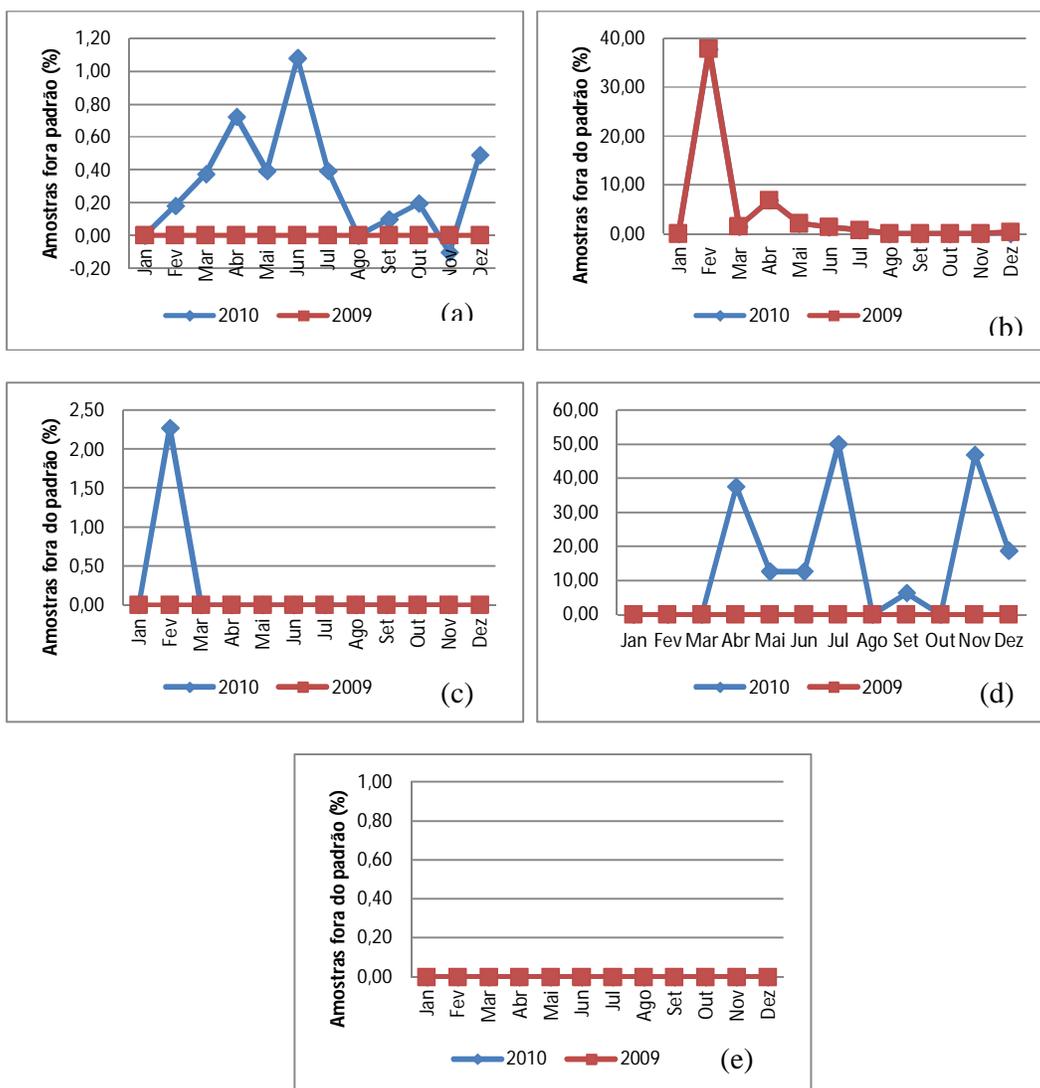


Figura 14 – Amostras com valores em desacordo com o padrão de qualidade para cloro residual para os sistemas: a) Guandu, b) Ribeirão das Lajes, c) Camorim, d) Gávea Pequena e e) Mendanha.

A publicação de dados referente à análise de cloro residual demonstra que em 2009 todas as amostras estavam dentro do padrão no sistema Guandu e que em 2010 aquelas que fugiram ao padrão alcançaram menos no máximo 1,08% do total que corresponde a aproximadamente 10 amostras..

Em 2009 não se observaram amostras fora do padrão para cloro residual no sistema Ribeirão das Lajes. Em 2010 cinco meses apresentaram amostras fora do padrão de qualidade, três

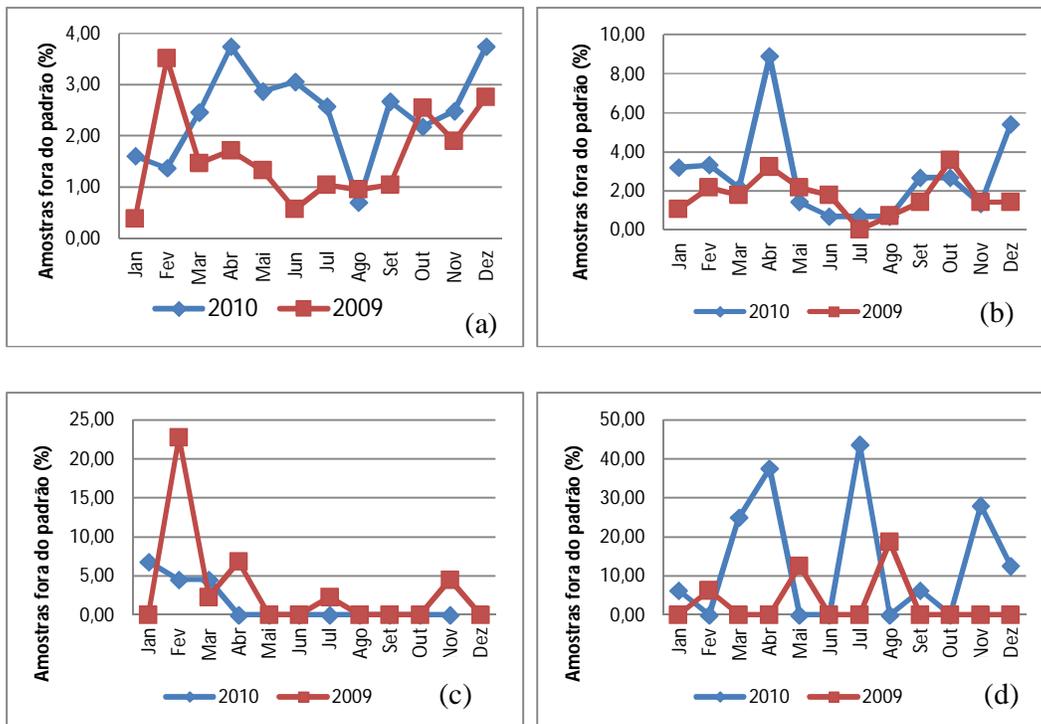
desses com percentuais entre 1,42% e 2,11% e um com 6,86%. Em fevereiro o valor atingiu 37,86%.

O sistema Camorim apresentou somente um mês com amostra fora do padrão para cloro residual em fevereiro/2010. O percentual calculado (2,27%) corresponde a uma amostra somente.

Todas as amostras analisadas para cloro residual no sistema Gávea Pequena estavam dentro do padrão exigido para consumo humano. Já em 2010 sete meses apresentaram amostras fora do padrão de qualidade, chegando a alcançar 50% do total analisado.

No sistema Mendanha todas as amostras para ambos os anos estavam em conformidade com os padrões mínimos exigidos pela norma para cloro residual.

O parâmetro de coliformes totais, apresentado na Figura 15, não apresenta um padrão de comportamento para os Sistemas de abastecimento estudados, variando de acordo com a localização do manancial de captação.



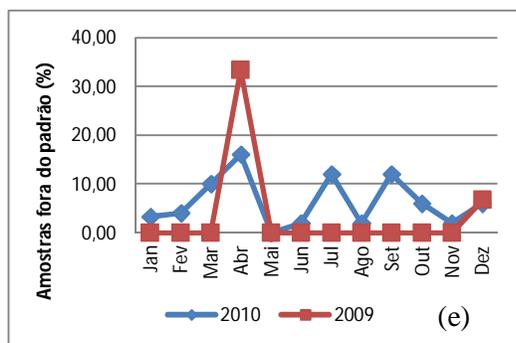


Figura 15 – Amostras com valores superiores ao padrão de qualidade para coliformes totais nos sistemas: a) Guandu, b) Ribeirão das Lajes, c) Camorim, d) Gávea Pequena e e) Mendanha.

A CEDAE analisa mensalmente mais de mil amostras no sistema Guandu para coliformes totais (indicador de contaminação). De acordo com a Portaria 518/2004 do MS, vigente a época, sistemas de abastecimento que analisavam mais que 40 amostras por mês deveriam apresentar ausência deste indicador em 95% das amostras realizadas. Portanto para este parâmetro não há amostras fora do padrão normativo.

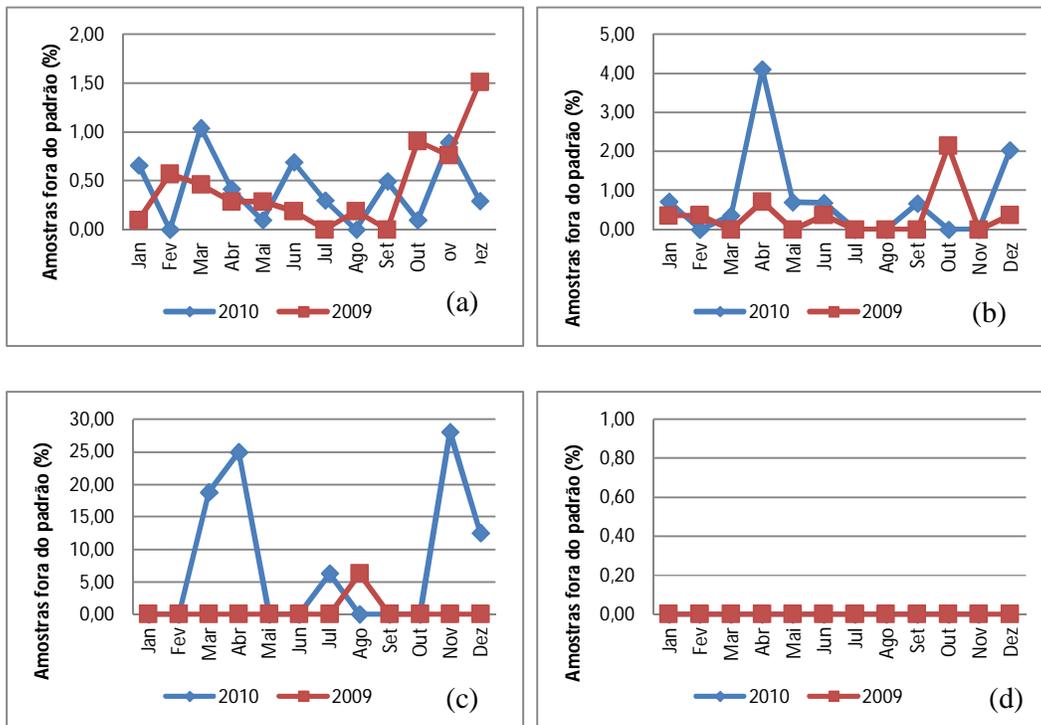
Da mesma maneira, o sistema Ribeirão das Lajes analisou mais de 40 amostras mensais para coliformes totais e somente apresentou uma amostra fora do padrão em abril do ano de 2010.

O sistema Camorim ainda se enquadrava na mesma regra (mais de 40 análises mensais) e somente apresentou uma amostra fora do padrão por ano: fevereiro de 2009 (22,73% das amostras) e janeiro de 2010 (6,82%).

Já o sistema Gávea Pequena analisou 16 amostras por mês nos anos de 2009 e 2010 e, portanto somente poderia apresentar uma amostra por mês com presença de coliformes totais. As análises mensais do ano de 2009 revelaram em três meses distintos mais de uma amostra com presença de coliformes totais. Em 2010 a situação foi mais agravante, visto que mais de uma amostra em sete meses distintos continham indicadores de contaminação microbiológica, chegando a 37,50% do total analisado.

Em 2009, nos sistema Mendanha praticamente todas as amostras estavam dentro do padrão de qualidade, com exceção dos meses de dezembro e abril com destaque para este último que apresentou 33,33% de amostras com presença de coliformes totais. Em 2010 o quadro foi mais agravante, pois somente o mês de maio apresentou resultado que se enquadra dentro dos padrões estipulados para água de consumo humano, tendo todos os outros meses apresentando pelo menos uma análise (2% de 50) fora do padrão.

A figura 16 contém os gráficos com cálculos referentes às amostras fora do padrão de qualidade para coliformes fecais, ou seja, revelam quantas amostras, em percentual, continham coliformes termotolerantes. Vale ressaltar que a Portaria n° 518/2004 do MS exige ausência deste parâmetro.



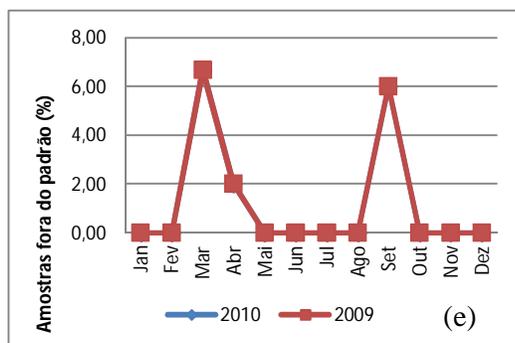


Figura 16 – Amostras com valores superiores ao padrão de qualidade para coliformes termotolerantes nos sistemas: a) Guandu, b) Ribeirão das Lajes, c) Camorim, d) Gávea Pequena e e) Mendanha.

Apesar de o percentual máximo atingido ser de 1,52% de amostras fora do padrão de qualidade no sistema Guandu no ano de 2009, em valores absolutos equivale a 16 amostras que apresentaram coliformes termotolerantes como resultado da análise, visto que foram analisadas o total de 1056. Similarmente em 2010 o valor máximo foi de 1,04% 1060 amostras analisadas, ou seja, o equivalente a 11 amostras.

O sistema Ribeirão das Lajes apresentou um percentual de amostras fora do padrão estabelecido para coliformes termotolerantes, porém atingiu um máximo de 4,11% em 2009. Este percentual corresponde a seis amostras que não apresentaram padrão microbiológico satisfatório na água para consumo humano.

Em 2009, o sistema Gávea Pequena não apresentou amostras fora do padrão para coliformes termotolerantes. Porém em 2010 cinco meses apresentaram resultado positivo, chegando a alcançar um percentual de 28,13% que equivale a nove amostras.

O sistema Camorim não apresentou nenhuma amostra fora do padrão para coliformes termotolerantes.

Apesar de não apresentar amostras em desacordo com o estabelecido na legislação em um dos anos estudado, há presença de amostras fora do padrão no ano seguinte (2010) no Sistema Mendanha em dois meses chegando a atingir 6,67%, cerca de duas amostras do

total analisado.

## **6. DISCUSSÃO**

De uma maneira geral, os parâmetros cor e turbidez apresentam amostras fora do padrão de qualidade, em todos os sistemas de abastecimento estudados, nos meses considerados mais chuvosos. Segundo Dereczynski (2009), o Rio de Janeiro tem uma distribuição sazonal de chuvas bastante definida com as maiores incidências nos meses de verão seguida da primavera, depois o outono e por último o inverno. Ainda segundo Viana (2009), no período mais chuvoso o carreamento de partículas sólidas nas bacias hidrográficas é aumentado e alta vazão provoca uma intensificação dos parâmetros de cor e turbidez da água dos rios. O valor de turbidez é um dos principais parâmetros de controle de qualidade e em ocorrências elevadas dificulta o tratamento da água além de aumentar consideravelmente os gastos com coagulantes (ANA, 2009).

Para o parâmetro de qualidade cloro residual, foi observado que Sistema de Tratamento Mendanha não apresenta amostras fora do padrão de qualidade. O sistema Gávea pequena, apesar de não apresentar amostras fora da faixa de padrão de qualidade para cloro residual em 2009, apresenta em 2010 durante um período de sete meses do ano, chegando a ter metade das amostras fora do padrão de qualidade no mês de julho deste mesmo ano. O sistema Camorim não apresentou em 2010 e, em 2009 uma quantidade apenas de 2,27% do total de 44 amostras realizadas no mês de fevereiro. O sistema Ribeirão das Lajes não apresentou no período de 2009 amostras fora do padrão de qualidade, apresentando pequenas variações nos valores e um pico em fevereiro (37,86 % do total de 272 amostras). Segundo Meyer (1994), a técnica de cloração da água é o mais eficiente e mais confiável método de desinfecção e foi responsável pela redução acentuada de doenças de transmissão hídrica depois que passou a ser utilizada como ferramenta de descontaminação em sistemas de abastecimento de água.

Apesar do resultado para cloro residual apresentar a maioria das amostras dentro dos valores de padrão qualidade especificados na Portaria vigente na época, os resultados para coliformes totais e termotolerantes não se enquadraram dentro dos padrões de potabilidade da água para consumo humano. Os sistemas Mendanha e Gávea Pequena apresentaram contaminação por coliformes totais em pelo menos metade dos meses do ano em 2010. A presença microbiológica nas amostras pode ser um indicador da condição higiênica da rede de distribuição ou nos procedimentos de amostragem desenvolvidos para estas determinações.

Com exceção do sistema Camorim, os demais sistemas de abastecimento avaliados que utilizam tratamento simplificado apresentaram amostras fora do exigido pela norma para coliformes fecais. De acordo com a CEDAE (2010), os mananciais localizados na Floresta da Tijuca podem sofrer contaminação pontual de esgoto doméstico devido a ocupações irregulares no entorno dos mananciais e a ligações clandestinas na rede. A presença de coliformes termotolerantes indica contaminação fecal e os dados relativos a este parâmetro na região em questão demonstram amostras fora do padrão sem, no entanto, apresentar um modelo de repetição que possa ser associado a algum evento ou fenômeno, sugerindo casualidade e corroborando a justificativa apresentada pela Companhia de Água. Já a constância de amostras em desacordo com a legislação nos sistemas Guandu e Ribeirão das Lajes pode estar associada não somente ao problema de possíveis furtos de água quanto à qualidade dos mananciais que apesar de estarem localizados em áreas protegidas, recebem contribuição de rios altamente poluídos. A contaminação por coliformes termotolerantes pode representar um risco à saúde da população. A nascente do manancial do sistema Camorim está inserida no Parque Estadual da Pedra Branca que representa uma área de proteção de floresta e recursos hídricos. As análises revelaram que água desse sistema apresenta qualidade microbiológica condizente com o padrão de

qualidade exigido para consumo humano.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Segundo a portaria 518/2004 do Ministério da Saúde a água tratada para consumo humano não pode apresentar coliforme termotolerantes (ausência em 100 mL). Os resultados da avaliação da qualidade da água de abastecimento da cidade do Rio de Janeiro, obtidos a partir dos dados publicados pela CEDAE, gerados nesse estudo, demonstraram que em todos os sistemas analisados ainda existem parâmetros, principalmente microbiológicos - com exceção do sistema Camorim - em desacordo com os padrões exigidos em âmbito nacional e mundial para garantir uma qualidade considerada segura para consumo humano. Ainda que o quantitativo de amostras fora do padrão de qualidade corresponda a valores que variam de uma até dez, na maioria dos sistemas analisados, a norma vigente preconiza que as análises revelem ausência total de contaminação fecal, assim como a Portaria de referência nos anos de 2009 e 2010. A própria companhia relata em seu sítio eletrônico possíveis estados de contaminações na rede por esgoto e argumenta que em cerca de 95% dos casos, a contaminação é proveniente de ligações clandestinas. No caso do Sistema Gávea Pequena, os resultados para coliformes fecais corroboram a justificativa da CEDAE, já que as amostras fora do padrão de qualidade para este parâmetro alcançou o percentual de 28,13% de 32 amostras, ou seja, cerca de nove amostras num total de 32 analisadas.

A falta de conscientização destes usuários infratores pode estar comprometendo a saúde da população consumidora de água da CEDAE, que apesar de tratada, apresenta risco de transmissão de doenças causadas por agentes de doenças infecciosas e parasitárias presentes em efluentes domésticos.

Desse modo, é de suma importância averiguar a origem da contaminação por coliformes totais para que se possa assegurar que não há falhas no método de amostragem

e processamento das amostras pela CEDAE e que as condições de higiene da rede de distribuição atendem aos padrões mínimos de qualidade. Da mesma maneira, é necessário que se faça um aprofundamento desse estudo, com incremento de dados amostrais dos parâmetros microbiológicos e correlacioná-los com dados concretos de alterações ilegais na rede de distribuição para a averiguação da origem da contaminação por coliformes fecais. Com isso seria possível fornecer informações úteis para um melhor planejamento institucional integrado através de ações para melhoramento do acesso a condições sanitárias e fornecimento de água potável de qualidade. Por se tratar de um problema social, a inclusão pela conscientização e participação social é capaz de gerar o beneficiamento individual e coletivo pela promoção da saúde.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional das Águas. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, Guarda e Guandu-Mirim. Relatório do Diagnóstico – Final.** Brasília: ANA, 2006.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Portal da qualidade das águas.** Brasília: ANA, 2009. [visitado em 18 de julho de 2011]. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndexQA.aspx>>.

BARCELLOS, T. G. Pesquisa de *E. Coli* em queijo minas frescal oriundos de feiras no Distrito Federal. Trabalho de Conclusão de Curso. (Curso de Especialização em Qualidade de Alimentos). Universidade de Brasília. 2006.

BARROS, R. T. V. et al. **Saneamento.** Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

BRAGA, B et al. **Introdução à Engenharia Ambiental. O desafio do desenvolvimento sustentável.** 2ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. **Lei nº 6050 de 24 de maio de 1974.** Dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas de abastecimento quando existir estação de tratamento. Diário Oficial da União, 27/05/1974. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6050.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6050.htm)>.

BRASIL. **Decreto 79367 de 9 de março de 1977.** Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e dá outras providências. Diário Oficial da União, 10/03/1977. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1970-1979/D79367.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D79367.htm)>.

BRASIL. **Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9433 de 08 de janeiro de 1997).** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, 09/01/1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 518,** de 25 mar. 2004; Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília, 2004. Disponível em:

<[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf)>.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n.357**, de 2005. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Brasil. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil nº53, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>.

BRASIL. **Decreto 5440 de 4 de maio de 2005**. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Diário Oficial da União, 05/05/2005. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5440.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5440.htm)>

BRASIL. **Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11445 de janeiro de 2007)**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, 08/01/2007. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm)>.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 2914**, de 12 dez. 2011; Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, 14/12/2011. Disponível em: <http://legisweb.com.br/legislacao/?legislacao=582867>>.

CEDAE. Guia do Usuário. 2012.

CEDAE. Estações de Tratamento. [visitado em 18 de julho de 2011]. Disponível em <http://www.cedae.com.br/>. 2011.

CEDAE. Relatório anual da qualidade da água. [visitado em 18 de julho de 2011]. Disponível em <http://www.cedae.com.br/>. 2010.

CEDAE. Relatório anual da qualidade da água. [visitado em 18 de julho de 2011]. Disponível em <http://www.cedae.com.br/>. 2009.

CONSUMERS INTERNATIONAL/MMA/MEC/IDEC. **Manual de educação para o consumo sustentável**. Brasília. 2005.

DERECZYNSKI, C. P., OLIVEIRA, J. S., MACHADO, C. S. **Climatologia da Precipitação no Município do Rio de Janeiro**. Revista Brasileira de Meteorologia, 24 (1): 24-38, 2009.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de saneamento**. 3ª edição. Brasília. Fundação Nacional de Saúde, 2006.

GUINNESS WORLD RECORDS. Ediouro.2009.

INEA. Instituto Estadual do Meio Ambiente. **Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro**. [Visitado em 03 de janeiro de 2012]. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/recursos/arquivos/RegioesHidrograficas.pdf>>. 2008.

INEA. Instituto Estadual do Meio Ambiente. **Rio Guandu**. [Visitado em 03 de novembro de 2011]. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/fma/sub-bacia-guandu.asp>>. 2011

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. [Visitado em 03 de novembro de 2011]. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. 2011

INTERNATIONAL WATER MANAGEMENT INSTITUTE. **Water Figures**. Special issue – Celebrating 25 years of research, pag 4.2010.

KRAUSE, G., RODRIGUES, F. A. **Recursos Hídricos no Brasil**. In: Artigos de Biologia. Porta da Educação. [visitado em 18 de julho de 2011]. Disponível em <<http://www.portaleducacao.com.br/biologia/artigos/2216/recursos-hidricos-no-brasil>>. 2008.

MEYER, S. T. **O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública**. Caderno de Saúde Pública. Rio de Janeiro, 10 (1): 99-110, jan/mar, 1994.

MILARÉ, E. **Direito do Ambiente**. A Gestão Ambiental em foco. 7ª edição. São Paulo. Editora Revista dos Tribunais. 2011.

NOLL, R. & OLIVEIRA, I. L. **Fluoretação das Águas de Abastecimento Público no âmbito da CORSAN**. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre – RS. Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia

Sanitária e Ambiental, 2000.

PHILIPPI JR, A., SILVEIRA, V. F. **Controle da Qualidade das Águas**. In: PHILIPPI JR, A. Saneamento, Saúde e Ambiente. Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. 1ª edição. São Paulo. Manole, p. 415-438. 2005.

REBOUÇAS, A. C. **Água no mundo e no Brasil**. In: REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B., TUNDISI, J. G. Águas Doces do Brasil. 3ª edição. São Paulo: Escrituras, p. 01-35. 2006.

RICKLEFS, R. E. A **Economia da Natureza**. 6ª edição. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2010.

RIO DE JANEIRO. **Lei nº 3760/2002**. Que cria a área de proteção ambiental da bacia do rio Guandu e determina providências para a defesa da qualidade da água. [visitado em 24 de agosto de 2011]. Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/contlei.nsf/f25571cac4a61011032564fe0052c89c/db49b962afa1a32803256b3b006ed818?OpenDocument>>.

RIO DE JANEIRO. Instituto Estadual do Ambiente (INEA). **Rio Guandu**. [visitado em 24 de agosto de 2011]. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/fma/sub-bacia-guandu.asp>>.

SALATI, E., LEMOS, H. M., SALATI, E. **Água e o Desenvolvimento Sustentável**. In: REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B., TUNDISI, J. G. Águas Doces do Brasil. 3ª edição. São Paulo: Escrituras, p. 37-62. 2006.

SRHU/MMA, ITAIPU BINACIONAL, INSTITUTO ECOAR. **Ciranda das Águas**. 2011.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (SNSA). **Esgotamento sanitário: qualidade da água e controle da poluição: guia do profissional em treinamento : nível 1**. Belo Horizonte. ReCESA, 2007.

VIANA, V. J. **Riscos ambientais associados ao transporte de produtos perigosos na Área de influência da ETA Guandu-RJ**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Prüss-Üstün A, Bos R, Gore F, Bartram J. **Safer**

**water, better health: costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health.** Geneva, WHO, 2008.