

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MODALIDADE PROFISSIONAL

**CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA CONSUMIDA PELAS
COMUNIDADES RURAIS DE SÃO JOÃO DA BARRA – RJ
(BRASIL)**

KARLA CABRAL DE OLIVEIRA

CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ

2011

KARLA CABRAL DE OLIVEIRA

**CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA CONSUMIDA PELAS
COMUNIDADES RURAIS DE SÃO JOÃO DA BARRA – RJ
(BRASIL)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental, modalidade Profissional, na área de concentração em Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Desenvolvimento e Sustentabilidade

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

CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ

2011

Dissertação intitulada “Contaminação da Água Consumida pela Comunidades Rurais de São João da Barra – RJ (BRASIL)”, elaborada por Karla Cabral de Oliveira e apresentada publicamente perante a Banca Examinadora, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, na área de concentração Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Desenvolvimento e Sustentabilidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Aprovada em 17 de Outubro de 2011

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Sc. Vicente de Paulo Santos de Oliveira (Engenharia Agrícola/Universidade Federal de Viçosa) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica Fluminense. Orientador.

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

Prof. Dr. Sc. Manildo Marcião de Oliveira (Biociências Nucleares/ Universidade do Estado do Rio de Janeiro). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica Fluminense.

À minha família

Agradecimentos

Estou certa que se estou aqui devo a Deus que me carregou no colo quando não podia caminhar e me presenteou com pessoas amáveis ao redor, sem as quais seria muito árduo, transformou momentos simples em adoráveis e me permitiu realizar mais um sonho. Hoje, a excelência é Dele.

A minha família por compreender o momento e a ausência. Em especial Ivo Amorim de Oliveira (*in memoriam*) por se orgulhar de mim desde o início e Antonina Maria Rodrigues Cabral de Oliveira, por sua compreensão amizade e amor, Katherine e Ivo por me ensinar com atitudes que família é mais que material genético.

A Leandro, que foi um guerreiro, embora não faça ideia de sua importância (com sua paciência inesgotável e companheirismo edificante) me ensinando a dar atenção na medida- sem demasia. Sem o qual não teria a mesma graça, nem o mesmo ânimo. Muito obrigada por sua atenção, carinho e amor. Se isso não é amor não sei o que mais pode ser.

Ao Instituto Federal Fluminense e ao Departamento de Pesquisa e Pós Graduação pela oportunidade de realização do Curso de Graduação.

Ao Professor Vicente de Paulo Santos de Oliveira pelo exemplo, incentivo e instrutiva orientação no desenvolvimento deste trabalho, com paciência e ensinamentos o levarei por toda vida e se possível passarei a diante.

Aos Professores Elias Fernandes de Sousa e Manildo Marcião de Oliveira por aceitarem participar da banca.

À professora Maria Inês, pelo exemplo e ensinamentos.

Ao meu grande amigo sempre presente, Dr, José Carlos Araújo que desde o início me ajudou muito. Sempre que eu realmente precisava, mostrava-me o caminho certo, sem me fazer perder o foco. Obrigada pelos bons papos cabeça.

A amizade edificante do grande Mr. Leo Augusto de Souza, que já me incentivava antes mesmo de saber que este era meu alvo, por sua paciência ao me escutar, e por insistir “no caminho das pedras”, uma pessoa que cativa por sua simplicidade.

A meu amigo Jadiel que prontamente me incentivou e apoiou.

A Escola Municipalizada Coronel Antônio Batista em especial a Dir. Jorge Luís Custódio Nascimento, que se dispôs prontamente a me ajudar desde o início e me possibilitou a realização do curso.

A Verônica Oliveira, pelas conversas, por me ouvir quando precisava nas idas e vindas da vida, afinal o que não se aprende nos bancos das escolas se aprende nos bancos dos “ônibus da vida”.

Aos colegas de trabalho que a vida permitiu fazer, eles me ensinaram a amar: Jorge, João Vitor, Cristina, Aline, Márcia, Wanda, Elisângela Porto, Maria José, com quem ri

muito, contei muitas histórias, me diverti me emocionei. Vivi e viveria tudo novamente, pois eles fazem a diferença.

A toda minha turma de mestrado pelos momentos de convivência e, em especial, aos meus colegas Glayce, com quem me divertia muito, Laerte, Cláudio, Rogério Burla, Cristiano, Caroline Tudesco, Gabriel, Priscila...

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

Às bolsistas de iniciação científica que fizeram agradáveis as idas aos locais de coleta.

A Renato Aguiar, que prontamente se propôs em ajudar na reta final ao correlacionar locais no mapa.

Aos trabalhadores da UPEA que me receberam desde o início do trabalho, pela agradável convivência e boas risadas.

A todos que direta ou indiretamente me auxiliaram de alguma forma.

“Até aqui me ajudou o Senhor.”

I Samuel 7:12

Resumo

Água é um recurso finito, escasso e de valor econômico. Sua importância é refletida no desenvolvimento da região ou do país. Seu monitoramento constante é importante à vida saudável, uma vez que sua qualidade é essencial à manutenção da vida. Normalmente alterações naturais cedem lugar às modificações antrópicas, conseqüentemente poluição de recurso hídrico intensifica-se.

É provável que este quadro se apresente em São João da Barra (RJ), município que passa por processo de implantação de grande empreendimento, o Complexo Portuário do Açú, atraindo mão de obra especializada para a região. A comunidade que habita próximo ao Complexo tem carência de saneamento básico, como água tratada e encanada, por isso sempre retirou água de poços perfurados no próprio domicílio. Atualmente a prefeitura disponibiliza um caminhão pipa que distribui água tratada por uma concessionária para a população. Porém o abastecimento alternativo apresenta fragilidade, por isso o objetivo deste trabalho foi determinar a qualidade e a segurança da água consumida pelos habitantes da região, detectando possíveis fontes de contaminação, correlacionando a parâmetros químico-físicos: turbidez, pH, cloro total, cloro livre, flúor, ferro e manganês de cisternas localizadas em escola públicas, de cisternas em locais estratégicos nas comunidades e de poço na região. Todas as amostras analisadas apresentaram irregularidade em pelo menos um parâmetro, classificando a água imprópria a uso humano, portanto não potável. Assim, este trabalho pode ser considerado relevante para as autoridades públicas, para que possam fornecer água de qualidade nestas comunidades.

Palavras-Chave: Abastecimento alternativo. Contaminação de Água. Água de poço. Água subterrânea. Saneamento.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Percentual das formas de abastecimento de água segundo as Grandes Regiões - Brasil - 2000. (IBGE, 2000).....	22
Figura 2: População mundial, uso da água e área irrigada (GLEICK, 2000).....	23
Figura 3: Morbidade/Mortalidade por enfermidades devido a insalubridade do meio e ao desenvolvimento, em função do nível socioeconômico. (HELLER, 1998).....	26
Figura 4: Associação de remoção de turbidez e de (oo) cisto de <i>Giárdia</i> e <i>Cryptosporidium</i> (USEPA, 1999).....	35
Figura 5: Riscos e benefícios da cloração da água (REBOUÇAS, 2006).....	37
Figura 6: Tolerância ao metal e sensibilidade ao antibiótico. Frequência de bactérias resistentes a múltiplos antibióticos (●) e sensíveis a antibiótico (○) isoladas da água (---) e distribuídas na água (___) quanto à tolerância aos metais Cu-+, Pb2 e Zn-. (CALOMIRIS <i>et al</i> , 1984).....	43
Figura 7: Mapa do Município de São João da Barra (Plano Diretor e Participativo. São João da Barra 2006).....	58
Figura 8: Dinâmica de crescimento populacional segundo cenários futuros da AID e suas implicações no balanço ecológico. (Quinto Jr <i>et al</i> , 2009).....	61
Figura 9 – Divisão do Estado do Rio de Janeiro em Regiões hidrográficas (INEA, 2010).....	62
Figura 10a: Placa da Construção do Poço para retirada de água na localidade de Mato Escuro.....	63
Figura 10b: Perfuração do poço na localidade de Mato Escuro.....	63

ARTIGO CIENTÍFICO I

CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA DE CISTERNAS EM ESCOLAS PÚBLICAS EM COMUNIDADES RURAIS DE SÃO JOÃO DA BARRA-RJ BRASIL (a ser submetido a Anais da Academia Brasileira de Ciências – Impresso)

Figura 1: Localização dos pontos de coleta de cisternas das escolas nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ.....	70
---	----

Figura 2: Pontos de coleta de água de cisternas nas localidades dos 5º e 6º distritos em São João da Barra-RJ.....	72
--	----

ARTIGO CIENTÍFICO II

CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA CONSUMIDA EM COMUNIDADES RURAIS DE SÃO JOÃO DA BARRA-RJ BRASIL (a ser submetido a Revista Engenharia Sanitária e Ambiental)

Figura 1: Pontos de coleta de água de poço nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ.....	97
--	----

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Disponibilidade hídrica, vazões médias, estiagem e suas respectivas porcentagens. Fonte: ANA (2009).....	21
Tabela 2: Importantes propriedades da água e suas respectivas funções no transporte de espécies entre os compartimentos litosfera, hidrosfera e atmosfera, durante o ciclo hidrológico. Fonte: ROCHA <i>et. al.</i> , 2009.....	32
Tabela 3: Principais compostos clorados. Fonte: Dychdala (1977) <i>apud</i> Macêdo <i>et al</i> (2001).....	37
Tabela 4: Fórmulas químicas e denominações dos trihalometanos. Fonte: Meyer, 1994.....	38
Tabela 5: Fatores que influenciam a formação de Trihalometanos (THM) (Meyer 1994).....	39
Tabela 6: Concentrações de fluoreto, mínima, ótima, e máxima, em função da média anual de temperaturas. Fonte: Glaglianome & Bastos, 1998; Schneider <i>et al.</i>	41
Tabela 7: Organismos patogênicos de veiculação hídrica e transmissão fecal-oral e sua importância para o abastecimento. Fonte: Ministério de Saúde (2006).....	46
Tabela 8 – Alguns Eventos Internacionais de temática ambiental até a década de 1990.....	54
Tabela 9 – Normais Climatológicas (1961 - 1990) para o município de São João da Barra (Região Norte Fluminense)– RJ, Fonte: INMET, 2008. Adaptado pela autora.....	69

ARTIGO CIENTÍFICO I

CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA DE CISTERNAS EM ESCOLAS PÚBLICAS EM COMUNIDADES RURAIS DE SÃO JOÃO DA BARRA-RJ BRASIL (a ser submetido a Anais da Academia Brasileira de Ciências – Impresso)

Tabela 1: Escolas e respectiva localidade dos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ, onde foi coletada água de cisterna para análise.....	69
Tabela 2: Localidades dos 5º e 6º distritos de São João da Barra-RJ, onde foi coletada água de cisterna para análise.....	71
Tabela 3: Resultado dos Parâmetros Analisados (Turbidez, pH, Cloro Total, Cloro Livre, Flúor, Ferro, Manganês, Coliforme Total e Coliforme Termotolerante) na água das cisternas das unidades escolares nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ, na estação seca.....	75
Tabela 4: Resultado dos Parâmetros Analisados (Turbidez, pH, Cloro Livre, Flúor, Ferro, Manganês, Coliforme Total e Coliforme Termotolerante) na água das cisternas das unidades escolares nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ, na estação chuvosa.....	80
Tabela 5: Resultado dos Parâmetros Analisados (Turbidez, pH, Cloro Livre, Flúor, Ferro, Manganês, Coliforme Total e Coliforme Termotolerante) na água das cisternas em locais públicos nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ, na estação chuvosa.....	85

ARTIGO CIENTÍFICO II

CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA CONSUMIDA EM COMUNIDADES RURAIS DE SÃO JOÃO DA BARRA-RJ BRASIL (a ser submetido a Revista Engenharia Sanitária e Ambiental)

Tabela 1: Localidades onde foi coletada água de poço nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ.....	96
Tabela 2: Resultado dos Parâmetros Analisados (Turbidez, pH, Cloro Livre, Flúor, Ferro, Manganês, Coliforme Total e Coliforme Termotolerante) na água de poços nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ, na estação seca.....	100
Tabela 3: Resultado dos Parâmetros Analisados (Turbidez, pH, Cloro Livre, Flúor, Ferro, Manganês, Coliforme Total e Coliforme Termotolerante) na água de poços nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ, na estação chuvosa.....	101

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional de Água

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BID – Banco Internacional de Desenvolvimento

BNH – Banco Nacional de Habitação

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CF – Constituição Federal

CLIPA – Complexo Logístico e Industrial do Porto do Açu

COEA – Coordenação Geral de Educação Ambiental

CON – Carbono Orgânico Natural

EA – Educação Ambiental

ETA – Estação de Tratamento de Água

FGTS – Fundo de Garantia por Tempo de Serviço

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia

MIDAS - *Maritime Industrial Development Areas*

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PLANASA – Plano Nacional de Saneamento

PNEA – Política Nacional de Educação Ambiental

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

PRONASEAR – Programa de Abastecimento de Água e Abastecimento para a população de Baixa Renda

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

SUS – Sistema Único de Saúde

UPEA – Unidade de Pesquisa Agro-Ambientais

VMP – Valor Máximo Permitido

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	18
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1	Água Superficial e Subterrânea.....	20
2.2	Evolução Jurídica dos Recursos Hídricos no Brasil.....	23
2.3	Saneamento.....	26
2.3.1	Evolução do Saneamento no Brasil.....	27
2.4	Vigilância Sanitária da Qualidade da Água.....	31
2.5	Características e Propriedades da Água.....	32
2.6	Parâmetros Indicadores de Potabilidade da Água.....	33
2.6.1	Turbidez.....	33
2.6.2	pH.....	35
2.6.3	Cloro.....	36
2.6.4	Flúor.....	40
2.6.5	Ferro.....	42
2.6.6	Manganês.....	44
2.6.7	Microbiológico.....	45
2.7	Abastecimento Alternativo de Água e sua Legislação.....	49
2.8	Educação Ambiental.....	51
2.8.1	Aspectos Históricos que influenciaram a Educação Ambiental.....	53
2.9	Legislação Ambiental Brasileira - Educação Ambiental.....	55

2.10	São João da Barra - Estado do Rio de Janeiro.....	58
2.11	Política do Meio Ambiente no Plano Diretor de São João da Barra- RJ.....	61
2.11.1	Atual conjuntura dos recursos hídricos em São João da Barra-RJ.....	62

ARTIGO CIENTÍFICO I	
CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA DE CISTERNAS EM ESCOLAS PÚBLICAS EM COMUNIDADES RURAIS DE SÃO JOÃO DA BARRA-RJ BRASIL (a ser submetido a Anais da Academia Brasileira de Ciências – Impresso)	
RESUMO.....	66
ABSTRACT.....	67
1. INTRODUÇÃO.....	68
2. MATERIAL E MÉTODO.....	69
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
3.1 Análise dos Parâmetros da Água Coletada de Cisterna de Escolas abastecida por Caminhão Pipa.....	74
3.1.1 Estação Seca.....	74
Turbidez.....	76
pH.....	76
Cloro Total.....	76
Cloro Livre.....	76
Flúor.....	77
Ferro.....	77
Manganês.....	78
Análise Microbiológica.....	78
3.1.1 Estação Chuvosa.....	79
Turbidez.....	81

pH.....	81
Cloro Livre.....	81
Flúor.....	82
Ferro.....	82
Manganês.....	82
Análise Microbiológica.....	83
3.2 Análise dos Parâmetros da Água Coletada de Cisternas de Comunidades abastecidas por Caminhão Pipa.....	84
Turbidez.....	86
pH.....	86
Cloro Livre.....	86
Flúor.....	86
Ferro.....	87
Manganês.....	87
Análise Microbiológica.....	87
4. CONCLUSÃO.....	88
5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	90

ARTIGO CIENTÍFICO II

CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA CONSUMIDA EM COMUNIDADES RURAIS DE SÃO JOÃO DA BARRA – RJ BRASIL (a ser submetido a Revista Engenharia Sanitária e Ambiental)

RESUMO.....	93
ABSTRACT.....	94
1. INTRODUÇÃO.....	95
2. ÁREA DE ESTUDO.....	95
3. MATERIAL E MÉTODO.....	98
4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	99
4.1 Turbidez.....	102
4.2 pH.....	102
4.3 Cloro Livre.....	103
4.4 Flúor.....	103
4.5 Ferro	103
4.6 Manganês.....	104
4.7 Análise Microbiológica	104
5 CONCLUSÃO.....	105
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	107
3. CONCLUSÃO.....	109
4. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	110

ANEXOS

1. INTRODUÇÃO

O ambiente reflete problemas sociais com suas causas e soluções. Conhecer tal consonância é importante aos projetos de saúde coletiva e práticas sanitárias que respondam às necessidades sociais (FREITAS, 2003). Nesse quadro ambiental, tem sido intensamente debatida a disponibilidade de água doce por ser uma substância essencial à maior parte de tipo de vida na Terra, considerada por muitos como infinito. Essa interpretação equivocada tem causado mau uso e desperdício desse líquido (LINHARES, 2005). Para melhor aproveitamento desse recurso, é importante conhecer sua qualidade e realizar ações de educação ambiental, de forma a auxiliar seu melhor aproveitamento.

A demanda e comprometimento de recursos hídricos são consequências de aumento de centros urbanos e crescimento populacional. Sua utilização de forma não sustentável leva à redução da disponibilidade de água de adequada qualidade e pode gerar crise de racionamento. Isso explica a previsão de que quase todos os três bilhões (ou mais) de habitantes que devem ser adicionados à população mundial no próximo meio século nascerão em países que já sofrem de escassez de água, por isso carecerão do líquido para beber, satisfazer suas necessidades higiênicas e produzir alimentos (CETESB, 2009).

Tão importante quanto a quantidade de água, é sua qualidade, que depende do processo de tratamento e distribuição, que são desafiantes pelas seguintes razões: o trabalhador responsável pelo processo de distribuição, na maioria das vezes, não tem conhecimento suficiente para auxiliar no diagnóstico; e as informações sobre a qualidade da água são publicadas por gestores e técnicos por meio de relatórios mensais somente após seu uso. Ambos são insuficientes para prevenir doenças: o primeiro por falta de conhecimento e o último porque a água já foi consumida pela população.

A situação piora quando a empresa de abastecimento é o próprio Estado, visto haver uma tendência acentuada de centralizar importantes decisões, com exclusão da sociedade. Essa relação de poder e força obstruem a entrada de outros atores no processo, dificultando a negociação de conflitos e a resolução de problemas (FREITAS & FREITAS, 2005). De acordo com Capra (1983), isso também pode ser uma crise de percepção uma vez que a ausência de inserção da sociedade na participação como deveria pode ser consequência da falta de assimilação e entendimento dos indivíduos. Eles não se veem integrantes da natureza e do meio ambiente à sua volta, ficando difícil a prática de atividades que fomentam a compatibilização do desenvolvimento tecnológico ao equilíbrio ambiental (SILVA *et al.*, 2007).

Em decorrência dessa vasta necessidade, o uso consciente como proposta da educação e a gestão compartilhada dos recursos hídricos promovem a sustentabilidade hídrica. Ambos são instrumentos inovadores destinados a trazer o uso racional, visto que o consumo seguro da água depende da qualidade do tratamento pelo qual ela passa e do reduzido desperdício para evitar sua escassez.

Nesse aspecto a Educação Ambiental no Brasil tem papel abrangente desde a proteção ambiental até proposta de construção de uma sociedade sustentável (NETO, 2010), com diversidade da formação do sujeito ecológico ao mudar valores e atitudes, sensível ao meio social e ambiental; com

possibilidade de identificar, problematizar e agir em relação às questões ambientais, tendo sempre como horizonte a justiça ambiental (MMA, 2004).

Normalmente alterações nos recursos naturais cedem às modificações antrópicas. Com isso, as necessidades por recursos hídricos se intensificam, assim como a geração de resíduos e seus efeitos poluidores. São João da Barra - RJ/Brasil, município onde ocorreu o atual estudo, está recebendo um grande empreendimento numa área predominantemente rural, com economia baseada principalmente em agricultura e pesca. Tal empreendimento influenciará todo o município. O objetivo geral do presente estudo foi diagnosticar a qualidade da água utilizada pela comunidade dos 5º e 6º distritos (Açu e Barcelos respectivamente).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Água Superficial e Subterrânea

“Se a população mundial aumentar para 10 bilhões de habitantes, nos próximos 50 anos, teremos 70% dos habitantes do planeta enfrentando deficiências no suprimento de água, repercutindo em cerca de 1,6 bilhão de pessoas que não terão água para obtenção da alimentação básica”(CHRISTOFIDIS, 2003).

A água é considerada um recurso finito, escasso e de valor econômico (PEREIRA Jr, 2003). Sua importância é tal que define o desenvolvimento que uma região, país ou sociedade pode alcançar sendo necessária à maioria das atividades (ANEEL, 2001 BORSSOI& TORRES, 2003). A distribuição de água doce no planeta Terra, de acordo com Di Bernardi & Dantas (2005), acontece da seguinte forma: 99,7% encontra-se em geleiras e 0,3% constituem as águas superficiais e subterrâneas.

Observa-se que apesar do volume de água no planeta ser na ordem de 1.386 milhões km³, a quantidade disponível ao consumo humano é muito pequena: 0,007% do total. Dessa percentagem, resta menos ainda, em função da poluição e do mau uso em todos os níveis da sociedade.

Da reserva hídrica brasileira, 73,6% está localizada na Bacia Amazônica. A vazão média desta região é quase três vezes maior que a soma das vazões de todas as demais regiões hidrográficas brasileiras. Para o Sudeste, região estudada, está disponível 1,21%, uma contradição, visto ser esta região brasileira a mais povoada (ANA, 2009).

Sendo assim, pode-se dizer que o Brasil não é completamente rico de água, visto que aproximadamente 80% das descargas anuais dos nossos rios ocorrem nas regiões hidrográficas dos rios Amazonas e Tocantins (Tabela 1), onde se tem a mais baixa densidade demográfica do país. Porém quase metade da população que aí vive está sujeita aos mesmos problemas de saneamento básico que ocorrem nas regiões metropolitanas de Fortaleza, Recife ou São Paulo (REBOUÇAS, 2003).

Tabela 1 – Disponibilidade hídrica, vazões médias, estiagem e suas respectivas porcentagens.

Região Hidrográfica	Vazão Média (m ³ /s)	Vazão Média (%)	Disponibilidade hídrica (m ³ /s)	Disponibilidade hídrica (%)
		73,61		80,98
Amazônia	132145		73748	
		7,69		5,98
Tocantins-Araguaia	13799		5447	
Atlântico Nordeste		1,45		0,35
Ocidental	2608		320	
		0,43		0,42
Parnaíba	767		379	
		0,43		0,10
Atlântico Nordeste Oriental	774		91	
		1,59		2,07
São Francisco	2846		1886	
		0,83		0,33
Atlântico Leste	1484		305	
		1,76		1,22
Atlântico Sudeste	3162		1109	
		2,26		0,71
Atlântico Sul	4055		647	
		6,36		6,36
Paraná	11414		5792	
		2,29		0,62
Uruguai	4103		565	
		1,31		0,86
Paraguai	2359		782	
		100,00		100,00
Brasil	179516		91071	

Fonte: ANA (2009).

Assim como a disponibilidade de água superficial, a quantidade de recurso hídrico subterrâneo também não é uniforme, ocorrendo em algumas regiões com relativa abundância e em outras com escassez (ANA, 2009). Os poços como fontes de água vêm sendo utilizados intensamente para diversos fins, tais como: abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer.

No país, 15,6% dos domicílios brasileiros utilizam exclusivamente água subterrânea (IBGE, 2009). A utilização desse manancial é complementar no estado do Rio de Janeiro, que apresenta 487 poços registrados (representa 0,34%) não estando pois entre as áreas que mais usam a água subterrânea. Isso acontece na região norte onde seu uso para consumo corresponde a 39,4% de toda forma de abastecimento (IBGE, 2009) (Figura1).

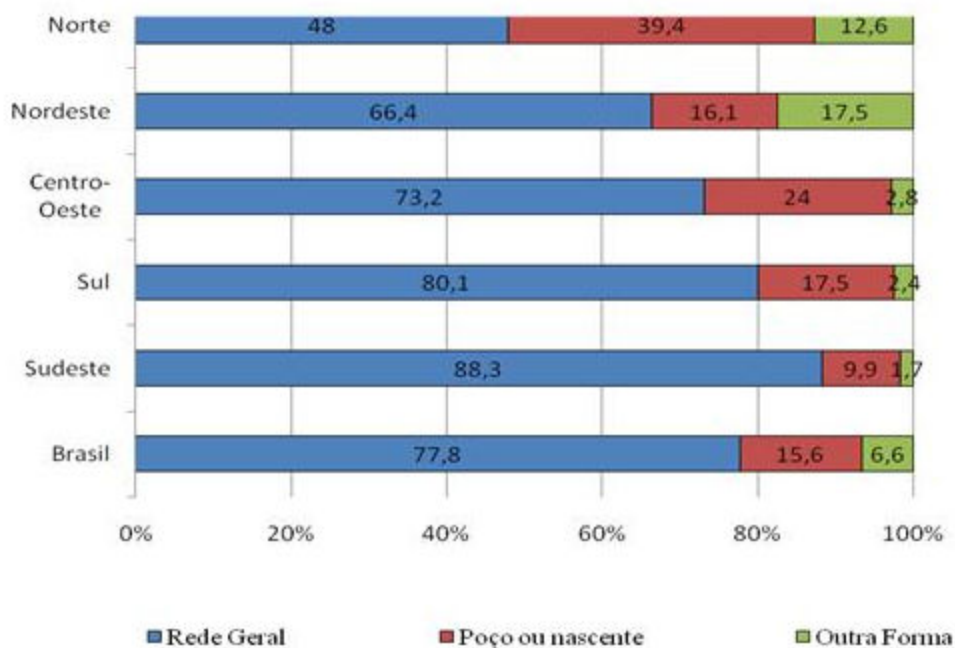


Figura 1: Percentual das formas de abastecimento de água segundo as Grandes Regiões - Brasil - 2000. (IBGE, 2000).

Porém o grave problema brasileiro está relacionado ao crescimento da população, à ocupação desordenada ao solo, ao desenvolvimento industrial e tecnológico, associado ao desperdício da água em todos os níveis da sociedade e baixo nível de eficiência dos serviços de saneamento (IBGE, 2009; REBOUÇAS, 2006).

O problema se estende a outros países. Falkenmark (1986) concluiu que há uma relação inversamente proporcional entre as taxas de consumo e a riqueza da nação após analisar cinquenta países. Pois ao atingirem certo nível de desenvolvimento, as nações buscam alternativas de aperfeiçoamento a eficiência que apresentam e como consequência ocorre a queda do consumo de água.

Os impactos no mundo inteiro são de duas maneiras principais: primeiro, pelo consumo de recursos naturais em ritmo mais acelerado do que aquele no qual eles podem ser renovados pelo sistema ecológico; segundo, pela geração de produtos residuais em quantidades maiores do que as que podem ser integradas. Na maioria das vezes, são intensificados pelo avanço de tecnologias industriais (MORAES& JORDÃO, 2002; SHILKLOMANOV, 1998). Por isso, a classificação de recurso renovável para a água é limitada pelo uso, dependendo da pressão, de sua disponibilidade, da quantidade existente e da qualidade apresentada.

O crescimento da população, mudanças no modo de vida e expansão da agricultura irrigada permitiram em séculos passados a expansão da infraestrutura nas fontes de água. Movimentos em prol de conservação do meio ambiente e o crescimento populacional possibilitaram que as pessoas modificassem a maneira de pensar, embora ainda não estejam preparadas para pagar por novas estruturas nem resolver o problema da água. Ao fazer

uma projeção no atual século, a conclusão é que se o consumo for o mesmo, ficará insustentável (Figura 2) (GLEIK, 2000).

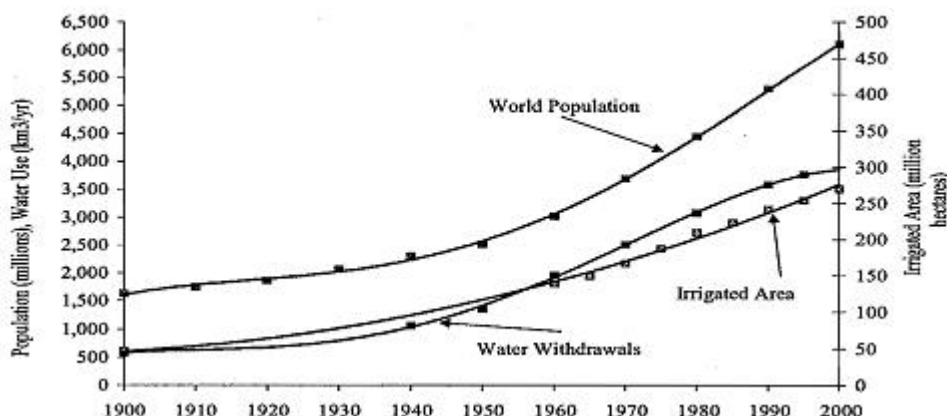


Figura 2: População mundial, uso da água e área irrigada (GLEIK, 2000).

As atividades humanas que mais causam impactos ambientais estão exemplificadas a seguir: abastecimentos urbanos e industriais, que provocam poluição orgânica e bacteriológica, despejam substâncias tóxicas e elevam a temperatura do corpo d'água; irrigação que carrega agrotóxicos e fertilizantes; navegação que casualmente lança óleos e combustíveis; lançamento de esgotos que provoca poluição orgânica, física, química e bacteriológica. A geração de energia elétrica, por sua vez, não é poluidora, mas provoca alteração no regime e na qualidade das águas. A construção de grandes represas, com inundação de áreas com vegetação abundante, não apenas compromete bastante a qualidade da água, como pode repercutir em todo o meio ambiente ao redor (BORSOI& TORRES, 2003). Shiklomanov (*op. cit.*) resume as atividades impactantes em: irrigação, uso industrial e uso doméstico que podem causar alterações qualitativa e/ou quantitativa no recurso hídrico.

A alteração dos recursos hídricos compromete seus possíveis usos, como navegação, irrigação, pesca, lazer, além do próprio abastecimento de água dos municípios a jusante do qual está sendo lançado. Isso reflete conteúdo atendimento a doentes decorrentes de más condições sanitárias que absorve grande parte dos recursos públicos em saúde (PINTO, 2003).

Portanto, a avaliação da qualidade dos recursos hídricos disponíveis, tanto nos mananciais de superfície quanto nos mananciais de subsuperfície, constitui-se numa preciosa informação para os diversos setores da sociedade, visto que a água representa um recurso fundamental desde o surgimento da vida até sua manutenção (IBGE, 2009).

2.2 Evolução Jurídica dos Recursos Hídricos no Brasil

A normatização e a institucionalização evoluem de acordo com as necessidades, interesses e objetivos de cada época. As preocupações com o crescimento populacional, a urbanização, a industrialização, a ineficácia na aplicação da maioria das legislações hídricas e também a ausência de um planejamento visando à correta utilização dos recursos hídricos para reverter o quadro de degradação destes recursos são refletidas nas reformulações institucionais e legais (HENKES, 2003). O período entre o século XV e XX foi considerado um marco de exploração desregrada. A época entre o final do

século XX e início do século XXI tem se mostrado diferente, com profundas alterações no cenário hídrico brasileiro.

Não existia no Brasil - Colônia legislação própria. A legislação constituía-se pelos regulamentos baseados nas Ordenações Manuelinas vigentes em Portugal. A ocupação de terras e apropriação dos recursos naturais se pautavam pelo sistema de capitânicas hereditárias e sesmarias. A grande preocupação era preservar a riqueza da Coroa Portuguesa, (WHINTER, 2001). As leis que visavam à conservação do meio ambiente, não eram cumpridas por falta de civismo do corpo administrativo, e por falta de civilidade da população (ALMEIDA, 2002).

A Constituição Imperial do Brasil, promulgada em 25.3.1824, determinou, em seu artigo XVIII, a realização de um Código Civil e um Criminal, pois, apesar da independência do reino de Portugal, houve omissão em relação à tutela ambiental, por isso as Ordenações Filipinas ainda vigoravam (ALMEIDA, 2002).

No final do século XIX, visto que a Constituição de 1889 também foi omissa no que diz respeito ao meio ambiente, a preocupação à proteção das águas lê-se no Código Penal de 1890: "Art. 162: Corromper ou conspurcar a água potável de uso comum ou particular, tornando-a impossível de beber ou nociva à saúde. Pena: prisão celular de 1 (um) a 3 (três) anos." (ALMEIDA, 2002).

Em 1934 o recurso hídrico foi tratado como um dos elementos básicos do desenvolvimento. Afinal era matéria-prima para a geração de eletricidade, um subproduto essencial da industrialização. Diferente do Código Civil de 1916, o Código das Águas na década de 1930 reconhece o valor econômico à coletividade da água que merece atenção do Estado, sendo ora complementar, ora repetido (ALMEIDA, *op.cit.*).

No Código das Águas em 1934 estabeleceu-se uma política moderna e complexa para a época; havia instrumentos de proteção, conservação e recuperação da água, que não foram implementados, mas adotados em outras legislações brasileiras, como o princípio poluidor-pagador e consumidor-pagador, sendo esta a forma de reconhecer o valor da água por meio da cobrança (HENKES, 2003).

A primeira Constituição Brasileira a mencionar protesto a esse recurso hídrico foi a de 1946, no seu artigo 34. Porém o Código Penal, dessa década, reproduziu proteção anterior já rezava: corromper ou poluir água potável de uso comum ou particular, tornando-a imprópria para o consumo ou nociva à saúde era crime e havia sanção por tal ato (ALMEIDA, 2002).

A metade do século XX foi marcada por utilização da água de forma diversa e desenfreada em busca do desenvolvimento. Usinas e centrais hidrelétricas foram criadas no país nesse período sem que disposições do Código de Águas referentes à preservação, conservação e recuperação dos recursos hídricos fossem regulamentadas, ao contrário das disposições referentes à produção energética (HENKES, 2003). Não havia um pensamento jurídico ambiental, apenas iniciativas pontuais do Poder Público objetivando a conservação, e não só a preservação, dos bens ambientais em geral. Nessa época havia uma visão distorcida da natureza-inimiga, em que o desenvolvimento está atrelado à devastação dos recursos naturais (ALMEIDA *op.cit.*).

A constituição de 1967 avançou na defesa contra nocivos da água instituindo como competência da União "organizar a defesa permanente contra as calamidades públicas, especialmente a seca e as inundações" além de "estabelecer e executar planos regionais de desenvolvimento". Porém não

havia previsão legal de alocação de recursos financeiros para esta finalidade. Nesse ano foi instituída através da Lei 5.138, de 26/09/1967 a Política Nacional de Saneamento que normatizou o saneamento básico. (HENKES, 2003).

Em 1976, a primeira legislação brasileira que trata da classificação das águas foi estabelecida pela Portaria 13/76 do Ministério do Interior que na época era o órgão ao qual estava vinculada a antiga Secretaria Especial do Meio Ambiente – SEMA (HENKES, 2003). Um ano mais tarde é publicada a primeira legislação brasileira sobre potabilidade de água, a Portaria 56/BSB, de 1977 (HELLER, 1998).

Em 1981, foi instituída pela Lei 6.938 a Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA, que posteriormente foi alterada pela Lei 7.804, de 18/07/1989, considerada uma das regulamentações ambientais brasileiras mais importantes, com profundas implicações na proteção dos recursos hídricos.

Em 1986, a Resolução do CONAMA 01/86, instituiu a obrigatoriedade da realização do Estudo Prévio de Impacto Ambiental - EPIA, antes da instalação de obras, atividades ou serviços que causarem ou sejam potenciais causadores de degradação ambiental (HENKES, 2003). Já a Resolução CONAMA 20/86 faz mudanças quanto à classificação e enquadramento das águas.

As profundas alterações ocorridas na sociedade, na economia e no meio ambiente no século XX tornaram indispensável a implementação de instrumentos de proteção, conservação e recuperação dos recursos naturais (HENKES, 2003). A Constituição de 1988 (CF/88) dedicou um capítulo exclusivo ao meio ambiente. Foi inovadora entre outros aspectos ao caracterizar a água como recurso econômico (BARROS, 2005). Este processo aconteceu em decorrência do direito dado pela Carta ao cidadão: meio ambiente ecologicamente equilibrado bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Como foi outorgado pela CF/88 aos estados legislar sobre os bens de seu domínio, vários deles começaram a elaborar suas políticas estaduais de recursos hídricos (HENKES, 2003). Até que em 1997, foi editada a Lei 9.433 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH. Ela não é apenas disciplinadora do uso e gestão dos recursos hídricos, mas um instrumento inovador destinado e apto a promover a sustentabilidade hídrica. Foi também criado o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SNGRH, regulamentando o artigo 21, XIX, da Constituição Federal de 1988 (HENKES, *op. cit.*).

Sendo alguns dos objetivos da PNRH- assegurar a atual e as futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Em 2000 publica-se a Portaria MS 1469/2000, republicada com pequenas alterações em março de 2004 como a Portaria 518/2004 (MINISTÉRIODIA SAÚDE, 2004), hoje vigente.

2.3 Saneamento

Atualmente conceitua-se saneamento como intervenção que objetiva reduzir doenças por meio da higiene do ambiente, visto que fatores do meio físico do homem exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu estado de bem estar físico, mental ou social (WHO, 2010), apresentando relação com a educação ambiental.

Medidas sanitárias estão relacionadas à água utilizada para consumo humano, ao controle de vetores de doenças de veiculação hídrica, à higiene doméstica e aos excretos tanto animais quanto humanos; estes últimos são os principais responsáveis por doenças (tais como: diarreias, esquistossomose, cólera, febre tifóide) e mortes geralmente de crianças. Medidas de saneamento envolvem comportamento e ações que juntos formam higiene ambiental, evitando degradação do ambiente, com medidas de controle dos fatores do meio físico, e com a abordagem preventiva de saúde (WHO, 2010; HELLER, 1998).

Apesar da consolidação da relação saúde-saneamento ter sua origem antes da Revolução Industrial, até a década de 1970 (década em que iniciou a consolidação da definição de desenvolvimento sustentável), a definição de saneamento relacionava-se apenas com o abastecimento de água e esgotamento sanitário (HELLER, 1998). Atualmente considera-se reducionista a visão sanitária se não houver relação com a questão ambiental, pois impactos ambientais são determinantes sobre a saúde da sociedade, em especial de países em desenvolvimento, e na população excluída dos benefícios do desenvolvimento, já que a questão ambiental está fortemente associada ao modelo socioeconômico (HELLER, 1998) (Figura 3).

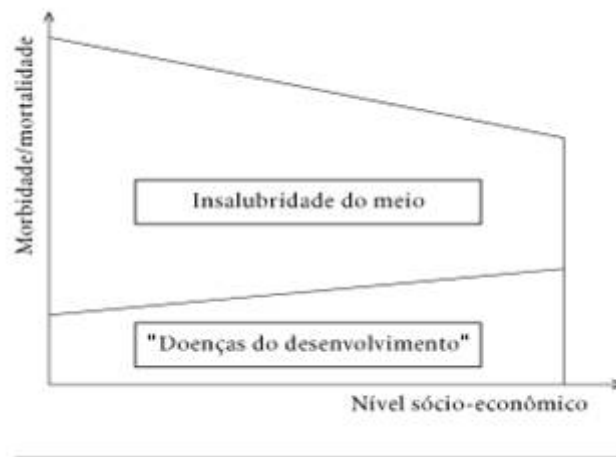


Figura 3: Morbidade/Mortalidade por enfermidades devido à insalubridade do meio e ao desenvolvimento, em função do nível socioeconômico. (HELLER, 1998).

Portanto, atualmente a consideração do saneamento é mais completa: bem-estar físico, mental e social e não somente a ausência de doença. Abordam-se problemas do ambiente, saúde e saneamento de forma interligada e o reconhecimento da importância da salubridade do meio natural alterado pelo homem (IBGE, 2004), levando-se em conta a educação ambiental para que mudanças de hábitos alcancem o desenvolvimento sustentável.

Como prevenção, o saneamento se preocupa com os sistemas de engenharia funcionem com adaptações tecnológicas, tendo a educação

sanitária e ambiental como ferramenta de ensino de novos hábitos e costumes à população, cuja participação nos processos decisórios nada mais é do que a chancela às decisões já tomadas (SOUZA *et. al.*, 2007).

2.3.1 Evolução do Saneamento no Brasil

Apesar de haver legislação para recursos hídricos desde o século XVI vigentes no Brasil, medidas de saneamento básico no país são recentes (ALMEIDA, 2002).

O primeiro período de gestão dos serviços de saneamento no Brasil ocorreu com o surgimento da preocupação sanitária a partir de meados do século XIX, em resposta das epidemias de febre amarela e cólera na década de 1840 e 1850, nas cidades do Rio de Janeiro, Salvador e Recife (MARQUES, 1995).

O Estado brasileiro permitia que o abastecimento de água e esgotamento sanitário nos centros urbanos de maior porte e prestação de serviços públicos fossem delegados a concessionárias estrangeiras através do Código Nacional das Águas (PEREIRA Jr, 2003; HESPANHOL, 1999). Essa situação começou a mudar com o Decreto nº 24.643 de 10 de junho de 1934, editando o Código de Águas. A partir de tal data, o Governo interveio no setor e as empresas foram aos poucos nacionalizadas e estatizadas. Seis anos mais tarde (em 1940) o Governo criou o Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) (LUCENA, 2006).

Em 1942, com a criação de Fundação de Serviço Especial de Saúde (FSEP), convertida em Fundação Nacional da Saúde, inicia-se a implantação de sistema de saneamento básico nos municípios mais pobres e regiões menos desenvolvidas com programas de educação sanitária (HESPANHOL, 1999). A fundação criada em período de guerra deveria ter sido extinta ao fim desta, mas isso não aconteceu. Seu objetivo inicial foi expandido e ela foi implantada em outras localidades do país. Uma das grandes contribuições do FSEP foi o avanço técnico do saneamento no Brasil. Os profissionais recebiam treinamento regular no exterior, assim, absorviam as novas tecnologias empregadas nos países desenvolvidos (LUCENA, 2006).

Em meados do século XX, os jornais de todo o país noticiavam com frequência as deficiências quanto à quantidade e à qualidade no abastecimento de água. Do ponto de vista da qualidade, as deficiências principais eram: inexistência de qualquer tratamento adequado nas muitas cidades, operação defeituosa e falta de fiscalização (TUROLLA, 2002), mostrando que as soluções tomadas pelo Governo não eram eficazes, já que o aumento do consumo não correspondia à expansão de infraestrutura (LUCENA, 2006).

A organização administrativa não se enquadrava em um padrão uniforme (TUROLLA, 2002). Alguns municípios operavam de forma autônoma, com resultados bastante satisfatórios, enquanto outros operavam conjuntamente com municípios vizinhos, como Santos, São Vicente e Guarujá (WHITAKER, 1991).

As medidas sanitárias eram esporádicas e localizadas, por causa da precariedade, os efeitos se fizeram sentir nas altas taxas de mortalidade infantil e no agravamento da deterioração sanitária (HESPANHOL, 1999; IBGE, 2000).

O crescimento da população brasileira começa a acelerar, sobretudo a partir da década de 50 (ARRETCHE, 2004). O ritmo de urbanização da economia brasileira impunha uma pressão que se avolumava sobre os sistemas de

saneamento. A urbanização causava uma deterioração contínua dos índices de cobertura dos serviços de água e de esgoto (TUROLLA, 2002).

Em 1961 foi elaborada a Carta de Punta del Leste pelos países das Américas. Esse documento definiu como diretriz o nível de 70% de atendimento de suas respectivas populações urbanas com serviços de água e de esgoto, e o de 50% para as populações rurais (TUROLLA, 2002). Foi elaborado um programa decenal, a partir de 1961, que visava ao cumprimento das metas acordadas.

Para o cumprimento da meta, o Governo Militar elegeu a ampliação da cobertura dos serviços de saneamento como uma de suas prioridades explicitadas nos planos de desenvolvimento do período (LUCENA, 2006).

Havia nesse período (1963-1965), o Plano de Desenvolvimento Trienal promulgado pelo Governo Federal, que previa apoio aos programas de saneamento básico com orçamento de CR\$ 30,5 bilhões (equivalentes a US\$ 53 milhões de dólares da época), sendo muito pouco efetivo e se exauriu antes de 1964 (HESPANHOL, 1999; TUROLLA, 2002; LUCENA, 2006).

Foi formulado para o período 1964 a 1966 o Programa de Ação Econômica do Governo (Paeg), que entre os cinco objetivos básicos estabeleceu metas e designou recursos ao abastecimento urbano de água e ao esgotamento sanitário. A lei 4.380 de 21 de agosto de 1964 cria o Banco Nacional de Habitação, que permite que em 1968 inicie o abastecimento de Água para Pequenas Comunidades, através de empréstimo do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Nesse ano foi criado o Sistema Nacional de Saneamento, integrado pelo Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), pelo Banco Nacional da Habitação (BNH), pelo Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) e pelas companhias estaduais de saneamento (TUROLLA, 2002; HESPANHOL, 1999; ARRETCHE, 2004).

Mas foi na década de 1970 que o PLANASA começou a funcionar. A meta era alcançar 1980 com 80% de abastecimento de água para a população urbana e 50% de esgoto, incentivando os municípios a concederem os serviços à companhia estadual de saneamento que, por sua vez, tinha acesso aos empréstimos do BNH (TUROLLA, 2002; ARRETCHE, 2004). Nessa década o percentual da população abastecida com água potável era de 50,4% da população urbana, 20% servidos pela rede de esgotos (MONTEIRO, 1993).

Foram criadas Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs), organizadas sob a forma de Sociedade Anônima, que deveriam obter as concessões diretamente do poder concedente, as autoridades municipais (TUROLLA, 2002).

Em 1985, a Pesquisa Nacional de Domicílios do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - assinalava que 87% da população urbana eram abastecidos com água potável, portanto o PLANASA havia alcançado sua meta (MONTEIRO, 1993). Mas a crise financeira no início desta década com a centralização do modelo resultou numa política seletiva que privilegiava grandes empresas estaduais em detrimento de prefeituras e interesses locais e teve grande dificuldade em alcançar a meta estabelecida pelo próprio Governo (ARRETCHE, 2004; Sousa, 2004), além de alguns municípios não aderirem ao plano (LUCENA, 2006).

O PLANASA foi o único mecanismo articulado de financiamento e de modernização do setor de saneamento no Brasil que ofereceu resultados satisfatórios até ser intencionalmente destruído (MONTEIRO, 1993), sendo por

isso considerada a principal experiência brasileira na área de investimentos em serviços públicos de água, esgoto e drenagem (SOUSA, 2004; TUROLLA, 2002).

Porém o PLANASA não havia contemplado áreas urbanas periféricas nem áreas rurais. Por isso em 1982, foi lançado pelo governo brasileiro o Programa de Abastecimento de Água e Saneamento para População de Baixa Renda da Zona Urbana (PROSANEAR), um projeto experimental cujo objetivo era oferecer serviços de saneamento básico às famílias de baixa renda (LIMA & MALAFAIA, 2010). Tal projeto ganhou expansão para PROSANEAR I; estavam associados definições de saneamento, de saúde e de meio ambiente, com o objetivo de aperfeiçoar as condições de vida das camadas sociais mais pobres. Com tecnologia apropriada de baixo custo que exigia integração entre vizinhos (sistema condominial), participação comunitária (procurando adequar-se à necessidade da comunidade), proteção ambiental e recuperação de custos (LUCENA, 2006).

Inicialmente, o financiamento ficou a cargo da União enquanto o Ministério do Interior foi responsável por administrar o programa. Contudo, quando houve ampliação do projeto inicial para o PROSANEAR I, os recursos passaram a ser provenientes do Banco Mundial (US\$ 100 milhões), dos governos estaduais e municipais e da Caixa Econômica Federal (LUCENA, 2006). De acordo com o Banco Mundial, a população era estimulada a zelar pela manutenção dos equipamentos já que os beneficiados contribuíaam.

Apesar dos esforços, as dificuldades financeiras das CESBs e o aumento do número de domicílios não atendidos por serviços de água e esgoto associado à desarticulação da política urbana e dos setores públicos envolvidos marcaram o setor de saneamento básico na segunda metade da década de 1980 (LUCENA, 2006).

Em 1986, o Governo pretendia ampliar o acesso das comunidades de baixa renda aos serviços, por isso criou o I Plano Nacional de Desenvolvimento da Nova República (I PND-NR 1986-1989). Houve neste período algumas mudanças por meio do Decreto nº 96.634/88, o Ministério da Saúde tornou-se responsável pela política nacional de saneamento básico (LUCENA, 2006).

Em meio à crise do setor de saneamento no fim dos anos 1980, destaca-se a introdução de dispositivo na Constituição de 1988 que definiu que os municípios seriam responsáveis pelos serviços de interesse local (TUROLLA, 2002), sendo enfatizado pela Política Nacional de Saneamento ao ter como diretriz a descentralização das ações, enfatizando o papel do Estado, dos municípios e do setor privado; (LUCENA, 2006.).

A década de 1990 foi marcada por uma expansão da cobertura e por um limitado esforço de modernização, mas a falta de avanços na consolidação de um marco legal específico para os serviços de saneamento impediu um salto quantitativo e qualitativo (TUROLLA, 2002; ARRETCHE, 2004).

Na última década do século XX os planos plurianuais mencionavam a necessidade de melhorar e modernizar o setor de saneamento. Foi investido apenas 1,82% de R\$ 291.658 milhões previstos até 1996. Por isso na segunda metade desta década, a Política Nacional de Saneamento adotou três princípios fundamentais para viabilizar o trabalho: universalização para que fosse ofertado a todos os serviços de saneamento; participação dos agentes envolvidos (União, estados, municípios e prestadores de serviços) para formular e gerir a política de saneamento e descentralização das funções

outrora concentradas em um órgão específico. Houve assim, flexibilização por meio de parcerias com educação, o meio ambiente e o desenvolvimento urbano a fim de melhor eficiência na oferta de serviços (LUCENA, 2006).

A Política Nacional de Saneamento apresentava seis objetivos: aumentar a oferta dos serviços; adotar o controle social na prestação de serviços; optar por estruturas administrativas mais flexíveis; estimular o programa de qualidade e produtividade na prestação de serviço; fomentar programas de conservação da água e corroborar a parceria do setor público com o privado. Para conseguir alcançá-los, traçaram-se estratégias, como a ação integrada do Governo Federal, que significava coordenação dos vários órgãos federais responsáveis pelo setor, e retomada da sua capacidade de financiamento, que definia a tarifa como elemento essencial para a geração de receitas adequadas (LUCENA, 2006).

No ano 2000, 116 municípios, que correspondem a 2% do total, não tinham abastecimento de água, estando a maior parte situada na região norte e nordeste. A região sudeste, apresenta-se privilegiada, pois todos os municípios são abastecidos por água de empresa pública ou privada, ainda que deficientes (Atlas de Saneamento – IBGE, 2000), indicando que dados ocorreram de forma desproporcional nas regiões (SOUSA, 2004).

Em 2011, o Instituto Trata Brasil divulgou novo *ranking* do saneamento com avaliação dos serviços nas 81 maiores cidades do País. Conclui-se que o resultado positivo é muito pequeno no setor, principalmente nas cidades com maiores carências, mesmo com retomadas de investimento no setor. Entre as dez melhores cidades, uma se encontra no Rio de Janeiro (Niterói), o número aumenta ao se tratar das dez cidades com pior situação ao saneamento (4): Belford Roxo, Nova Iguaçu, Duque de Caxias e São João do Meriti (Trata Brasil, 2011).

Para melhorar esta situação, o presidente do Trata Brasil informa que é preciso criar parcerias entre empresa pública e privada auxiliada ao compromisso de prefeitos e vereadores. (Trata Brasil, 2011)

Porém, atualmente, o abastecimento não se dá de forma homogênea, menores municípios têm menor abrangência de serviços de saneamento em todo país, e comparativamente municípios com o mesmo número de habitantes no Sudeste e no Nordeste apresentam diferenças na proporção da população atendida por saneamento, sendo maior na região mais povoada. Por isso, foram encontradas como alternativas para o abastecimento das populações a utilização de chafarizes e fontes, poços particulares e abastecimento por caminhões pipas, bem como utilização direta de cursos de água (Atlas de Saneamento - 2000). Estes tipos de abastecimento são contemplados na legislação como fonte alternativa, estando relatado na Portaria 518 do Ministério de Saúde (BRASIL, 2004).

Atualmente 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 o recurso hídrico retirado desta fonte seja utilizado das mais diversas maneiras (CORDEIRO, 2008). Esse é o caso do 5º e 6º distritos do município de São João da Barra (Açu e Barcelos respectivamente), localizado no norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. Tal procedimento se dá porque no meio rural não há preocupação ou cobrança da outorga pelo uso da água e por entraves que impossibilitam a vigilância da sua qualidade da água.

As cidades brasileiras enfrentam sérios problemas quanto à carência de habitações adequadas, entre outros serviços, o atendimento à saúde e à oferta de saneamento, que abrange diversos elementos, dentre os quais se destacam: abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, drenagem, coleta, destinação final de resíduos sólidos e controle de vetores transmissores de doenças (BORJA & MORAES, 2009; d'AQUILA *et.al.*, 2000).

Observa-se que o Brasil não apresenta condição de destaque entre os países da América Latina, há profundas desigualdades nesse setor atualmente (COSTA *et. al.*, 2008; SOUSA, 2004).

As várias políticas e programas do governo brasileiro para o setor de saneamento básico nos últimos anos têm sido ineficazes em função da pressão causada pelo aumento populacional uma vez que serviço de infraestrutura é indispensável para a melhoria da qualidade de vida da população mais carente associado ao escasso recurso aos investimentos governamentais, cabendo ao governo brasileiro buscar formas mais adequadas para ofertar esse serviço (LUCENA, 2006).

2.4 Vigilância Sanitária da Qualidade da Água

A vigilância da qualidade da água para consumo humano é um conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública, para verificar se a água consumida pela população atende à Norma estabelecida e para avaliar os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana (MS 2004).

Sua função é mais que fiscalizar e, eventualmente, punir. Acima de tudo, envolve a criação e a alimentação de um sistema de informações, cuja análise regular permita a identificação de fatores de risco (fontes e sistemas de abastecimento de água para consumo humano) e populações vulneráveis, ou seja, expostas ao risco (consumo de água), subsidiando o desencadeamento de medidas de controle, preventivas ou corretivas (MS 2004).

Por isso a vigilância da qualidade desse bem para consumo humano requer uma visão sistêmica, que perceba a dinâmica da qualidade da água, do manancial ao consumo. Para tanto, é fundamental que se identifiquem e monitorem fatores potenciais de risco, os quais podem comprometer a potabilidade da água (MS 2004).

A Portaria 518 do Ministério de Saúde especifica sobre deveres e responsabilidades estando subdivididos em níveis hierárquicos de responsabilidade e função (PEREIRA, 2011).

Na função de regulamentador e fiscalizador, nos níveis Federal, Estadual e Municipal, estão: o Ministério da Saúde, as Secretarias de estado da saúde e as Secretarias municipais de saúde. Esses possuem obrigações em conjunto e complementarmente.

De acordo com o Art. 28 do Capítulo VII, cabe ao Ministério da Saúde, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde, e às autoridades de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, representadas pelas respectivas Secretarias de Saúde ou órgãos equivalentes, fazer observar o fiel cumprimento da Norma, nos termos da legislação que regulamenta o Sistema Único de Saúde (SUS).

Sendo assim, de acordo com Rebouças (2006) a qualidade da água é controlada por meio de dois instrumentos: controle operacional e controle legal.

O controle operacional é efetuado pelo próprio produtor e visa à adaptação sucessiva do processo produtivo ao atendimento do padrão de qualidade preestabelecido. A produção e distribuição da água potável têm seu controle feito pelo laboratório da companhia que os efetua.

O controle legal deve ser efetuado por entidade distinta, autônoma e independente, com laboratório técnico próprio. Este efetua rotineiramente a atividade de monitoramento e verifica se o produtor está efetiva e consistentemente atendendo aos padrões estabelecidos pela legislação vigente. Em se tratando de abastecimento público, o órgão que exerce o controle legal tem competência para atuar sobre o produtor de água potável, impondo as sanções cabíveis e exigindo, na forma da lei, medidas consideradas adequadas ao atendimento dos padrões estabelecidos.

2.5 Características e Propriedades da Água

A água apresenta importantes propriedades (tabela 2) com fundamentais funções no transporte de espécies entre os compartimentos litosfera, hidrosfera e atmosfera, durante o ciclo hidrológico.

Tabela 2: Importantes propriedades da água e suas respectivas funções no transporte de espécies entre os compartimentos litosfera, hidrosfera e atmosfera, durante o ciclo hidrológico.

Propriedades	Funções
Solvente	Transporte de substâncias possibilitando processo no meio aquoso
Constante dielétrica maior que outros líquidos	Alta solubilidade de espécies iônicas e ionização em solução
Alta tensão superficial	Controle de fatores fisiológicos e de fenômenos de superfície em gotas
Transparência	Incolor e permite incidência de luz necessária à ocorrência de processos fotossintéticos abaixo da superfície dos corpos d'água
Densidade máxima a 4°C	Flutuação do gelo e circulação vertical de nutrientes
Alto calor de evaporação	Controle de transferência de espécies
Alto calor latente de fusão	Estabilização de temperatura no ponto de congelamento
Alta capacidade calorífica	Estabilização da temperatura de organismos vivos

Fonte: ROCHA *et. al.*, 2009.

As características de qualidade da água derivam dos ambientes naturais e antrópicos de onde se originam, circulam, percolam ou ficam estocadas. Em sua avaliação Rebouças (2006) considera a composição de uma amostra cujos constituintes são referidos em termos das características físicas, microbiológicas e químicas.

Quando poluídas, podem apresentar distintas fontes:

- Pontuais: resultam de cargas diretas para os corpos d'água;
- Não pontuais: suas rotas resultam em deposições parciais dos poluentes antes dos mananciais com variação temporal e espacial.

Quanto à emissão da poluição, esta pode ser:

- Contínuas: praticamente constantes por longo período de tempo;
- Descontínuas: apresentam com o tempo variação no volume e na concentração, que variam em picos (grandes descargas em pouco tempo) e blocos (apresentam fluxo relativamente constante em um intervalo de tempo, mas com intervalos regulares).

2.6 Parâmetros Indicadores de Potabilidade da Água

A qualidade da água está relacionada a parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Para ter conhecimento da sua qualidade é necessário utilização de parâmetros indicadores que devem estar de acordo com padrão de potabilidade por sua importância sanitária, agregada a proposta do desenvolvimento sustentável, que visa ao conforto dos contemporâneos e preservação do meio ambiente das futuras gerações.

Para ter conhecimento da qualidade da água, é possível analisar diversos parâmetros (VON SPERLING, 2005). Os itens seguintes descrevem os principais parâmetros de forma sucinta, apresentando, seu conceito, sua importância sanitária e sua utilização.

Os aspectos físicos permitem perceber características estéticas. Sua importância relaciona-se à alteração da água por compostos em suspensão e/ou micro-organismos patogênicos. São representadas por transparência, ausência de cheiro e de gosto. Como parâmetro físico, foi analisada a turbidez neste trabalho, relacionada a partículas sólidas em suspensão.

Os aspectos químicos são índices que caracterizam a qualidade da água, pois permitem classificá-la por seu conteúdo mineral, através dos íons presentes; determina o grau de contaminação quanto à origem dos principais poluentes e avalia o equilíbrio bioquímico necessário para manutenção da vida aquática através da necessidade de nutrientes. Os parâmetros químicos analisados neste estudo foram: pH, cloro, flúor, ferro e manganês.

Os parâmetros microbiológicos apresentam correlação com a maioria das doenças parasitárias, sendo este o aspecto de maior relevância em termos de qualidade da água. Foi determinada a potencialidade de a água transmitir doenças através dos organismos indicadores de contaminação fecal.

2.6.1 Turbidez

A turbidez é um parâmetro de aspecto estético, que representa a transparência da água, assumindo função de indicador sanitário na água filtrada (BRASIL, 2006). É causada por partículas em suspensão e em estado coloidal, as quais podem representar ampla faixa de tamanhos impedindo a passagem de luz.

Este parâmetro é a expressão de propriedade óptica que causa espalhamento e absorção da luz por partículas e moléculas em amostras de água, em lugar de transmissão de linhas diretas. A medida de turbidez se baseia numa comparação entre a interferência à passagem de raios luminosos através da amostra e através de suspensões adotadas como padrões de medida (KOWATA *et. al.*, 2000).

O princípio do funcionamento do turbidímetro baseia-se na emissão de um feixe luminoso e na detecção da luz refletida pelas partículas em suspensão, que é convertida em sinal elétrico e registrada pelo painel do equipamento (TEIXEIRA, 2004).

A fonte de luz mais comum nos turbidímetros modernos é obtida por meio de lâmpadas de tungstênio, embora outras lâmpadas como de mercúrio, laser e diodos de emissão também sejam empregadas (LOPES, 2008; PÁDUA & DI BERNARDI, 2003).

O detector que mede a dispersão da luz fica situado a um ângulo fixo em relação à incidência do feixe luminoso. Segundo Brito (1998), a denominação turbidímetro (ou nefelômetro) é função da localização do ângulo a 90°.

Partículas muito pequenas dispersam mais luz que as partículas maiores quando essa dispersão é registrada por detectores posicionados a ângulos inferiores a 90°, ocorrendo o inverso quando se tem ângulo reto. Assim, a comparação da turbidez da água em função do ângulo de posicionamento do detector pode fornecer informações qualitativas do tamanho das partículas (PÁDUA & DI BERNARDO, 2003). Utilizam-se aparelhos medem até 1µm de turbidez (LOPES, 2008).

A natureza da matéria em suspensão pode ser argila, silte, areia fina, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos em suspensão e partículas similares que alteram a penetração da luz através da difusão e absorção, dando à água uma aparência turva, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa (VON SPERLING, 2005; LOPES, 2008; KOWATA *et. al.*, 2000).

Apesar de Texeira (2004) afirmar que amostras de água de mesma magnitude de turbidez podem apresentar partículas suspensas com características – tamanho, composição e forma – diferentes, de modo que os tipos de partículas não de interferir na transmissão da luz, este parâmetro está relacionado basicamente com o índice de refração da luz dispersa pelas partículas presentes na água, índice esse que depende de fatores, tais como natureza, tamanho da partícula e do ângulo de observação (LOPES, 2008; PÁDUA & DI BERNARDO, 2003).

Por limitação financeira e técnico-laboratorial, a turbidez é utilizada como indicador conferindo a presença/ausência de determinados micro-organismos no lugar do monitoramento de rotina, principalmente na água tratada, que por hipótese tais organismos estão presentes em pequenas concentrações, (LOPES, 2008).

A avaliação da qualidade sanitária da água para consumo humano é indicativo da consequente desinfecção, uma vez que partículas em suspensão protegem os micro-organismos da ação de desinfetantes (KOWATA *et. al.*, *op. cit.*; BRASIL, 2006).

Exemplificando sua utilização, surtos de doenças causados por micro-organismos parasitas relatados nos EUA, os quais estiveram relacionados à água filtrada caracterizava-se por pico de turbidez, não filtração da água,

filtração inadequada, (coagulante não otimizado, carreira ou taxa de filtração não controlada, reciclagem da água de lavagem de filtro) ou pós tratamento no sistema de distribuição (LOPES, 2008).

Apesar de não ser assumido pela OMS como parâmetro microbiológico explícito e numérico de qualidade de água pós-filtração ou pré-desinfecção, quanto menor turbidez, menor o número de coliformes e micro-organismos patogênicos (figura 4), mesmo havendo controvérsias, já que muitas vezes a água apresenta VMP pela OMS e pela Portaria 518 do Ministério de Saúde para turbidez, mas ainda contem micro-organismos patogênicos (BRITO, 1998).

O valor máximo permitido de turbidez na água distribuída para consumo humano é de 5,0 UT (unidade de turbidez). Embora as evidências indiquem a adoção de um padrão mais rigoroso de turbidez da água filtrada, argumentos de ordem prático-econômica sustentaram a manutenção do referido padrão em 1,0 UT, acompanhado de uma recomendação enfática de se buscar 0,5 UT como meta (BRASIL, 2005). Tal recomendação visa assegurar a adequada eficiência de enterovírus, cistos de *Giardias* sp e oocistos de *Cryptosporidium* sp. (Inciso 1, 2 e 3 do Artigo 12, do Capítulo IV, da Portaria 518 do Ministério de Saúde, 2004).

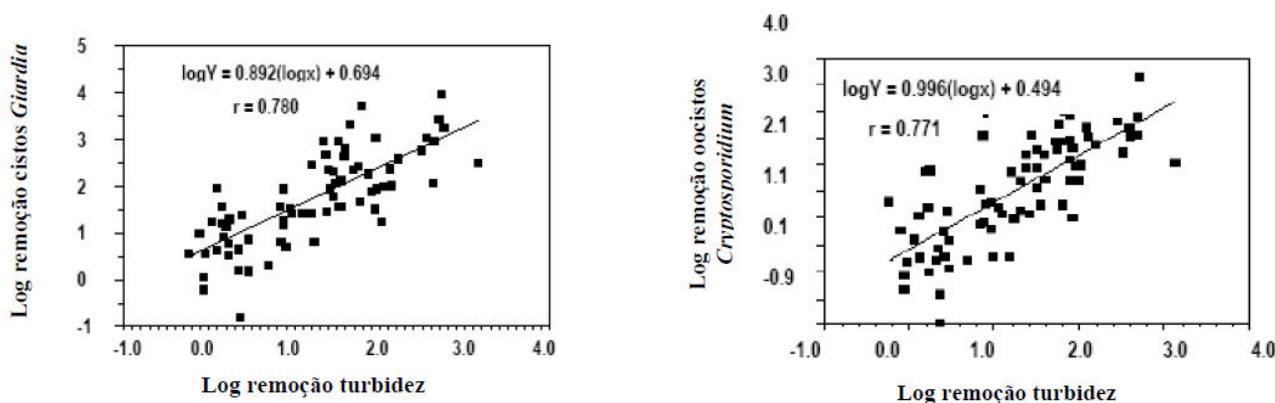


Figura 4: Associação de remoção de turbidez e de oocisto de *Giardia* e *Cryptosporidium* (USEPA, 1999).

2.6.2 pH

O pH é um parâmetro químico. Como tal, sua importância é caracterizar a qualidade da água, ao classificá-la de acordo com o íon presente e determinar o grau de contaminação de acordo com a origem dos poluentes.

O termo pH é usado universalmente para expressar a intensidade de uma condição ácida ou alcalina de uma solução, que está relacionado à concentração de íons H^+ e OH^- . Sua determinação é definida como algoritmo negativo da concentração molar de íons hidrogênio: $pH = -\log[H^+]$.

Em água pura há quantidade, embora pequena, de íons H^+ e OH^- em equilíbrio, denominado pH neutro, $[H^+] = [OH^-] = 1,0 \times 10^{-7} M$ a $25^\circ C$: o pH é: $[H^+] = -\log 10^{-7} = -(-7) = 7$. Soluções com pH abaixo de 7 são denominadas ácidas e possuem concentração de H^+ maior que de OH^- . Águas com pH acima de 7 são denominadas alcalinas e apresentam concentração iônica oposta.

Águas com pH baixo tendem ser corrosivas ou agressivas a certos materiais, paredes de concreto e superfícies de cimento amianto, águas com pH alto

tendem a formar incrustações. Nos sistemas de abastecimento público de água, o pH está geralmente compreendido entre 6,5 a 8,5 (KOWATA *et al.*, 2000).

Embora de pouco significado sanitário, é importante conhecer a acidez da água. O pH deve ser acompanhado para melhorar os processos de tratamento e preservar contra corrosões ou entupimentos no sistema de abastecimento de água.

Assim, para não trazer riscos sanitários a água distribuída deve apresentar faixa de pH entre 6,0 a 9,5, de acordo com a Portaria 518 do Ministério de Saúde.

2.6.3 Cloro

O cloro é o principal agente desinfetante, adicionado durante o tratamento, com objetivo de eliminar ou destruir bactérias e outros micro-organismos que se podem apresentar. Sua adição também pode ser para oxidação (alteração das características da água pela oxidação dos compostos nela existentes), já que sua presença acarreta aumento de pH na água. Ou ainda, ambas as ações ao mesmo tempo (MEYER, 1994).

Aguiar *et. al.* 2002, destacaram algumas razões do uso disseminado do cloro: i) inativação em tempo relativamente curto dos microrganismos, até então conhecidos, presentes nas águas naturais; ii) nas dosagens usualmente empregadas na desinfecção o cloro não é tóxico aos seres humanos e não confere odor ou sabor às águas; iii) disponível a custo razoável e de fácil transporte, manuseio, armazenamento e aplicação; iv) produz residuais relativamente estáveis; v) fácil determinação pelo método iodométrico disponível à época. Para manter a quantidade residual, durante o tratamento, pode ser necessário alterar a dosagem, visto que o cloro consumido será proporcional à quantidade de matéria a ser oxidada, estando diretamente relacionado à qualidade da água bruta (FONTES *et. al.*, 2007).

A morte de organismos pela ação de um desinfetante, fixando-se os outros fatores, é proporcional à concentração do desinfetante e ao tempo de reação. Desse modo, é possível utilizar diferentes concentrações de acordo com tempo de armazenamento e exposição da água (MEYER, 1994).

A descoberta do cloro se deu em 1808, por Sir Humprey Davy, sua propriedade bactericida e como desinfetante foram demonstradas em laboratório, em 1881, pelo bacteriologista Koch (MACÊDO, 2001).

Sua aplicação era feita inicialmente através do hipoclorito de sódio (NaOCl), obtido pela decomposição eletrolítica do sal. O emprego era apenas para desinfecção de águas somente em casos de epidemias. A partir de 1902, a cloração foi adotada de maneira contínua na Bélgica. Em 1909, passou a ser utilizado o cloro guardado em cilindros revestidos com chumbo (MEYER, 1994; MACÊDO & BARRA, 2003).

De acordo com Rossin (1987), os processos de cloração evoluíram com o tempo, podendo esta evolução ser caracterizada em diferentes décadas. Entre 1908 e 1918 deu-se início a cloração das águas: aplicação de uma pequena quantidade de cloro. Desde então houve acentuada expansão no uso de cloro líquido até 1928, quando se fez uso de cloraminas (adição conjunta de amônia e cloro) de modo a se obter um teor residual, até 1938. Ainda não eram empregados testes específicos para se determinar os residuais de cloro. Assim, por quase toda a década de 1950, foi feito o refinamento da cloração;

determinação das formas de cloro combinado e livre e cloração baseada em controles bacteriológicos.

Com a disseminação do uso no tratamento de água, houve melhoria na qualidade de vida da população abastecida por água tratada, reduzindo mortes causadas por micro-organismos patogênicos, aumento da expectativa de vida das pessoas e redução de surtos de doenças de veiculação hídrica (figura 5).

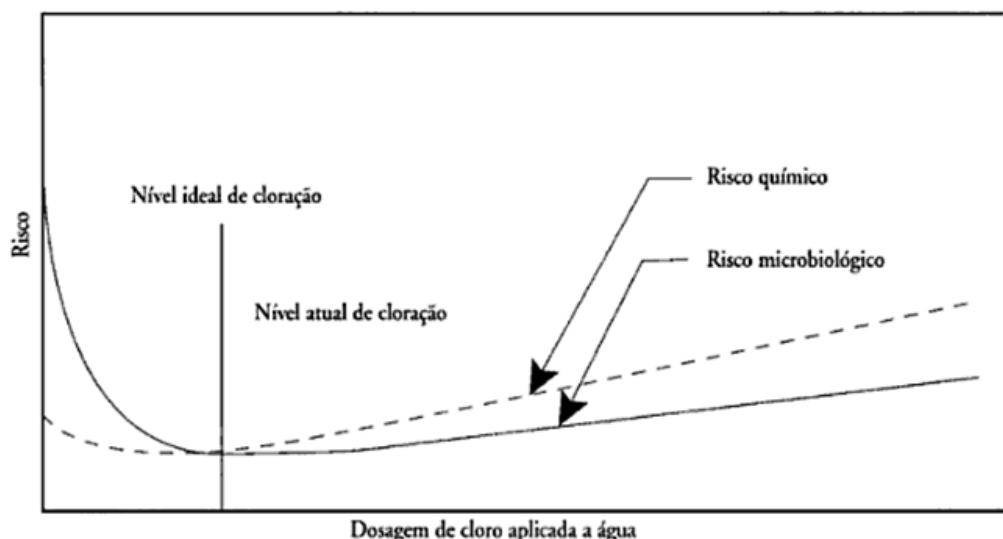


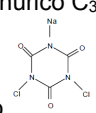
Figura 5: Riscos e benefícios da cloração da água (REBOUÇAS, 2006).

A partir de 1974 foi descoberta a reação de cloro com compostos orgânicos oriundos da decomposição de matéria orgânica vegetal, com formação de compostos orgânicos halogenados e ácidos haloacéticos. Então, se inicia a preocupação com CON (carbono orgânico natural) na água tratada e distribuída, que pode ser removido através da coagulação, uma vez que já faz parte do processo unitário integrante de tratamento da água.

Dado que as águas naturais podem conter significativas concentrações de CONs que não tenham a propriedade de transmitir luz visível e que, conseqüentemente, não proporcionam cor real, mas que possam ser precursores de subprodutos da desinfecção, o seu controle passou a ser muito mais difícil e oneroso (FILHO& MARCHETTO, 2006).

Há várias formas de adição, que se diferenciam quanto à facilidade de aplicação, custo, origem e manuseio. Os principais compostos clorados utilizados atualmente estão na tabela 3.

Tabela 3: Principais compostos clorados.

Inorgânica	Orgânica
Hipoclorito de cálcio $\text{Ca}(\text{ClO})_2$	Ácido dicloroisocianúrico $\text{C}_3\text{N}_3\text{O}_3\text{Cl}_3$
Hipoclorito de sódio NaClO	Ácido tricloroisocianúrico $\text{C}_3\text{N}_3\text{O}_3\text{Cl}_3$
Gás cloro Cl_2	
	 Dicloroisocianurato
	Dióxido de cloro ClO_2

Fonte: Dychdala (1977) apud Macêdo et. al. (2001).

Dos produtos apresentados, o mais utilizado atualmente, em função do custo e da disponibilidade do produto é o hipoclorito de sódio. Apresenta-se na forma

líquida, cujo manuseio requer cuidados especiais para evitar perdas (MACÊDO & BARRA, 2003).

O cloro gasoso é de difícil manuseio, exigindo, para seu uso, equipamento especial e pessoal bem capacitado. É comercializado na forma líquida, em cilindros de aço, onde se encontra comprimido. Do estado líquido, forma em que é 1,5% mais denso que a água, o cloro reverte-se à forma gasosa, quando liberado em condições atmosféricas (ANDRADE& MACÊDO, 1996).

Os compostos clorados orgânicos têm seu uso expandido no Brasil. São comercializados na forma de pó, possui uma maior estabilidade ao armazenamento do que os compostos clorados inorgânicos. Por exemplo, os derivados clorados de origem inorgânica possuem um prazo de validade que varia de três a seis meses, chegando ao máximo um ano, enquanto os orgânicos alcançam um prazo de validade de três a cinco anos. Também são mais estáveis em solução aquosa, o que implica numa liberação mais lenta de ácido hipocloroso, e conseqüentemente, permanecem efetivos por períodos de tempos maiores mesmo na presença de matéria orgânica, associado à menor probabilidade de formação de subprodutos (MACÊDO& BARRA, 2002, TROLLI *et al*, 2002; FONTES *et al*,2002 ANVISA, 2001).

Dentre os compostos clorados, de modo geral o cloro gasoso é o mais usado em maiores estações de tratamento de água, porém apresenta manuseio mais difícil exigindo equipamento especial e mão de obra mais qualificada. Apresenta, assim como outros compostos clorados inorgânicos, maior instabilidade que produtos clorados orgânicos (ANDRADE& MACÊDO, 1996).

O cloro forma subprodutos, os trihalometanos (THM), que apresentam correlação positiva quanto ao câncer descobertos em 1974 em 113 estações de tratamento, foi detectada a presença de 27 compostos orgânicos com probabilidade de serem causadores de doença (MACÊDO *et. al.* 2002) (Tabela 4). A fórmula geral dos THMs é CHX_3 , onde X pode ser cloro, bromo, possivelmente iodo, ou combinações a partir dos mesmos (TROLLI *et. al.*, 2002).

Tabela 4: Fórmulas químicas e denominações dos trihalometanos.

Fórmula Química	Denominações
1. $CHCl_2$	Triclorometano, Clorofórmio
2. $CHBrCl_2$	Bromodiclorometano
3. $CHBr_2Cl$	Dibromoclorometano
4. $CHBr_3$	Tribromometano, Bromofórmio
5. $CHCl_2I$	Dicloroiodometano
6. $CHClBrI$	Bromocloroiodometano
7. $CHClI_2$	Bromocloroiodometano
8. $CHBr_2I$	Dibromoiodometano
9. $CHBrI_2$	Bromodiodometano
10. CHI_3	Triiodometano, Iodofórmio

Fonte: Meyer, 1994.

A formação desses compostos é resultado da reação do cloro livre com produtos halogenados e ácidos húmicos e fúlvicos (TOMINAGUA& MIDIO, 1999). Sua presença na água (fórmulas ainda não completamente conhecidas) pode alterar a coloração e a turbidez da água (KOWATA, 2000). Eles resultam da decomposição de folhas da vegetação e são os precursores do THM (OPAS, 1987 *apud* MEYER, 1994). A maioria desses ácidos contém radical

cetona, que podem causar a formação de halofórmios após a reação com o cloro (MEER, 1994). A reação acontece na presença de cloro ou de seu precursor, estando relacionado a vários fatores que estão descritos na tabela 5.

Tabela 5: Fatores que influenciam a formação de Trihalometanos (THM).

Fatores	Explicação
Tempo	Em relação ao tempo, a formação de trihalometanos em condições naturais não é instantânea. Em princípio, quanto maior o tempo de contato entre o cloro e os precursores, maior será a probabilidade de formação dos THM.
Temperatura	O aumento da temperatura significa um aumento na probabilidade de formação dos THM.
Ph	A formação dos THM aumenta com a elevação do pH, pela sua ação catalítica sobre o halofórmio.
Concentração de brometo e iodeto.	Os brometos e iodetos, na presença de cloro aquoso, são oxidados a espécies capazes de participar da reação de substituição orgânica, resultando na formação de THM puro ou misturado (um ou mais de um dos compostos). O bromo tem vantagens sobre o cloro nas reações de substituição com os compostos orgânicos, mesmo que o cloro esteja presente em excesso quando comparado com o bromo inicial.
Características e concentrações dos precursores	Quanto maior a concentração de ácidos húmicos e fúlvicos, maior será a formação de THM. As características da água e dos precursores presentes também irão influenciar a formação de THM.
Concentração de cloro	Quanto maior a dosagem de cloro, maior será a probabilidade de formação de THM. A forma sob a qual o cloro se apresenta também é importante; o cloro livre tem maior poder de formação de THM do que o cloro combinado.

Fonte: Meyer, 1994.

Sabe-se que a possibilidade de contato não é apenas por ingestão da água, mas também por inalação, e contato com a pele ao lavar roupa, tomar banho e uso de piscina (TOMINAGUA& MIDIO, 1999).

Também houve associações positivas entre o clorofórmio na água tratada e o risco de morte por câncer de cólon (homens e mulheres), câncer de estômago, entre dosagem de cloro e câncer retal (homens e mulheres) e câncer de tórax. Para mulheres também houve associação entre dosagem de cloro ou água clorada sujeita à contaminação por substâncias orgânicas e câncer de cérebro. O clorofórmio induz ao câncer de fígado, tiróide e rins em ratos e camundongos, mas associações significantes não foram observadas no homem. Portanto, atualmente, se aceita a teoria de que existe uma alta probabilidade da relação entre câncer de bexiga, cólon e reto e a exposição a esses compostos presentes na água (CANGUSSU *et. al.*, 2002).

A água entregue ao consumidor deve conter, de acordo com Capítulo IV, Artigo 13 da Portaria 518 do Ministério da Saúde e com a OMS, a concentração mínima do cloro deve ser 0,2 mg/L (miligramas por litro), mas se a água fornecida para consumo humano acontecer por meio de veículos; o teor mínimo deste elemento livre aumenta para 0,5 mg/L. Já o teor máximo em qualquer ponto do sistema de abastecimento não deve ultrapassar 2,0mg/L.

Admite-se a utilização de outro agente desinfetante ou outra condição de operação do processo de desinfecção, desde que fique demonstrado pelo

responsável do sistema de tratamento uma eficiência de inativação microbiológica equivalente à obtida com a condição definida neste artigo (Capítulo IV, Parágrafo Único) (BRASIL, 2004).

2.6.4 Flúor

O flúor é um elemento químico adicionado à água de abastecimento, pois auxilia na proteção dos dentes contra a cárie, ao impedir a evolução embora não evite o início da doença. Apesar da interrupção da fluoretação fazer cessar o efeito preventivo do flúor, a ausência temporária ou variações deste elemento não tornam a água imprópria para consumo (DARÉ, 2006; VIEGAS& VIEGAS, 1988).

Desde a comprovação de correlação entre o flúor e cárie dentária, estudos foram largamente realizados, assim como seu acréscimo na água tratada antes de sair da estação de tratamento. No Brasil há notícia de fluoretação da água desde a década de 1950, mas o momento decisivo, em que houve sustentação ao processo no país com alocação de recursos para tal finalidade, ocorreu ao serem estabelecidas as normas legais (NARVAI, 2001). A lei federal 6.050, de 24/5/74, exige realização de acréscimo de flúor à água, porém, muitos municípios ainda não realizam tal processo (PIRES *et. al.*, 2002).

Atualmente já se sabe que é importante haver determinada concentração do flúor constante na saliva para manutenção da interferência nos processos de mineralização, já que a cárie é o processo de desmineralização do tecido dentário que acontece com o passar do tempo, tendo como o principal responsável *Streptococcus mutans*. Este elemento também atua no metabolismo da microflora da placa, reduz a solubilidade do esmalte e aumenta a mineralização na superfície do dente (PIRES *et. al.*, 2002).

O contato com o flúor reduz a presença de carbonato, responsável por tornar os dentes solúveis aos ácidos orgânicos, que geralmente se encontra em áreas de maior acúmulo de placa bacteriana. Seu uso é providencial, em especial, durante a formação dentária, pois este passa a constituir 20% do total de minerais (ANDERLE, 2003). O contato do flúor com os dentes acontece inicialmente na água (esta após ser consumida na circulação de sangue) e é excretado por urina, fezes, suor e por fluidos salivares (CAMPOS& FARIA, 2001). Seu efeito é observável na população mais carente, visto ser uma forma de veiculação abrangente da população.

O consumo ideal de flúor depende da quantidade de água consumida, que por sua vez depende da sede e da temperatura. Portanto, a fim de determinar a concentração ótima de flúor na água, levando-se em consideração a ingestão diária de água e conseqüentemente o clima da região, utiliza-se a fórmula estudada e elaborada por Gallagan & Lamson (1953), Gallagan & Vermillion (1957) citado por Buendia & Zaina (1997), que permite calcular exatamente qual o teor ideal de flúor deve ser aplicado à água de consumo.

Teor ideal de Fluoreto

$$= 22,2 / (10,3 + 0,725 \times \text{temperatura média das máximas anuais})$$

Quando foi estabelecida a concentração ótima para o flúor, o equipamento de medição tinha apenas um algarismo significativo após a vírgula. Atualmente,

porém, os aparelhos medem até 3 casas depois da vírgula; assim, há outra discussão: se a concentração ótima varia de 0,6 a 0,8 mg/L. Ao obter o resultado 0,58mg/L é razoável que haja o arredondamento para 0,6, assim como o resultado 0,84 para 0,8 (DARÉ, 2006). Para esta mesma questão, Pires (2002), arredonda em seu trabalho o teor de flúor acrescentado para mais não para menos, pois não são décimos de miligramas que irão provocar alteração na saúde dentária.

Utilizando tal informação, a concentração ideal de flúor a ser utilizada no Brasil é 0,7mg/L, sendo aceitável 0,6-0,8mg/L (PIRES *et. al.*, 2002; CAMPOS & FARIA, 2001) (tabela 6).

Tabela 6: Concentrações de fluoreto, mínima, ótima, e máxima, em função da média anual de temperaturas.

Média anual de temperaturas diárias máximas do ar (°C)	Limites de concentrações de Fluoreto (mg de F.L ⁻¹)		
	Mínima	Ótima	Máxima
10,0 – 12,2	0,9	1,2	1,7
12,2 – 14,6	0,8	1,1	1,5
14,6 – 17,6	0,8	1,0	1,3
17,6 – 21,4	0,7	0,9	1,2
21,4 – 26,2	0,7	0,8	1,0
26,2 – 32,5	0,6	0,7	0,8

Fonte: Glaglianome& Bastos, 1998; Schneider *et. al.*, 1992.

Também é necessário ter cautela quanto à quantidade excessiva por causa de manchas nos dentes que caracterizam fluorose – também conhecida como intoxicação crônica - que se origina da exposição do germe dentário, durante o seu processo de formação, a altas concentrações do íon flúor (PIRES *et. al.*, 2002). Como consequência, há hipermineralização do esmalte, com severidade diretamente associada à quantidade ingerida (CAMPOS& FARIA, 2001). Geralmente, o aspecto clínico é de manchas opacas no esmalte, em dentes homólogos, até regiões amareladas ou castanhas em casos de alterações mais graves. Em suas formas moderada ou severa, provoca alterações funcionais e estéticas.

Também é relatado caso de intoxicação aguda que se dá por deglutição de quantidade excessiva de flúor, geralmente 5mgF/kg total, em especial por crianças de até 12 anos de idade. Nesse caso o tratamento é indução ao vômito com sais de cálcio solúvel ou ingestão de leite, mas se a quantidade for ainda maior a melhor solução é administração de gluconato de sódio (DARÉ, 2006).

Há fatores que interferem na severidade da doença, tais como: peso corporal, taxa de crescimento esquelético e períodos de remodelamento ósseo. Estes constituem-se em fases de maior absorção do flúor. Estado nutricional, altitude e alterações da atividade renal e da homeostase do cálcio também são fatores relevantes. Nesse sentido, a doença é mais frequente em dentes de mineralização tardia (dentição permanente), em crianças de baixo peso ou precário estado nutricional ou insuficiência renal crônica, sendo as faixas etárias da primeira e segunda infância consideradas as de maior risco à ingestão do flúor sistêmico e, conseqüentemente, seus efeitos maléficis (CANGUSSU *et. al.*, 2002).

Tentou-se responsabilizar o flúor por envelhecimento precoce, deficiência do sistema imunológico e câncer. Este último surgiu através de um discutido trabalho em que foram comparadas cidades que adicionavam flúor no processo

de tratamento da água e cidades que não utilizavam este elemento. Concluiu-se que taxas de mortalidade por câncer em cidades onde já havia fluoretação da água era maior que nas cidades sem fluoretação; porém tal pesquisa não considerava a taxa basal de mortalidade por câncer. Com ajuste nas taxas, foi verificado que não houve aumento significativo (DARÉ, 2006).

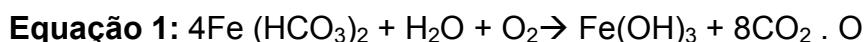
Após ingestão, o flúor é absorvido rapidamente, principalmente no estômago, especialmente se ingeridos sem outro alimento (DARÉ, 2006). A concentração de sua forma iônica é maior no líquido extracelular que no interior de tecidos moles, salvo nos rins sadios que acumulam para eliminação; já no esqueleto existe uma correlação positiva quanto à exposição e concentração. Sua permanência no sangue varia de 4 a 10 horas, estando na maior parte na forma de íons sem combinação com molécula alguma (DARÉ, 2006). Os dentes absorvem o flúor na região porosa, mesmo quando a cárie o destrói, embora a absorção seja maior em esmalte sadio (DARÉ, 2006).

A fluoretação da água acontece por ser um processo de baixo custo, segurança na administração e de grande abrangência. Manter o indivíduo beneficiado pela fluoretação da água ao longo de toda sua vida corresponde a uma única restauração dentária, sendo considerada a melhor relação custo-benefício na odontologia (FERREIRA& BENNET, 1999; NARVAI, 2001; NARVAI, 2000).

Por isso, mesmo não sendo estabelecido pela portaria 518 do Ministério de Saúde nem pela OMS (Organização Mundial de Saúde) determinado valor mínimo à quantidade flúor presente na água no Brasil, várias cidades estabelecem que a menor concentração para este elemento na água é 0,7mg/L. No estado de São Paulo, a Resolução SS - 250/95 (Artigo 1º) estabelece uma concentração ideal de flúor na água destinada para consumo humano de 0,7 mg/L, sendo que as águas que estiverem na faixa de 0,6 – 0,8 mg/ L são consideradas dentro do padrão ótimo. De acordo com a OMS e com a Portaria 518 do Ministério de Saúde vigente desde 2004, a concentração máxima permitida deste elemento é 1,5mg/L.

2.6.5 Ferro

O ferro é importante para a maioria dos organismos vivos, além de ser muito abundante na crosta terrestre. Porém na presença de oxigênio e com pH não ácido é insolúvel e tende a precipitar como hidróxido de ferro, além da possibilidade de reagir com formas reduzidas de oxigênio (peróxido e superóxido de oxigênio) e se tornando responsáveis por radicais livres. Há possibilidade também de entrar em contato com água enriquecida com oxigênio e carbonato ferroso, transformando-se em hidróxido férrico, como na equação 1 (SILVA, 2008).



O ferro forma compostos utilizados no processo de coagulação (Fe(OH)₃) cujo objetivo é a remoção de partículas em suspensão na água que afluem para a estação de tratamento (WALHOROOS& FERREIRA, 1999). Metais na água são absorvidos pelo organismo humano através do trato gastrointestinal. Essa absorção pode ser afetada pelo pH, pelas taxas de movimentação no trato digestório e pela presença de outros materiais. Combinações particulares desses fatores podem contribuir para fazer a absorção de metais ser muito alta

ou muito baixa no homem. Os efeitos tóxicos dos metais podem expressar-se de forma aguda ou crônica. Dentre os mecanismos de toxicidade dos metais, estão incluídas as interações com sistemas enzimáticos, interações com membranas celulares e efeitos específicos sobre certos órgãos e sobre o metabolismo celular em geral (BARRETO 2006).

Sua presença não costuma causar problemas diretamente ao ser humano, porém, quando oxidado, traz sérios inconvenientes, com formação de precipitado, provocando manchas em sanitários e roupas e favorecendo o crescimento de micro-organismos, que oxidam o ferro, causando corrosão (DI BERNARDO *et. al.*, 2002).

O crescimento desses micro-organismos pode acontecer até em concentração 0,2 mg/L, causando alterações físico-químicas das superfícies de ferro galvanizados e servem como substratos nutricionais para vários micro-organismos quimioorganotróficos oxidarem o ferro, sendo que tais seres vivos apresentam o poder de oxidar o ferro para seu próprio crescimento (APPENZELLER, 2005).

Dentre os micro-organismos, recentemente, foi observado que o ferro pode promover o crescimento de esporos de *Bacillus atrophaeus globigii*. Na presença dele, estes e outros micro-organismos são resistentes a desinfetantes como cloro livre, monoclóroamina e dióxido de cloro por longo período e estes têm a concentração reduzida na superfície do substrato, uma vez que após adição há queda na concentração de bactérias até estabilização das colônias (SZABO, 2007; SZABO, 2009).

O elemento em questão faz parte de todas as enzimas heme, incluindo citocromo e hidroperoxidase, portanto é considerado nutriente necessário a *Escherichia coli*, utilizado como indicador de qualidade microbiológica. Esta bactéria apresenta correlação positiva da concentração de ferro em tubulação de água de consumo humano e quantidade desta bactéria. (APPENZELLER, 2005; BRIAT, 1992).

Outras bactérias encontradas em situações similares são *Pseudomonas-Alcaligenes* group, *Acinetobacter*, *Enterobacter*, and *Moraxella* que apresentam tolerância ao antibiótico kanamycin e aos metais Cu^{2+} , Pb^{2+} , e Zn^{2+} (figura 6) (CALOMIRIS *et al.*, 1984).

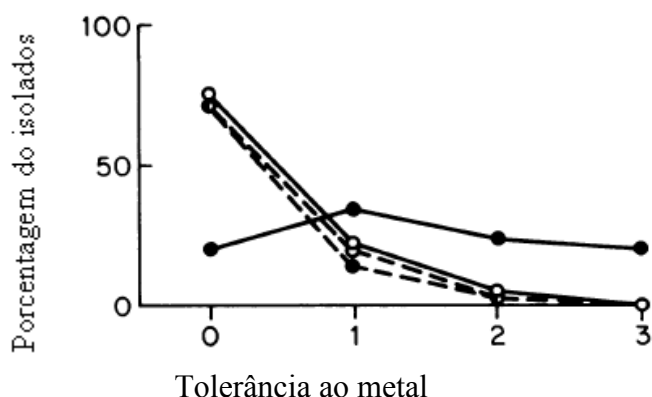


Figura 6: Tolerância ao metal e sensibilidade ao antibiótico. Frequência de bactérias resistentes a múltiplos antibióticos (●) e sensíveis a antibiótico (○) isoladas da água (--) e distribuídas na água (___) quanto a tolerância aos metais Cu^{+} , Pb^{2+} , and Zn^{2-} . (CALOMIRIS *et. al.*, 1984).

Bactérias do gênero *Gallionella* spp da família Siderocapsaceae são encontradas em presença de ferro e oxigênio, mas também são necessários outros compostos, que possivelmente seriam seus nutrientes, já que não há crescimento em água destilada. Este gênero de bactéria comprovadamente se estabelece em região onde podem realizar oxidação do ferro em local de superfície, utilizando como substrato vidro e PVC, entre outros componentes de superfície. São aeróbicas e quimioautotróficas, necessitando de pH neutro (KUCERA & WOLFE, 1957; EMERSON & REYSBECH, 1994), podendo ser em água ou solo (RIDWAY *et. al.*, 1981; LEHOURS *et. al.*, 2007).

Quanto à matéria orgânica, é controverso, pois Emerson & Revsbech (1994) relatam estudos com redução proporcional de matéria orgânica e outros em que esta se manteve em concentração aproximada ao início da pesquisa. Bactéria do gênero *Gallionella* spp pode coexistir com bactéria de outras espécies, como *Leptothrixochracea*, provavelmente porque a primeira necessita de região com pequena concentração de oxigênio e a última necessita deste gás em maior concentração produzido.

Metais na água são absorvidos pelo organismo humano através do trato gastrointestinal. Essa absorção pode ser afetada pelo pH, pelas taxas de movimentação no trato digestivo e pela presença de outros materiais; combinações particulares desses fatores podem contribuir para fazer a absorção de metais ser muito alta ou muito baixa no homem. Os efeitos tóxicos dos metais podem expressar-se de forma aguda ou crônica. Dentre os mecanismos de toxicidade dos metais estão incluídas as interações com sistemas enzimáticos, interações com membranas celulares e efeitos específicos sobre certos órgãos e sobre o metabolismo celular em geral.

A água distribuída pode apresentar concentração máxima de ferro 0,3 mg/L de acordo com a exigência da OMS e da Portaria 518 do Ministério de Saúde.

2.6.6 Manganês

O manganês não causa danos diretos à saúde. O elemento está associado a problemas semelhantes aos do ferro, pois algumas bactérias do ferro apresentam proteína de oxidação do manganês (EMERSON & REVSBECH, 1994).

Sua presença pode ser verificada em solo, lagos e rios. Quando se encontra em altas concentrações o manganês pode conferir sabor à água, de provocar manchas em produtos industriais, tais como: papel, tecidos ou couro, assim como os utensílios domésticos (WALHOROOS & FERREIRA, 1999).

Se a presença de oxigênio da água for suficiente, o manganês permanecerá com valência +4 e insolúvel como dióxido de manganês. Em situações contrárias (baixa ou ausência de oxigênio) o manganês é reduzido. Por ser solúvel, é frequente tanto em águas subterrâneas, quanto em águas superficiais (WALHOROOS & FERREIRA, *op. cit.*).

Sua remoção é mais difícil que a do ferro, pois a formação do precipitado (MnO_2) ocorre em valores de pH relativamente altos, em geral superiores a 8, o que pode dificultar a coagulação. Quando associado ao ferro, confere à água um sabor amargo adstringente. Sua origem tem uma grande influência na oxidação e remoção (BRAGA, 2002).

Se o manganês tiver de ser removido da água, ele precisa ser oxidado e o dióxido de manganês insolúvel, filtrado ou coagulado para ser assim removido. A velocidade de reação $Mn^{2+} + O_2 \rightarrow MnO_2$ depende muito do pH. Em pH alto a

oxidação pode ser possível somente via reação catalítica de antigo dióxido de manganês oxidado. Alguns complexos orgânicos de manganês (especialmente húmus) são muito difíceis de serem oxidados. Portanto, a origem do manganês tem uma grande influência na oxidação e remoção (WALHOROS& FERREIRA, *op. cit.*).

Sua concentração máxima permitida pela OMS e pela Portaria 518 do Ministério de Saúde deve ser 0,1 mg/L, em função da coloração que causa à água (WALHOROS& FERREIRA, 1999).

2.6.7 Microbiológico

A qualidade da água assim como sua quantidade e regularidade de fornecimento são fatores determinantes para o acometimento de doenças no homem. A quantidade insuficiente de água pode resultar em deficiências na higiene; acondicionamento da água em vasilhames, para fins de preservação, podendo esses recipientes tornar-se ambientes para procriação de vetores e vulneráveis à deterioração da qualidade. Fontes alternativas de abastecimento, que constituem potenciais riscos à saúde, seja pelo contato das pessoas com tais fontes, ou por uso de água de baixa qualidade microbiológica (risco de adoecer pela ingestão) (BRASIL, 2006^b).

Por isso, a Portaria do Ministério de Saúde nº 518/04 estabelece, em seu Artigo 22, que: “Toda água fornecida coletivamente deve ser submetida a processo de desinfecção, concebido e operado de forma a garantir o atendimento ao padrão microbiológico”.

Organismos patogênicos são transmitidos via abastecimento de água, sua transmissão é favorecida por: sobrevivência prolongada na água; possibilidade de reprodução no ambiente aquático, particularmente em sistemas de distribuição; resistência elevada a desinfecção; baixa dose infectante; existência de múltiplos focos de contaminação – por exemplo, reservatórios animais (BRASIL, 2006^a).

Várias bactérias, usualmente de vida livre, porém reconhecidamente patogênicas oportunistas, também apresentam capacidade de colonizar sistemas de distribuição de água, constituindo risco à saúde de grupos populacionais vulneráveis (ex.: pacientes hospitalizados, idosos, recém-nascidos, imunocomprometidos): *Pseudomonasaeruginosa*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Aeromonas* (BRASIL, 2006^a).

Assim como em lagos, nos reservatórios é possível haver eutrofização por excesso de nutrientes, provocando aumento da atividade fotossintética ou produção primária de biomassa, tendo como consequência toxinas que podem ser liberadas por organismos patogênicos além de micro-organismos oportunistas (BRASIL, 2006).

Identificar os micro-organismos patogênicos na água é, quase sempre, moroso, complexo e oneroso em função da quantidade de micro-organismos patogênicos (tabela 7). Por tal razão, tradicionalmente recorre-se à identificação dos organismos indicadores de contaminação, na interpretação de que sua presença indicaria a introdução de matéria de origem fecal (humana ou animal) na água, portanto, o risco potencial da presença de organismos patogênicos (BRASIL, 2006).

Tabela 7: Organismos patogênicos de veiculação hídrica e transmissão fecal-oral e sua importância para o abastecimento.

Agente Patogênico	Importância à saúde	Persistência na água ^a	Resistência ao cloro ^b	Dose Infecciosa relativa ^c	Reservatório animal importante
Bactéria					
<i>Campylobacter jejuni, C Coli</i>	Considerável	Moderada	Baixa	Moderada	Sim
<i>Escherichia coli</i> patogênica	Considerável	Moderada	Baixa	Alta	Sim
<i>Salmonellatyphii</i>	Considerável	Moderada	Baixa	Alta ^d	Não
Outras Salmonelas	Considerável	Prolongada	Baixa	Alta	Sim
<i>Shigella spp.</i>	Considerável	Breve	Baixa	Moderada	Não
<i>Vibriocholerae</i>	Considerável	Breve	Baixa	Alta	Não
<i>Yersiniaenterocolitica</i>	Considerável	Prolongada	Baixa	Alta (?)	Sim
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ^e	Moderada	Podem multiplicar-se	Moderada	Alta(?)	Não
<i>Aeromonas spp.</i>	Moderada	Podem multiplicar-se	Baixa	Alta(?)	Não
Vírus					
Adenovírus	Considerável	?	Moderada	Baixa	Não
Enterovirus	Considerável	Prolongada	Moderada	Baixa	Não
Hepatite A	Considerável	?	Moderada	Baixa	Não
Hepatite transmitida por via entérica, hepatite E	Considerável	?	?	Baixa	Não
Vírus de Norwalk	Considerável	?	?	Baixa	Não
Rotavírus	Considerável	?	?	Moderada	Não (?)
Protozoário					
Entamoebahystolitica	Considerável	Moderada	Alta	Baixa	Não
Giárdia lamblia	Consoderável	Moderada	Alta	Baixa	Sim
Cryptosporidiumparvum	Considerável	Moderada	Alta	Baixa	Sim

Fonte: Ministério de Saúde (2006).

? Não conhecido ou não confirmado.

a) Período de detecção da fase infecciosa na água a 20°C: breve, até uma semana; moderada, de uma semana a um mês; prolongada, mais de um mês.

b) Quando a fase infecciosa encontra-se em estado livre na água tratada com doses e tempos de contato tradicionais.

c) Resistência moderada, o agente pode não acabar completamente destruído; resistência baixa, o agente acaba completamente destruído. A dose necessária para causar infecção em 50% dos voluntários adultos são; no caso de alguns vírus, basta uma unidade infecciosa.

d) Segundo os resultados de experimentos com seres humanos voluntários.

e) A principal via de infecção é o contato cutâneo, porém pacientes com câncer ou imunodepressão podem ser infectados por via oral.

Além dos expostos na tabela, outros protozoários têm sido identificados como agentes de surtos associados com o consumo de água (inclusive no Brasil), incluindo *Cyclospora*, *Isospora*, *Microsporidium* *Toxoplasma*. Além da ingestão de água contaminada, alguns organismos, capazes de colonizar sistemas de distribuição, podem ser transmitidos via inalação de aerossóis – por exemplo, bactérias do gênero *Legionellae* os protozoários *Naegleria fowleri* *Acanthamoeba spp.*, agentes, causadores de doenças, respectivamente, de encefalite meningocócica amebiana e meningite amebiana. Várias bactérias, de vida livre, porém reconhecidamente patogênicas oportunistas, também

apresentam capacidade de colonizar sistemas de distribuição de água, constituindo risco à saúde de grupos populacionais vulneráveis (ex.: pacientes hospitalizados, idosos, recém-nascidos, imunocomprometidos): *Pseudomonasaeruginosa*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Aeromonas*(BRASIL, 2006^a).

Alguns organismos causam sérios agravos à saúde, por vezes letais, a exemplo da febre tifoide, cólera, hepatite. Outros são responsáveis por consequências mais amenas, como diarreias provocadas por *Cryptosporidium*—que podem se agravar quando acometidos por grupos vulneráveis, como idosos, crianças subnutridas ou indivíduos imunocomprometidos. Quanto aos vermes, é menos nítido a transmissão por água, sendo o consumo de alimentos e o contato com solo contaminado os modos de transmissão mais frequentes (BRASIL, 2006^a).

Atenção crescente tem sido dada ao problema da transmissão de protozoários, nomeadamente *Giardia* e *Cryptosporidium*. Giardíase e criptosporidíose são zoonoses e têm como principais fontes de contaminação os esgotos sanitários e as atividades agropecuárias. Sua remoção por processo de tratamento de água é mais difícil que a dos demais organismos patogênicos e as técnicas de pesquisa em amostras de água ainda estão em fase de consolidação (BRASIL, 2006^a).

É notável que esse parâmetro microbiológico é o que apresenta maior relação com doenças. São seres vivos que têm sobrevivência prolongada na água apresentando possibilidade de reprodução nela, particularmente em sistemas de distribuição. Eles têm resistência elevada à desinfecção e baixa dose infectante com múltiplos focos de contaminação, como por exemplo, em reservatórios animais.

Para ser um indicador de contaminação, ele deve ser de origem exclusivamente fecal, apresentar maior resistência que os patogênicos aos efeitos adversos do meio ambiente e aos processos de tratamento; ser removido e/ou inativado, por meio de tratamento de água por mesmos mecanismos e na mesma proporção que os patogênicos; apresentar-se em maior número que os patogênicos; ser de fácil identificação; não se reproduzir em meio ambiente. Por isso tradicionalmente são utilizadas bactérias do grupo coliformes, presentes no intestino de humanos e de animais de sangue quente (BRASIL, 2006^a).

Não há um único organismo que satisfaça simultaneamente todas essas condições. Portanto trabalha-se com o melhor indicador: aquele que apresenta a melhor associação com os riscos à saúde implícitos na contaminação da água. Os indicadores de utilização tradicional e quase universal são as bactérias do grupo coliforme. Tradicionalmente são utilizados coliformes presentes no intestino de humanos e de animais homeotérmicos (BRASIL, 2006^a).

Há coliformes que podem ocorrer naturalmente em solo, água e plantas. Além disso, principalmente em climas tropicais, os coliformes apresentam a capacidade de se multiplicarem na água. Por isso, na avaliação da qualidade de águas naturais, os coliformes totais têm valor sanitário limitado, incluindo a avaliação de fontes individuais de abastecimento e sua aplicação restringe-se praticamente à avaliação da qualidade da água tratada e distribuída (BRASIL, 2006^a; BRASIL, 2004).

Mais restrito que coliformes totais são micro-organismos introduzidos ao meio aquático por poluição fecal, podendo haver possibilidade de se adaptar e se reproduzir na água com abundância de nutrientes, pós-contaminação, em temperatura superior a 13°C sem cloro residual livre, principalmente em países tropicais. Sendo tais coliformes por isso denominados termotolerantes, já que não são exclusivamente de origem fecal, mesmo que introduzidas por poluição fecal. Dentre 106–108 coliformes fecais/100 ml usualmente presentes nos esgotos sanitários predomina a *Escherichia coli* (esta sim, uma bactéria de origem exclusivamente fecal), esses organismos ainda têm sido largamente utilizados como indicadores de poluição de águas naturais (OMS, 1995; BASTOAS, 2004; CERQUEIRA, 1999).

A Portaria 518 do Ministério de Saúde define organismos indicadores de potabilidade da água da seguinte forma:

- coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) – bacilos gramnegativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ em 24–48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiellae* *Enterobacter*, embora estejam englobados vários outros gêneros e espécies;
- coliformes termotolerantes – subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas, tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;
- *Escherichia coli* – bactéria do grupo coliforme que fermenta lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidrolisa a ureia e apresenta atividade das enzimas β -galactosidase e β -glicoronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos.

Contudo, em vista do fato de que a presença de coliformes termotolerantes, na maioria das vezes, guarda melhor relação com a presença de *E. coli*, aliado a simplicidade das técnicas laboratoriais de detecção, seu emprego ainda é o mais aceitável (BRASIL, 2006).

O indicador mais preciso de contaminação fecal é a *E. coli* e os coliformes termotolerantes são utilizados como alternativas. Mesmo em mananciais bem protegidos, não se pode desconsiderar a importância sanitária da detecção de *E. coli*, pois, no mínimo, indicaria a contaminação de origem animal silvestre, podendo se tornar reservatórios de agentes patogênicos ao ser humano. O grau de contaminação das águas é usualmente aferido com base na densidade de organismos indicadores, no pressuposto de que há uma relação semiquantitativa entre a mesma e a presença de micro-organismos patogênicos (BRASIL, 2006^a).

Coliformes totais não são indicadores adequados da qualidade da água *in natura*, guardando validade apenas como indicadores da qualidade da água tratada e distribuída.

Em amostras de água *in natura*, por exemplo, de poços e minas, a presença de coliformes totais, principalmente em baixas densidades, pode ser desprovida de qualquer significado sanitário.

Na avaliação da qualidade da água, utiliza-se a ausência de coliforme como indicador de ausência de patogênicos. Sua presença, ao contrário, indica falha ou insuficiência no tratamento, pois apresentam taxa de decaimento (inativação) similar ou inferior a dos coliformes termotolerantes e da *E. coli*. (BRASIL, 2006^a, Ministério de Saúde, 2004). Porém os organismos apresentam-se na seguinte ordem crescente de resistência à desinfecção: bactérias, vírus, protozoários, helmintos. Há, portanto, vírus e protozoários mais resistentes à desinfecção que os coliformes. Dessa forma, a simples ausência de coliformes não constitui garantia absoluta de potabilidade.

A verificação da eficiência do tratamento depende de indicadores complementares, tais como a turbidez da água pós-filtração ou pré-desinfecção, e dos parâmetros de controle da desinfecção – dose, residual desinfetante e tempo de contato.

Água insuficientemente tratada (por exemplo, sem a garantia de residual de cloro) ou infiltrações no armazenamento e/ou no armazenamento podem permitir o acúmulo de sedimentos ou matéria orgânica e promover o desenvolvimento de bactérias no sistema de distribuição, incluindo as do grupo coliforme total e termotolerantes, como a *E. coli*. Assim, a detecção eventual de coliformes totais no sistema de distribuição, em um percentual das amostras analisadas (5%), não é necessariamente indicio de contaminação. Pior ainda acontece quando a água é tratada adequada e corretamente, mas, há possibilidade de deterioração no transporte, por isso, na avaliação da qualidade da água distribuída, é exigido ausência de *E.coli* ou coliformes termotolerantes (BRASIL, 2006^b).

Cisternas abastecidas por meios artificiais, como os carros-pipas podem ter a qualidade afetada por fatores como a poluição atmosférica, manutenção inadequada da cisterna, utilização e manuseio da água através de vasilhames sujos, por fatores ligados à origem da água transportada e à vulnerabilidade a que está exposta, visto que contaminantes, tanto biológicos como não biológicos podem, além de contaminar a água com micro-organismos nocivos à saúde, causar sabores e odores desagradáveis à água. Tão importante quanto construir cisternas está a garantia da qualidade da água consumida (BEZERRA, 2006).

2.7 Abastecimento Alternativo de Água e sua Legislação

Os veículos transportadores são bastante difundidos no Brasil, para atender a população que não conta com água encanada ou, mesmo, de municípios que contam com sistemas de abastecimento, mas enfrentam problemas de intermitência. Há, ainda, situações em que coexistem os chafarizes/torneiras públicas e os caminhões-pipa (BRASIL, 2006).

Em função da fragilidade do abastecimento alternativo de recurso hídrico, há necessidade de legislação exclusiva para solução alternativa de abastecimento de água. Em 2004, a Portaria 518 do Ministério de Saúde publica a primeira medida em termos de legislação em que se especifica o controle do abastecimento alternativo de água no Brasil. Antes, na Portaria GM n.º 36/1990, as soluções alternativas não se viam obrigadas a exercer o controle da qualidade da água, as autoridades sanitárias também não executavam essa vigilância (BRASIL, 2005).

De acordo com Capítulo II, Art. 4º, inciso III desta Portaria, solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano é toda

modalidade de abastecimento coletivo de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical. Portanto é distinta de sistemas de abastecimento, sendo que os respectivos responsáveis, sem exceção, deverão, obrigatória e sistematicamente, exercer o controle da qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2005).

Diferente da solução coletiva, a solução alternativa individual é toda e qualquer solução alternativa de abastecimento de água que atenda a um único domicílio.

As soluções alternativas podem ser providas de distribuição por rede, que geralmente estão associadas a fontes, poços ou chafarizes comunitários e distribuição por veículo transportador, apesar de haver muitos casos de instalações particulares, condomínios horizontais e verticais, hotéis, clubes, dentre outros exemplos.

De acordo com a Seção III, Artigo 7º, cabe à Secretaria Municipal de Saúde a identificação e o monitoramento de fatores potenciais de risco, os quais podem comprometer a potabilidade da água. Portanto, auditar o controle da qualidade da água pressupõe o acompanhamento e avaliação das boas práticas em todo o processo de produção de água e da informação de resultados. Afinal, a qualidade da água é um atributo dinâmico no tempo e no espaço. A água bruta varia de forma sazonal, de acordo com as estações do ano; além disso, é fortemente influenciada pela dinâmica de uso e ocupação do solo na respectiva bacia (BRASIL, 2005).

Na ETA, a água passa por diversos processos físico-químicos e a ela são introduzidos vários produtos químicos. A qualidade final do produto resulta, dentre outros aspectos, da qualidade da água bruta, do estado de conservação de equipamentos e instalações da estação e do rigor no controle operacional dos processos de tratamento. Do tratamento ao consumo podem ocorrer as mais variadas interferências e alterações na qualidade da água, decorrentes, por exemplo, de: estado de conservação das unidades de preservação (inclusive prediais) e distribuição, supressões e reparos no sistema de distribuição. Os próprios dados de qualidade da água devem guardar idoneidade e confiabilidade, o que pressupõe o conhecimento de sua origem (condições de coleta, transporte e análise das amostras) (BRASIL, 2005).

Ao responsável pela operação de sistema e/ou solução alternativa cabe exercer o controle da qualidade da água (Na seção IV, Capítulo III, Artigo 8º).

De acordo com o Artigo 7º, do Anexo da Seção IV da portaria 518/2004, cabe aos responsáveis pela operação de sistema de abastecimento operar e manter sistema de água potável à população consumidora em conformidade com as normas técnicas aplicáveis publicadas pela Associação de Normas Técnicas (ABNT) e com outras normas e legislação pertinente, mantendo e controlando a qualidade da água produzida e distribuída por meio de controle operacional das unidades de captação, adução, tratamento, preservação e distribuição (Capítulo III, Seção IV, Artigo 9º da BRASIL, 2004).

Sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água devem contar com um responsável técnico, profissionalmente habilitado (Artigo 21 do Capítulo VI da Portaria 518/2004); que toda água fornecida coletivamente deve ser submetida a processo de desinfecção, concebido e operado de forma a garantir o atendimento ao padrão microbiológico. Isto implica que além de todos os sistemas de abastecimento de água, as soluções alternativas

coletivas devem prever a desinfecção, incluindo sistemas ou soluções supridas por mananciais subterrâneos ou por mananciais superficiais enquadrados como Classe Especial (Artigo 22, do Capítulo VI da Portaria 518/2004).

Quanto ao fornecimento, o responsável deve garantir: que os veículos devem utilizados exclusivamente para este fim; manter registro com dados atualizados sobre o fornecedor e/ou sobre a fonte de água; e manter registro atualizado das análises de controle da qualidade da água (O Art. 25 do Capítulo VI da Portaria 518/2004).

Para manter a qualidade da água, esta deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L; e o veículo utilizado para fornecimento de água deve conter, de forma visível, em sua carroceria, a inscrição “ÁGUA POTÁVEL” (§1º e § 2º do Art. 25 do Capítulo VI da Portaria 518, 2004).

O padrão de potabilidade no capítulo IV da Portaria 518 não permite presença de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes em 100mL de amostra. Porém há aplicação direta e específica na avaliação de fontes individuais de abastecimento, a exemplo de poços e nascentes, sendo que, nesses casos, o emprego dos coliformes totais deve ser utilizado com critério, ou evitado, devido à elevada probabilidade de resultados falso-positivos. Isso porque, de acordo com o exposto nos comentários relativos aos incisos VI, VII e VIII do artigo 4.º, dentre o grupo dos coliformes totais, incluem-se, com bastante frequência, bactérias de vida livre, as quais podem não guardar qualquer associação com poluição da água por material fecal. O que se pretende evitar é a avaliação da qualidade da água, especialmente as de fontes individuais não tratadas, com base no emprego exclusivo dos coliformes totais. Além disso, laboratórios preparados para a realização de análises de coliformes totais também o estariam para a de coliformes termotolerantes, uma vez que a única diferença entre as duas é a temperatura de incubação.

2.8 Educação Ambiental

“Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda.”

Paulo Freire

A questão ambiental está inserida na educação de modo que perpassa por todos os conteúdos. Portanto é necessário educadores bem preparados para que o educando se perceba inserido no ambiente e compreenda que a utilização dos recursos naturais deve ser sustentável.

Adoção de ideias ambientalistas está relacionado à consciência das condições ambientais e ecológicas do planeta (DINIZ, 2008). Porém a internalização de um ideário ecologista emancipatório não se dá apenas por um convencimento racional sobre a urgência da crise ambiental, mas, sobretudo, implica uma vinculação afetiva com os valores éticos e estéticos desta visão de mundo (FUCHS, 2008).

O paradigma ambiental engloba a educação além de um ecossistema natural, isto é, um espaço de relações socioambientais historicamente configuradas e dinamicamente movidas pelas tensões e conflitos sociais (CARVALHO, 2001).

O conjunto de práticas educativas nomeadas como Educação Ambiental e a identidade de um profissional a ela associada, o *educador ambiental*, são

desdobramentos que fazem parte da constituição de um campo ambiental no Brasil, a partir do qual a questão ambiental tem se constituído como catalisadora de um possível novo pacto societário sustentável. Assim, o qualificador ambiental surge como uma nova ênfase para a educação, ganhando legitimidade dentro deste processo histórico como sinalizador da exigência de respostas educativas a este desafio contemporâneo de repensar as relações entre sociedade e natureza (CARVALHO, 2001).

A Educação Ambiental (EA) tem muito a contribuir no sentido de construir relações e proporcionar intercâmbios entre as diversas disciplinas. Dependendo grandemente do educador que tem que estar orientado e preparado (FUCHS, 2008), nutrido do geral e das especificidades (BRASIL, 2000).

Para que o docente se torne educador ambiental, é necessário dentre outros, reflexão crítica em relação à realidade; contato com métodos e técnicas de EA que possam ser por ele editados e apropriados para suas práticas cotidianas; fomento e apoio à compreensão do(a) educador(a) ambiental como pesquisador(a) e do processo de EA como um processo de pesquisa intervenção educacional dirigido à solução de problemas e à incorporação de valores voltados à sustentabilidade em suas dimensões social, ambiental, econômica, cultural e espacial; contribuir para a organização de comunidades, de aprendizagem e de redes de comunicação (SORRENTINO, 2000).

Estando o profissional responsável pela execução dessas inovações capacitado aos desafios atuais, há possibilidade de introduzir inovações na escola, tal como sucede com a definição das novas diretrizes dos Parâmetros Curriculares Nacionais e, em especial, com os temas transversais de relevante interesse social, que visam à atualização e adequação dos currículos às complexas e dinâmicas condições do mundo contemporâneo (MEDINA, 2000).

As atividades da EA devem revelar significados e relações, levando o educando ao contato com o ambiente, buscando desenvolver valores básicos de preservação do seu ambiente local. Assim, os alunos devem construir, progressivamente, os conhecimentos e as práticas na forma de oficinas que promovem a investigação, a ação, à reflexão além de combinarem o trabalho individual e a tarefa socializada, ou seja, ele aprende com dinamismo (FUCHS, 2008).

Tais práticas quando bem realizadas alcançam mudanças de comportamento pessoal, de atitudes e de valores de cidadania que podem ter fortes consequências sociais, isso acontece porque comportamento “ambientalmente correto” é aprendido na prática do cotidiano, por meio de gestos de solidariedade, hábitos de higiene pessoal e dos diversos ambientes, entre outros. (PCNs, 2001).

Por isso, a EA é recomendada como tema transversal no ensino fundamental e no ensino médio. Afinal, o sucesso da luta ecológica hoje depende muito da capacidade dos ecologistas convencerem a maioria da população de que se trata não apenas de limpar os rios, despoluir o ar, reflorestar os campos devastados para vivermos num planeta melhor num futuro distante. Relaciona-se com uma solução, simultaneamente, aos problemas ambientais e aos problemas sociais. Os problemas de que estuda a ecologia não afetam apenas o meio ambiente, mas também ao ente mais complexo da natureza que é o ser humano (GADOTI, 2005).

Afinal, o “desenvolvimento sustentável, visto de forma crítica, tem um componente educativo formidável: a preservação do meio ambiente que

depende de uma consciência ecológica, e a formação da consciência depende da educação” (GADOTI, 2005).

2.8.1 Aspectos Históricos que influenciaram a Educação Ambiental

Cada sociedade estabeleceu, a seu tempo, diferentes controles nos ciclos de matéria e energia presentes no ambiente. Esse controle desenvolveu o modo como o meio ambiente é incorporado pelas relações sociais no capitalismo gerando a atual crise ambiental (WALDMAN, 1992).

Recentemente a preocupação com o ambiente foi despertada em todo o planeta. Desde a década de 1960, em vários momentos o desenvolvimento econômico foi discutido em eventos específicos, quando eram estabelecidas metas para impedir o crescimento econômico sem preocupação com as próximas gerações, para isso começou a ser utilizada a EA como estratégia ao desenvolvimento sustentável (BARBIERI, 2002; GADOTI, 2005; SORRENTINO *et. al.*, 2005).

Durante a maior parte da Era fordista, o crescimento econômico estava vinculado ao usufruto dos recursos naturais. Este período foi marcado pela incorporação da tecnologia informacional, que promovia aumento da capacidade de obtenção de lucro ao ampliar a concentração do capital. Adotaram-se políticas Keynesianas avançadas no âmbito de controles fiscais muito abrangentes e de regulação dos planos sócio econômicos, na saúde, na educação e na área do bem-estar social. A estratégia do fordismo aumentou a inclusão das pessoas marginalizadas no trabalho, junto à elevação substancial do salário dos trabalhadores (BONANNO, 2010; OLIVEIRA, 2008). As medidas de proteção da natureza eram voltadas de forma a não conflitar com o crescimento econômico.

Porém na década de 1960, debates sobre risco de degradação do meio ambiente foram ganhando densidade, até culminar em O Club of Rome (1968) que foi um encontro de diplomatas, indústria e da sociedade civil para discutir questões relacionadas ao consumo de recursos limitados em um mundo cada vez mais interdependente (uma resposta à crise capitalista instalada) (CAVALCANTI *et al.*, 1994; SIMUN, 2010).

O evento de 1968 foi o primeiro de vários (tabela 8), com objetivo de evitar a aceleração das consequências da Revolução Industrial, alegando que o crescimento econômico causa esgotamento de recursos naturais e degradação. Assim, a questão ambiental, é vista como o conjunto de temáticas relativas não só à proteção da vida no planeta, mas também à melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida das comunidades e compõe a lista dos temas de relevância internacional, (PCNs, 2001).

Tabela 8 – Alguns Eventos Internacionais de temática ambiental até a década de 1990.

Ano	Eventos	Enfoque
1968	Club of Rome	-Analisa e publica <i>The limits of growth.</i> , explica crescimento econômico e esgotamento de recursos naturais e degradação ambiental.
1972	Conferência de Estocolmo	-Crescimento econômico em detrimento do meio ambiente. -Esgotamento dos recursos naturais.
1974	Declaração de Cocoyok	-Os países industrializados têm que baixar seu consumo e sua participação desproporcional na poluição da biosfera.
1975	Conferência de Belgrado	-Princípios e orientações para o Programa Internacional de Educação Ambiental.
1975	Relatório Dag-Hammarskjöld	-PIEA -Desenvolvimento a partir da mobilização das próprias forças (<i>self-reliance</i>).
1977	Conferência de Tbilisi	-Conceito de meio ambiente. -Conceito de Educação Ambiental.
1987	Comissão Brundtland (Nosso Futuro em Comum)	-Conceito de desenvolvimento sustentável.
1992	ECO 92– Rio de Janeiro	-Agenda 21: dilema da relação homem-natureza e também combate às desigualdades sociais.
1997	Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Sociedade	-Ratifica recomendações da Conferência de Tbilisi.
1998	Cúpula das Américas	-Estimular governos a revisarem políticas nacionais de Educação Ambiental ao desenvolvimento sustentável
2002	Rio +10	-Faz-se balanço da última década.

Por toda a década de 1970, os movimentos ambientais passaram por profundo processo de diferenciação interna desvincilhada da política partidária, assim como o preservacionismo pretendia ser (WALDMEN, 1992; MEADOWS, *et al*, 2004; MORADILLO& OKI, 2004). Essa foi a época inicial dos eventos relacionados ao ambiente, que continuou nos anos 80 (tabela 8) (BARBIERI, 2008; CAVALCANTI, 1994). Na década de 1990, a teoria de crescimento endógeno é enfatizada por considerar a instalação de insumos na região, sua infraestrutura e qualificação na força de trabalho as principais garantias para aprimorar e disseminar técnicas nesse novo sistema produtivo. Nessa nova fase, as discussões têm maior vigor, ao inserir a utilização da natureza na ordem do neoliberalismo econômico, que prevalece ainda hoje. Junto a este período estão discussões e ações acerca de questões ambientais, com relevância no futuro do planeta (OLIVEIRA, 2010).

Todas as conferências, congressos e seminários fortaleceram e ampliaram as propostas básicas e as diretrizes da EA. O conceito de meio ambiente se

tornou mais abrangente, relacionou a sociedade à natureza, além de difundir ações para docentes e especialistas de diferentes países, baseados na interdisciplinaridade.

A EA passou a atuar como uma medida preventiva e ter por finalidade sensibilizar a população a refletir sobre sua conduta em relação ao meio ambiente, seja ele natural ou cultural, pensando nas gerações atuais e futuras - agindo conforme o chamado desenvolvimento responsável (IORO *et. al.*, 2009).

Por isso, a EA é essencial, ao lançar luz à incerteza que a crise ambiental impôs ao ser humano, propiciando uma mentalidade socioambiental, nutrindo em cada indivíduo o respeito pela natureza, percebendo-se como parte indissociável do meio ambiente (PEREIRA& FILHO, 2009).

Porém as conquistas alcançadas são insuficientes para provocar as mudanças de rumo que a velocidade de degradação ambiental requer. A velocidade com a qual se devasta e se desequilibra os sistemas que asseguram a sustentabilidade humana na Terra continua infinitamente superior à nossa capacidade de gerar respostas adaptativas culturais, principalmente em nível educacional. A EA ainda não representa uma força suficiente para interferir na inércia daquele movimento e modificar a sua trajetória de desestabilização (DIAS, 2001).

Ainda impera uma instigante indefinição política provocada por ignorância ambiental (analfabetismo ambiental). Referido na Conferência sobre Educação para Todos, (TAILÂNDIA, 1992). Afinal, não se compreende de outra forma a indiferença de muitos setores à causa ambiental e à necessidade de mudanças na relação humanos/ambiente (DIAS, 2001).

Apesar disso, a reflexão sobre o conceito de EA, seus objetivos e temas mostram o caminho da preservação e conservação de áreas naturais e do desenvolvimento humano. No que tange à natureza, é importante a proteção e preservação do meio natural, de seus recursos e sua análise crítica das questões ambientais, bem como a busca por melhor qualidade de vida (BUSTOS, 2008).

Um processo educativo faz-se necessário a promoção de valores, ideias e conhecimentos, os quais são fundamentais para compreensão do funcionamento da sociedade, facilitando assim a ação, de modo que, organizadamente, consiga promover a busca da resolução dos mesmos e, no aprendizado da solução dos problemas básicos imediatos, se construam estruturas cognitivas e afetivas para lançar-se nas transformações mais profundas em toda sociedade (BRANDÃO, 2001).

Entender a relação do ser humano, o meio ambiente e a educação é cada vez mais importante para compreender as mudanças no comportamento humano, os valores individuais e coletivos diante da situação atual.

2.9 Legislação Ambiental Brasileira - Educação Ambiental

“É objetivo da Política Nacional de Meio Ambiente, atender Educação Ambiental a todos os níveis do ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente” (disposto na Lei federal n.º 6.938/81 Artigo 2º, inciso X).

A dicotomia entre consumo e desenvolvimento sustentável passa a ser um desafio do século XXI e uma tarefa árdua para o operador de EA (NETO,

2010), há falta de profissionais qualificados necessários para a efetiva EA e muita resistência por parte da sociedade para algumas mudanças comportamentais (FUCHS, 2008).

Mas não é apenas isso. A criação de leis e planos estratégicos por parte do Governo, também são importantes (FUCHS, 2008). Tais planos impedem que iniciativas da EA sejam pontuais e isoladas, como no Código Florestal instituído pela Lei 4.771 de 1.965, que estabelece a semana florestal a ser comemorada obrigatoriamente nas escolas e em outros estabelecimentos públicos (Art. 43) (BARBIERI, 2002).

Mas nem sempre houve essa preocupação. Como em outros países, o Brasil estava preocupado com a economia, que se caracterizava pela administração dos recursos naturais por meio de órgãos públicos dedicados ao fomento e à produção de atividades utilizadoras de recursos naturais (WHINTER, 2001).

Após a ditadura, a legislação ambiental brasileira se estrutura como política e alcança reais bases para o controle da poluição e para implementar o desenvolvimento sustentável (WHINTER, 2001).

Assim, a educação ambiental aparece na legislação (pela primeira vez) de modo inteirado na Lei 6.938 de 1.981 que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente (Art. 2º, inciso X) (BARBIERI, 2002). Essa Lei foi posteriormente recepcionada pela Constituição Federal de 1.988 que incorporou o conceito de desenvolvimento sustentável no Capítulo VI dedicado ao ambiente natural. Este é um dos capítulos do Título VIII dedicado à ordem social.

Já no capítulo dedicado ao meio ambiente, a Constituição atual assegura a todos, por meio do poder público, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para presentes e futuras gerações” (Art. 225, *caput*).

Para assegurar a efetividade desse direito do Artigo 225, incumbe ao Poder Público, entre outras providências, promover a EA em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente (§ 1º, VI). A EA tornou-se então um dever do Estado.

Em 1999, foi sancionada a Lei 9.795, Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA). No capítulo I, artigo 1º, conceitua EA como os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

Na Seção II do Capítulo 2, dispõe sobre a EA do ensino formal, que deve ser desenvolvida através de prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal. A dimensão ambiental deve constar dos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas como caráter transversal no projeto pedagógico da escola, estimulando ações que propiciem uma melhor formação de professores e a aprendizagem diversificada dos alunos visando incrementar sua capacitação crítica e atuação cidadã nos âmbitos local, regional, nacional e global (BRASIL, 1999); tendo como meta a melhoria da qualidade do ensino fundamental pela Coordenação Geral de Educação Ambiental - COEA (WINTHER, 2001).

Ainda é prevista a EA não formal: ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua

organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente (Art. 13. Seção III).

Porém é obrigação do Poder Público, em níveis federal, estadual e municipal, incentivar a difusão, por intermédio dos meios de comunicação de massa, em espaços nobres, de programas e campanhas educativas, e de informações acerca de temas relacionados ao meio ambiente; com ampla participação da escola, da universidade e de organizações não governamentais na formulação e execução de programas e atividades a ela vinculadas.

De acordo com Winther (2001), a legislação 9.795/99 não adentra em especificidades da questão educacional propriamente dita, não tem a pretensão de resolver o debate pedagógico que está instalado entre os profissionais que atuam com a EA, mas tão somente buscou explicitar o lugar de inserção jurídica da PNEA e o alcance de seus principais comandos, de modo a permitir uma melhor avaliação, pelo Ministério de Educação, dos espaços de argumentação jurídica que poderão ser utilizados pela sociedade para impugnar planos, programas e projetos educacionais desprovidos de conteúdo ambiental.

Ainda o com Winther (2001) comenta que a lei da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) está inserida entre os quatro grandes marcos jurídicos que se impõem na conformação das questões ambientais no Brasil dando-lhes sua tipicidade: a Lei Federal nº 7347/85, conhecida como Lei dos Interesses Difusos e Coletivos; a promulgação da Lei Federal nº 6938/81, que instituiu a PNMA - Política Nacional de Meio Ambiente; a Constituição Federal de 1988, e a Lei de Crimes Ambientais – Lei Federal nº 9605/98.

Para Diniz (2008) estes acontecimentos, que seguiram a tendência do restante do planeta, são consequências das tendências ideológicas enraizadas no desejo de satisfação associado às demandas coletivas da sociedade pós-moderna. Haja vista à disseminação de que o meio ambiente deve constituir a principal preocupação da humanidade e de que o futuro da Terra e do homem depende das condições ambientais e ecológicas.

As medidas de implementação de um meio ambiente ecologicamente equilibrado só podem ser alcançadas à medida que o cidadão trabalhe pela efetividade desse direito e o Estado atue administrando, planejando e incentivando condutas, a fim de dar plena concretização a esse direito. O direito ambiental faz o cidadão sair da passividade para ser também responsável pela gestão dos interesses coletivos (DINIZ, 2008). Embora não o capacite a diagnosticar a qualidade do meio.

Porém, para adotar políticas ambientais, é necessário um estudo sistemático, plural e interdisciplinar, que envolva as questões éticas, teóricas e práticas, levantadas pelas ciências da vida - enquanto aplicadas aos seres humanos e à relação destes com os demais seres vivos e o meio - de modo a refletirem a realidade social, no intuito de melhorar as condições sociais e individuais de toda a coletividade (DINIZ, 2008).

Além das considerações anteriormente, não convém se ater à atitude paternalista do Estado, na vã pretensão de ser o único agente responsável pela consecução de um meio ambiente saudável, nem, à sobrecarga do particular. Ainda que os recursos naturais e o próprio meio ambiente tenha se tornado um dos componentes principais ao planejamento político do Governo (DINIZ, *op.cit.*) Cabe a todos os cidadãos, visto que em consonância com o Artigo 225 da Constituição de 1988, o meio ambiente ecologicamente equilibrado é direito

de todos, e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para presentes e futuras gerações.

2.10 São João da Barra - Estado do Rio de Janeiro

São João da Barra é um dos nove municípios do Norte do estado do Rio de Janeiro. Faz limite com os municípios de Campos dos Goytacazes a Oeste e Sul, e São Francisco de Itabapoana a Norte; é banhado pelo Oceano Atlântico, Rio Paraíba do Sul e conta ainda com várias lagoas. Sua localização apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude Sul 21° 38'13", Longitude W.Gr. 41° 03'03".

Sua área total é 459 km² repartidos em 6 distritos (Figura 7). A antiga divisão do município por distritos era composta por: Sede (1° Distrito), Pipeiras (5° Distrito) e Barcelos (6° Distrito). Porém, com a nova divisão do município três novos distritos foram criados, sendo a atual divisão por distritos a seguinte: 1°: Sede; 2°: Atafona; 3° Grussaí; 4°: Cajueiro; 5°: Açú e 6°: Barcelos. A numeração distrital fora de ordem se justifica e se mantém por força da tradição herdada da época que São Francisco de Itabapoana era integrada a São João da Barra (IBGE, 2010).

São João da Barra dista de 330 km da cidade do Rio de Janeiro e de 38 km da cidade de Campos dos Goytacazes. A principal via de acesso ao município se dá pela BR-356. Estradas municipais levam às praias e às localidades do interior.

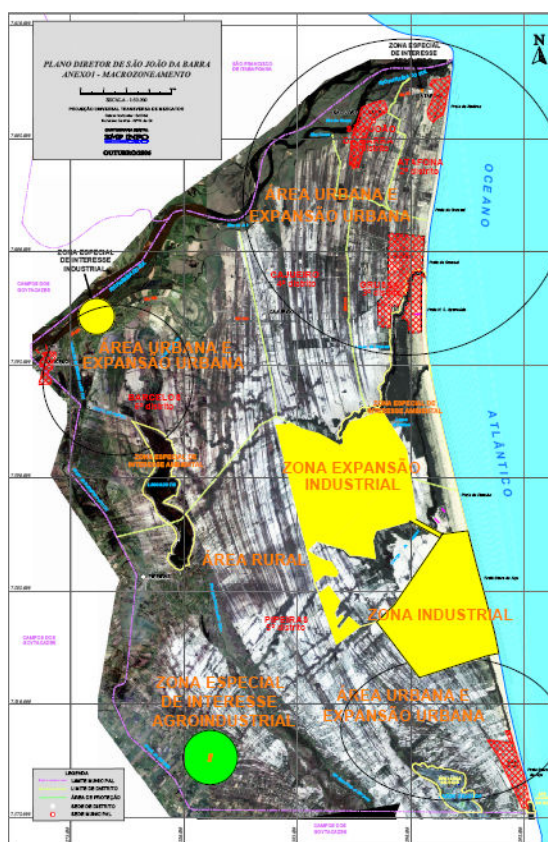


Figura 7: Mapa do Município de São João da Barra (Plano Diretor e Participativo. São João da Barra 2006).

A área territorial do município faz parte da grande planície quaternária representada pelo delta do rio Paraíba do Sul, caracterizado por ambientes de acumulação diversificados, representados principalmente pelas praias, cordões litorâneos, dunas e canais de maré e ambientes de acumulação fluviomarinha (LAMEGO, 1974). Na restinga, verifica-se a ocorrência de mangues, lagoas e a vegetação característica, porém, ao longo do litoral, a vegetação predominante é de restinga dos tipos arbustiva, arbórea e arbórea inundável. Em 1994, a área do município de São João da Barra possuía 76,3% de formações compostas por restingas, manguezais, praias e várzeas; 15,7% de área agrícola; 3,6% relativos a corpos d'água e 1,2% em área urbana (OLIVEIRA *et. al.*, 2007).

Em São João da Barra, o vento é predominantemente nordeste e a água do mar na praia de Atafona tem cor barrenta, pois ali desemboca o rio Paraíba do Sul, trazendo sedimentos e pela alta concentração de iodo. A areia da praia apresenta faixas de coloração preta, com brilhos metálicos. São as ocorrências de areia monazítica, de radioatividade leve e de ação medicinal (PORTAL DA PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOÃO DA BARRA, 2009).

A faixa litorânea do município tem aproximadamente 34 km de extensão desde a foz do rio Paraíba do Sul até a praia do Açú, localizada no 5º distrito. De acordo com as normais climatológicas (1961 - 1990), São João da Barra possui temperatura entre amena a alta, com baixa precipitação pluviométrica (Tabela 9).

Tabela 9 – Normais Climatológicas (1961 - 1990) para o município de São João da Barra (Região Norte Fluminense)– RJ.

Normal Climatológica	Observações
Temperatura máxima média	28-31°C
Temperatura mínima média	18-21°C
Chuva acumulada	900-1.200 mm
Insolação Total Anual	2.200-2.500 horas
Umidade relativa do ar	75-80%
Evaporação de Piche	900-1.200 mm

Fonte: INMET, 2008. Adaptado pela autora.

Segundo dados de IBGE (2010), o município de São João da Barra apresenta 32.747 habitantes e de acordo com BOLETIM TÉCNICO nº8 do OBSERVATÓRIO Socioeconômico da região fluminense (2000), dentre o Norte-Noroeste fluminense obteve o segundo maior crescimento demográfico no período entre os anos 1991 e 2000 (31,92%).

Para os próximos anos, estima-se que haja grande aumento populacional, 400 mil habitantes em 2025 (RIMA DO DISTRITO INDUSTRIAL DE 2011), em função do grande empreendimento instalado na região, o Complexo Portuário do Açú, na porção sul do município de São João da Barra ocupando cerca de 20% do município, que tem atraído mão de obra qualificada. Esta previsão se dá porque no município há baixa infraestrutura e escolaridade da população, conseqüentemente haverá espontânea e desordenada urbanização (QUINTOR *Jref. al.*, 2009; PIRES& PEDLOWISK, 2009).

O local onde se dá a construção deste empreendimento, a praia do Açú, em 2007 foi mencionada por Oliveira *et. al.* (2010) pelo aspecto bucólico como a principal característica do local, lembrando, por muitas vezes, o ambiente rural, com casas simples em sua maioria.

Mas as mudanças neste distrito não são recentes, iniciaram-se no início do século XX com subdivisão das terras por poucas famílias residentes no local e expansão desta população, que sobrevivia quase exclusivamente da agricultura familiar e da pesca artesanal. No início da década de 1980, a estrutura cedeu espaço a pequenas propriedades para cultivo de frutas regionais e oleícolas, além da criação de aves e gado (PIRES& PEDLOWISK, 2009).

Como este empreendimento é diferente do que acontece com portos históricos, o enquadramento será da cidade ao complexo, não o contrário, representando diálogo vertical, não horizontal, fato que pode causar vários conflitos entre a comunidade e o porto, pela disputa e ocupação do solo (CARVALHO *et. al.*, 2010).

O complexo Portuário enquadra-se numa nova tipologia de relacionamento entre o porto e área retroportuária denominado *Maritime Industrial Development Areas* (MIDAs), onde as atividades industriais localizam-se junto ao porto. Provocará uma reestruturação econômica e espacial do Norte Fluminense, visto que o estado do Rio de Janeiro tenta se reerguer de crise de três décadas, acentuada quando perdeu seu poderio econômico para a modernização de São Paulo, iniciada com a saída da capital para Brasília (CARVALHO, *op. cit.*; OLIVEIRA, 2009).

Visto ser um complexo portuário que serve não apenas para realizar operações de entrada e saída de mercadorias, mas também reparos de navios ou armazenagem temporária de mercadorias no espaço portuário, há possibilidade de expansão e dinamização do setor industrial por ter uma área no porto destinada à implementação de indústrias, facilitando logisticamente o escoamento das mercadorias.

Quanto à reestruturação, se dará por atrair indústrias que se estabelecerão em áreas próximas ao porto, em municípios vizinhos (CARVALHO, *op. cit.*). A instalação do complexo portuário no município de São João da Barra se deu por motivos imobiliários, locacionais (QUINTO Jr e IWAKAMI, 2009); e da proximidade com o município de Campos dos Goytacazes, cidade média, que possui infraestrutura para atender a demanda de crescimento que acontecerá na região desde a instalação até funcionamento (CARVALHO, *op. cit.*).

A área de influência direta (AID) do Complexo Portuário é formada por 12 comunidades (Barra do Açu, Barcelos, Caetá, Mato Escuro, Campos da Areia, Cazumbá, Palacete, Pipeiras, Barra do Jacaré, Água Preta e Sabonete) (MMX/MPC, 2006), localizadas dentro de raio de 20 km do porto, com população estimada em mais de 10.809 habitantes, formada pelos 5º e 6º distritos de São João da Barra. A região apresenta-se sustentável (com superávit ecológico), mas com cenário de crescimento populacional, esta situação tende à insustentabilidade (até o déficit ecológico) por tendência de aumento da área construída e redução da biocapacidade. A menos que a natureza local não seja vista como grande e franqueado supermercado, com reposição infinita de estoque, (figura 8) (QUINTO Jr *et. al.*, *op. cit.*).

Para que a visão capitalista que a mídia sustenta não aconteça, faz-se necessário a criação de programas de fomento à produção local de alimentos; a implementação de um sistema de gestão de resíduos urbanos; melhorias do sistema de transporte público; implantação de um programa de educação ambiental, que vise promover o uso mais racional de recursos energéticos; a implantação do sistema de coleta e tratamento de resíduos domésticos e

sanitários; a implantação de um amplo programa habitacional, capaz de impedir, ou, ao menos, reduzir a formação de loteamentos irregulares, que ocupam principalmente áreas de risco e APPs (Áreas de Preservação Permanente) (QUINTO Jr *et. al.*, *op. cit.*).

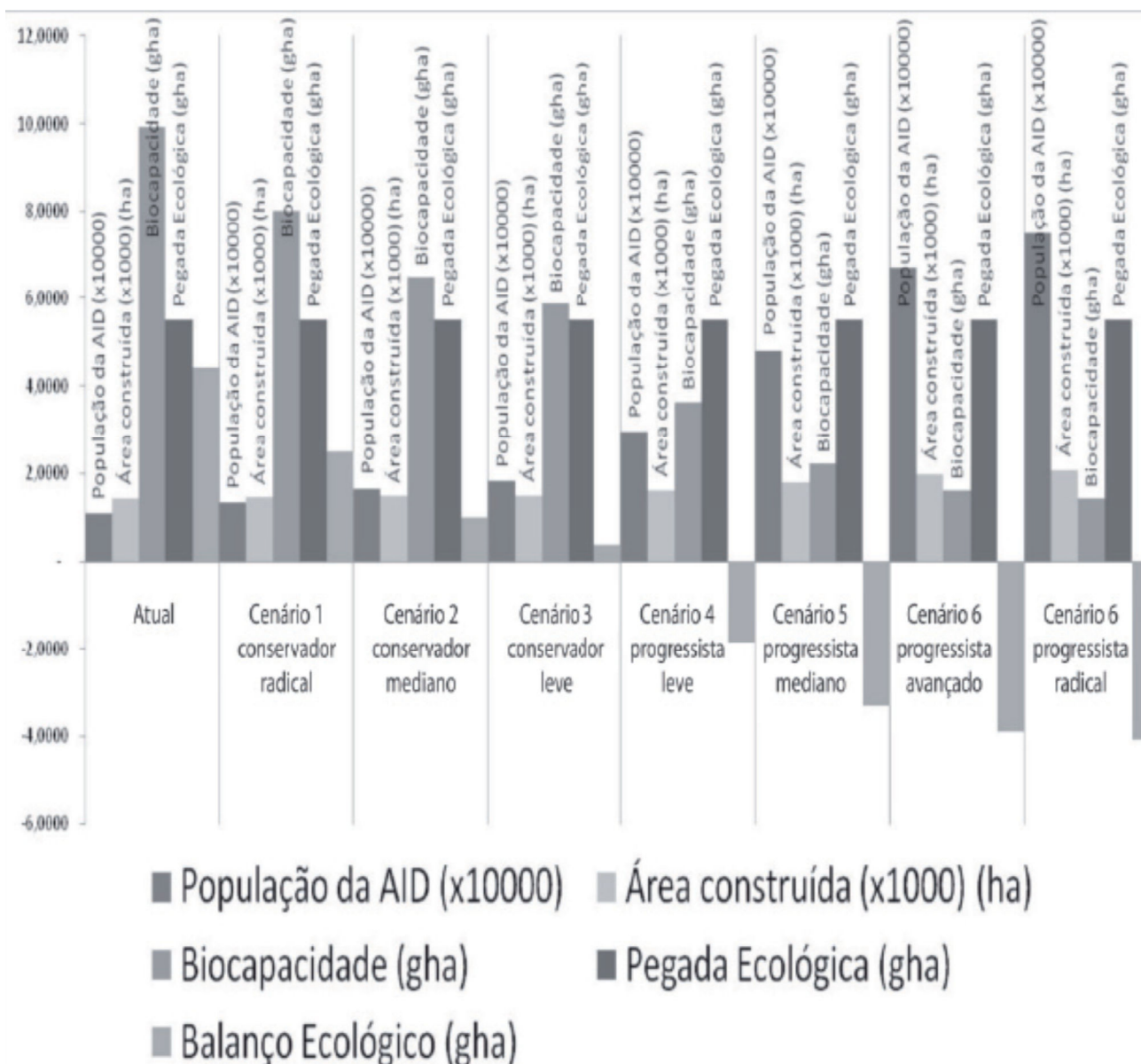


Figura 8: Dinâmica de crescimento populacional segundo cenários futuros da AID e suas implicações no balanço ecológico. (QUINTO Jr *et. al.*, 2009).

2.11 Política do Meio Ambiente no Plano Diretor de São João da Barra-RJ

O município de São João da Barra encontra-se em momento de transição por atração de grande quantidade de pessoas em função do complexo portuário localizado no Açú. O Plano Diretor deste município, realizado em 2006, dispõe nos Artigos 25 e 26 do Capítulo 1 sobre a Política Urbana e do Meio Ambiente; os Artigos 27 e 28 do Capítulo 2 sobre a política de saneamento; os artigos 29, 30 e 31 sobre a política do Meio Ambiente.

É relatada a importância de desenvolvimento sustentável (Art. 25; Art.27; Art. 30), com promoção de equilíbrio entre desenvolvimento econômico e

preservação dos recursos ambientais com pensamento ecológico (Art. 26; Art. 27; Art. 29; Art.30); sem negligenciar a importante participação e prevenção da saúde da sociedade com medidas de saneamento (Art. 27; Art. 28). E obter as propostas vigentes por meio de programa de educação ambiental que envolvam inclusive articulação de gestão ambiental com entidades governamentais e não governamentais (Art. 30; Art. 31).

2.11.1 Atual conjuntura dos recursos hídricos em São João da Barra-RJ

A região sudeste do Brasil possui disponíveis 6% de seu recurso hídrico, apesar de ser a região mais povoada do país (42,63%) (IBGE, 2009). A resolução N° 18/2006 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI) divide o estado do Rio de Janeiro em regiões hidrográficas, no qual o município de São João da Barra está enquadrado na Região Hidrográfica IX – Baixo Paraíba do Sul, composta ainda pelos municípios de Quissamã, Cardoso Moreira, Italva, Cambuci, Itaperuna, São José de Ubá, Aperibé, Santo Antônio de Pádua, Natividade, Miracema, Laje do Muriaé. Parcialmente: Trajano de Moraes, Conceição de Macabu, Carapebus, Macaé, Santa Maria Madalena, São Francisco do Itabapoana, Campos dos Goytacazes, São Fidélis, Porciúncula, Varre-Sai (Figura 9).

Fazem parte desta região hidrográfica as seguintes bacias hidrográficas: Muriaé, Pomba, Pirapetinga, Córrego do Novato e Adjacentes, Pequenas Bacias da Margem Esquerda do Baixo Paraíba do Sul, Jacaré, Campelo, Cacimbas, Muritiba, (QUINTO Jr *et al*,2009), Grussaí, Iquipari, Açú, Pau Fincado, Nicolau, Preto, Preto Ururaí, Pernambuco, Imbé, Córrego do Imbé, Prata, Macabu, São Miguel, Arrozal, Ribeira, Carapebus.

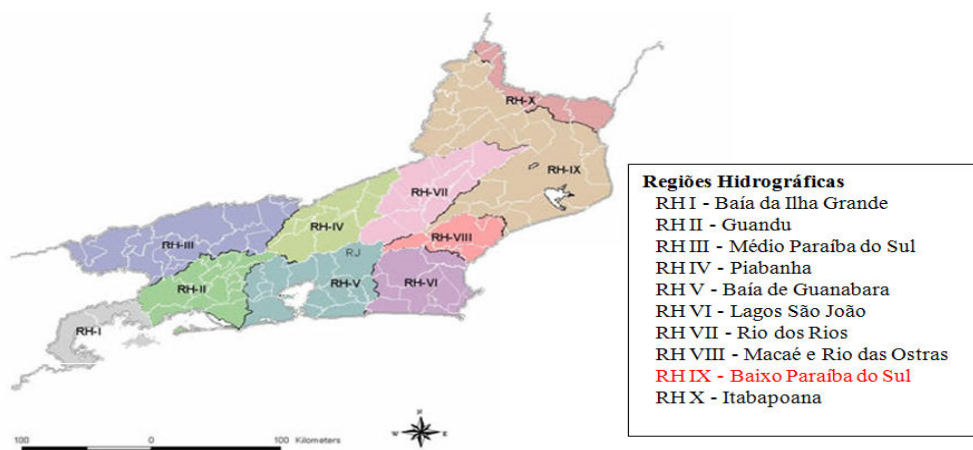


Figura 9 – Divisão do Estado do Rio de Janeiro em regiões hidrográficas (INEA, 2010).

As águas superficiais do município são formadas pelo rio Paraíba do Sul, pelas lagoas de Grussaí, Iquipari, Açú, Salgado e Taí, por vários canais (sendo os principais Abreu, Quintigute, Andreza, Atafona, Chatuba) e pelo Oceano Atlântico.

Além do uso para abastecimento residencial, esses recursos naturais também são utilizados para a pesca, o turismo, a navegação, a irrigação e o lazer. Entretanto esses recursos têm sofrido nos últimos anos grande impacto causado pelo lançamento indiscriminado e descontrolado de efluentes

domésticos (esgoto) e industriais, o que tem comprometido a qualidade de suas águas (OLIVEIRA, 2007; PIRES& PEDDLLOWISK, 2009).

No que diz respeito às águas subterrâneas, o município é dotado de grande potencial para exploração. Conforme estudos realizados no passado pelo técnico Egmont Capucci da CEDAE e por Caetano (2000), São João da Barra é servido por diferentes aquíferos (formação geológica capaz de conter água e ainda permitir que quantidades significativas se movimentem em seu interior em condições naturais). Capucci (2003) afirma em seu trabalho que o município de São João da Barra é o único em todo o estado do Rio constituído geologicamente por rochas sedimentares, com grande vocação hidrogeológica, podendo ser abastecido integralmente por água subterrânea, o que ficou demonstrado pelos resultados obtidos nos poços atualmente em operação nas localidades de Cajueiro, Atafona, Grussaí e Barra do Açú.

Capucci (*op. cit.*) ainda afirma que a captação de água subterrânea como fonte de recurso hídrico é uma alternativa viável econômica e social, visto que poços profundos construídos há mais de 20 anos continuam funcionando com potabilidade quanto à salinidade, prescindindo de qualquer tratamento, exceto cloração preventiva.

Atualmente a região utiliza água trazida por caminhão pipa e, mais recentemente, na localidade de Palacete, está sendo perfurado um poço para retirada de água, tratamento e posterior distribuição para a localidade (figuras10a e 10b).



Figura 10a: Placa da Construção do Poço para retirada de água na localidade de Palacete.



Figura 10b: Perfuração do poço na localidade de Palacete.

ARTIGOS CIENTÍFICOS

ARTIGO CIENTÍFICO I
CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA DE CISTERNAS EM ESCOLAS PÚBLICAS
NAS COMUNIDADES RURAIS DE SÃO JOÃO DA BARRA-RJ BRASIL
(a ser submetido a Anais da Academia Brasileira de Ciências - Impresso)

RESUMO

Os distritos 5º e 6º do município de São João da Barra situados em área rural são carentes quanto ao saneamento básico, como água tratada encanada. Este recurso é levado à população por caminhão pipa. Esta região tem expectativa de adensamento urbano, causada pela instalação do Porto do Açú, pertencente ao grupo LLX. Segundo RIMA do Distrito Industrial a ser instalado nesta região, o município passará dos 32.747 para 400 mil habitantes em 2025 (RIMA, 2011). Com isso, há possibilidade de alterações naturais cederem às modificações antrópicas, por consequência das necessidades que causam intensificação da poluição dos recursos hídricos. Os objetivos deste trabalho foram determinar contaminação microbiológica nas cisternas das escolas públicas e em locais estratégicos das comunidades destes distritos, relacionando-a à análise da qualidade físico-química da água armazenadas, à luz da Portaria 518 e da OMS. As coletas foram realizadas em cisternas de 18 escolas públicas e uma escola anexa, de cisternas de 18 comunidades. O procedimento foi feito em frascos limpos que eram levados em caixa de material isotérmico, ao LabFoz na UPEA/IFF para realização dos seguintes ensaios: determinação de pH; turbidez; cloro total; cloro livre e flúor. Em laboratório particular foram realizados os seguintes ensaios: determinação de ferro, manganês; coliformes totais e coliformes termotolerante. Todas as amostras apresentaram pelo menos um parâmetro em desacordo com padrão de potabilidade.

Palavras-chave: Abastecimento alternativo. Contaminação de Água.

ABSTRACT

Districts 5th and 6th of São João da Barra located in rural areas are poor sanitation, for example piped and treated water. This natural resource is brought to the population by water truck. This region is expected to urban density, caused by the installation of the Port of Acu, belonging to LLX. According Environmental Impact Report, Industrial District to be installed in this region, the city will increase from 32.747 to 400.000 inhabitants in 2025 (EIR, 2011). This is no possibility of yield to natural changes in anthropogenic modifications, as a result of the needs that cause increased pollution of water resources.

The objectives of this study were to determine microbiological contamination in tanks of public schools and communities in strategic locations of these districts, relating to the analysis of physico-chemical quality of water stored in the light of Ordinance 518 and the WHO. Samples were collected in tanks of 18 public schools and an attached cistern of 18 communities. The procedure was done in clean bottles that were taken into box insulated material, in the LabFoz UPEA / IFF to perform the following tests: determination of pH, turbidity, total chlorine, chlorine and fluorine. In private laboratory were performed the following tests: determination of iron, manganese, total coliforms and fecal term tolerant. Every analysis had at least one parameters that is discordances with standard potability. Therefore this work is relevant to public authorities so that they can provide water quality in these communities.

Keywords: Alternative Supply. Water Contamination.

1. INTRODUÇÃO

O município do São João da Barra tem expectativa de comportar 400 mil habitantes até 2025 (RIMA), entrando para o grupo de cidade que concentra grande parte da população do país, portanto, com maiores problemas sociais decorrentes da falta de serviços de saneamento básico, como já acontecem em cidades do estado do Rio de Janeiro: Belford Roxo, Nova Iguaçu, Duque de Caxias e São João do Meriti (entre as dez piores situações de saneamento básico no Brasil) (TRATA BRASIL, 2001). É necessário, por isso, compromisso dos políticos com o saneamento básico para evitar maiores problemas.

A população dos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra, Sudeste do Brasil, sempre utilizou água de poço de forma exclusiva, até que recentemente o poder público municipal passou a transportar, por caminhão pipa, água tratada na concessionária do município com o objetivo de atender os habitantes desta região.

O abastecimento alternativo de recurso hídrico apresenta fragilidade que pode causar alteração na qualidade da água utilizada, refletindo diretamente na qualidade de vida das pessoas, uma vez que alterações nesse recurso viabilizam riscos individuais ou coletivos de imediato ou longo prazo (XAVIER *et. al.*, 2011).

A pesquisa de micro-organismos patogênicos na água requer procedimentos complexos e longos, sendo necessária então a utilização de organismos indicadores de contaminação fecal para avaliar a qualidade bacteriológica da água. Dentre os principais estão os coliformes totais e coliformes termotolerantes, cuja detecção e enumeração baseiam-se em padrões bacteriológicos de qualidade da água em nível nacional e internacional (BRASIL, 2004; WHO, 2009).

Em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, observa-se o padrão de turbidez, cuja propriedade é atribuída a partículas sólidas em suspensão que diminuem a claridade e reduzem a passagem de luz no meio (LOPES, 2008; KOWATA, 2000; BRITO, 1998). A análise deste parâmetro é importante em cisternas para acompanhamento da qualidade da água transportada pelo caminhão pipa e no armazenamento.

No Brasil o cloro é o agente desinfetante vastamente utilizado (AGUIAR *et. al.*, 2002) contra agentes patogênicos para eliminar ou destruir bactérias e outros micro-organismos que podem estar presentes (MEYER, 1994).

O flúor é adicionado à água de abastecimento para auxiliar na proteção de dentes contra cárie, impedindo sua evolução, embora não evite a doença, agindo no metabolismo da microflora da placa, reduzindo a solubilidade do esmalte e aumentando a mineralização na superfície desses órgãos (PIRES *et al.*, 2002; DARÉ, 2006).

É muito comum na região de estudo, alta concentração de ferro em água subterrânea (EGMONT, 2009) associado ao manganês, sendo incômoda a população em função consequente coloração da água, assim como a possibilidade de mascarar a presença de micro-organismos (CORDEIRO, 2008; PEZZARINO 2010).

O presente trabalho tem por objetivo conhecer a qualidade higiênico-sanitária através da análise de coliforme total e termotolerante e características físico-químicas –turbidez, pH, cloro livre, fluoreto, ferro e manganês - da água de cisternas dos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra.

Este artigo descreve a natureza da pesquisa, o protocolo de amostragem e estatística da qualidade da água oriunda de cisternas localizadas no meio rural. Foram feitas correlações entre a ocorrência de específicos contaminantes e parâmetros físico-químicos, discutido junto à tendência sazonal.

2. MATERIAL E MÉTODO

As amostras foram coletadas das torneiras das cisternas localizadas em escolas (tabela 1 e figura 1) e cisternas localizadas em locais estratégicos nas comunidades (tabela 2 e figura 2).

A realização das coletas de amostras em cisternas das escolas aconteceu nos meses de agosto a novembro de 2010 (período seco), e entre dezembro de 2010 e março de 2011 (período chuvoso). Amostras de cisternas coletadas em locais estratégicos das comunidades aconteceram no período chuvoso (entre dezembro de 2010 e março de 2011).

Foram submetidas à análise, amostras de 18 escolas públicas e um anexo na estação seca; já na estação chuvosa foram analisadas 17 escolas e um anexo, pois a escola E.M. do Amparo - Amparo - 6º distrito foi fechada. Quanto às amostras de cisternas de locais estratégicos, elas ocorreram em todas as comunidades.

As amostras foram acondicionadas em frascos limpos numa caixa de material isotérmico, levada ao laboratório LabFoz (Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul) na Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-ambiental do Instituto Federal Fluminense (UPEA/IFF); e para um laboratório particular, com parceira no projeto, localizado no município de Campos dos Goytacazes-RJ.

Tabela 1: Escolas e respectiva localidade do 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ, onde foi coletada água de cisterna para análise.

	Unidade Escolar	Localidade	Distrito
1	E.E.M. João da Silva Ribeiro	Palacete	5º distrito
2	E.E.M. Luís Gomes da Silva Neto	Enjeitado	5º distrito
3	E.M. Manoel de Souza Gomes	Barra do Jacaré	5º distrito
4	E.M. Luis Délio Mendonça	Campo de Areia	5º distrito
5	E.M. Luiz Ferreira de Almeida	Papagaio	5º distrito
6	E.E.M. Francisco Alves Toledo	Água Preta	5º distrito
7	E.M. José Alves Barreto	Mato Escuro	5º distrito
8	E.M. Manoel Nunes Barreto	Capela São Pedro	5º distrito
9	Pré Es. José Marcelo de A. Xavier	Sabonete	5º distrito
10	E.M. Ângelo Antônio Mendonça	Concha I	5º distrito
11	E.M. Arlindo Mendonça	Concha II	5º distrito
12	E.E.M. Manoel Ducas de Brito	Caetá	5º distrito
13	E.M. Guilhermina I. Mendonça	Bajuru	5º distrito
14	E.M. Manoel Greycy Mendonça	Azeitona	5º distrito
15	E.M. Manoel Greycy Mendonça	Auto Cordeiro	5º distrito
16	E.M. Manoel Nunes Rangel	Quixaba	6º distrito
17	E.M. Maria Viana de Abreu	Vila Abreu	6º distrito
18	E.E.M. João Batista Alves	Amparo o	6º distrito
19	E.M. do Amparo	Amparo	6º distrito

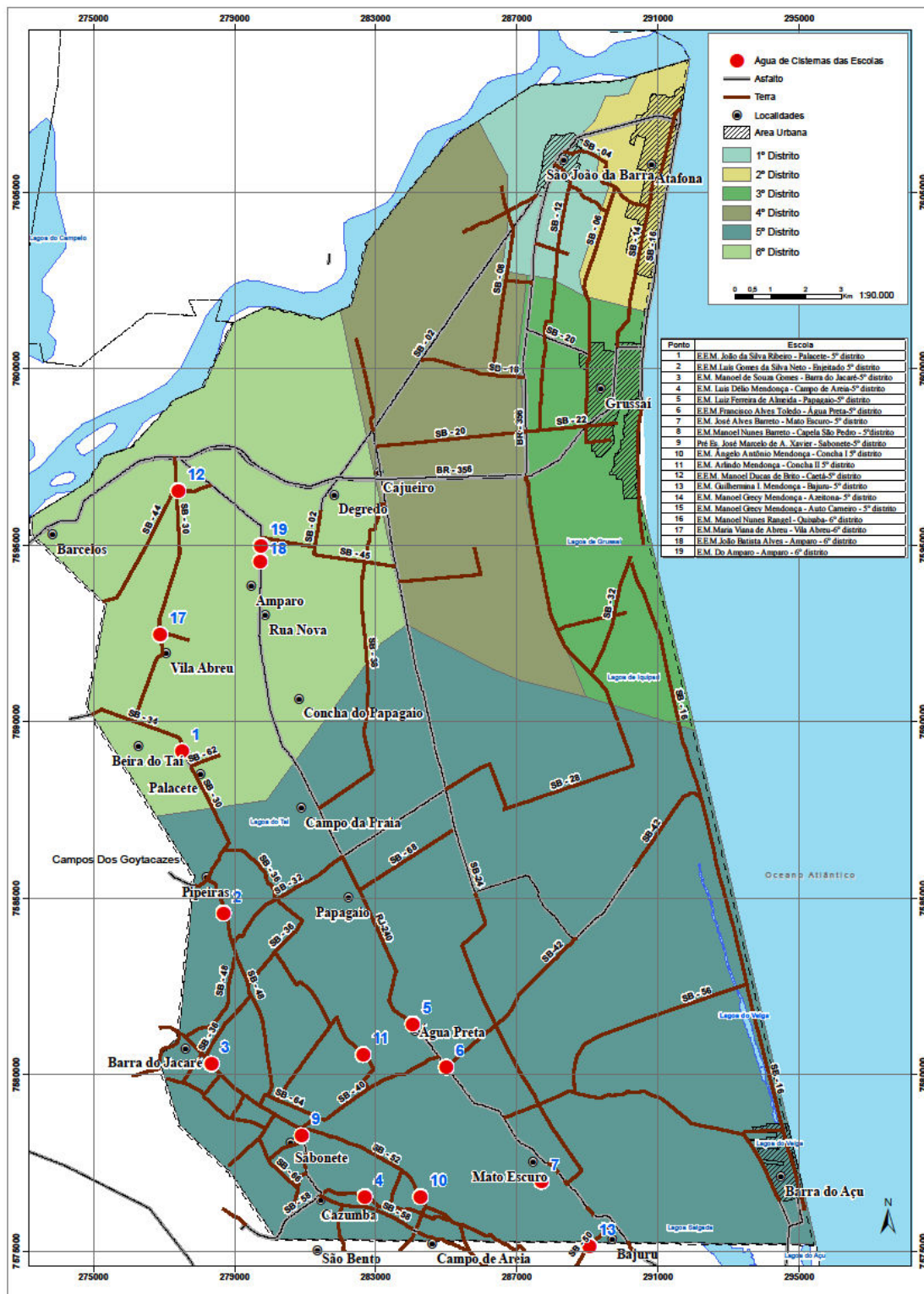


Figura 1: Localização dos pontos de coleta de cisternas das escolas nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ.

Tabela 2: Localidades dos 5º e 6º distritos de São João da Barra-RJ, onde foi coletada água de cisterna para análise.

	Localidade	Distrito
1	Palacete	5º distrito
2	Enjeitado	5º distrito
3	Barra do Jacaré	5º distrito
4	Cazumbá	5º distrito
5	Campo de Areia	5º distrito
6	Papagaio	5º distrito
7	Água Preta	5º distrito
8	Mato Escuro	5º distrito
9	Capela de São Pedro	5º distrito
10	Sabonete	5º distrito
11	Concha I	5º distrito
12	Concha II	5º distrito
13	Caeté	5º distrito
14	Bajuru	5º distrito
15	Azeitona	5º distrito
16	Auto Cordeiro	5º distrito
17	Quixaba	6º distrito
18	Vila Abreu	6º distrito
19	Amparo	6º distrito

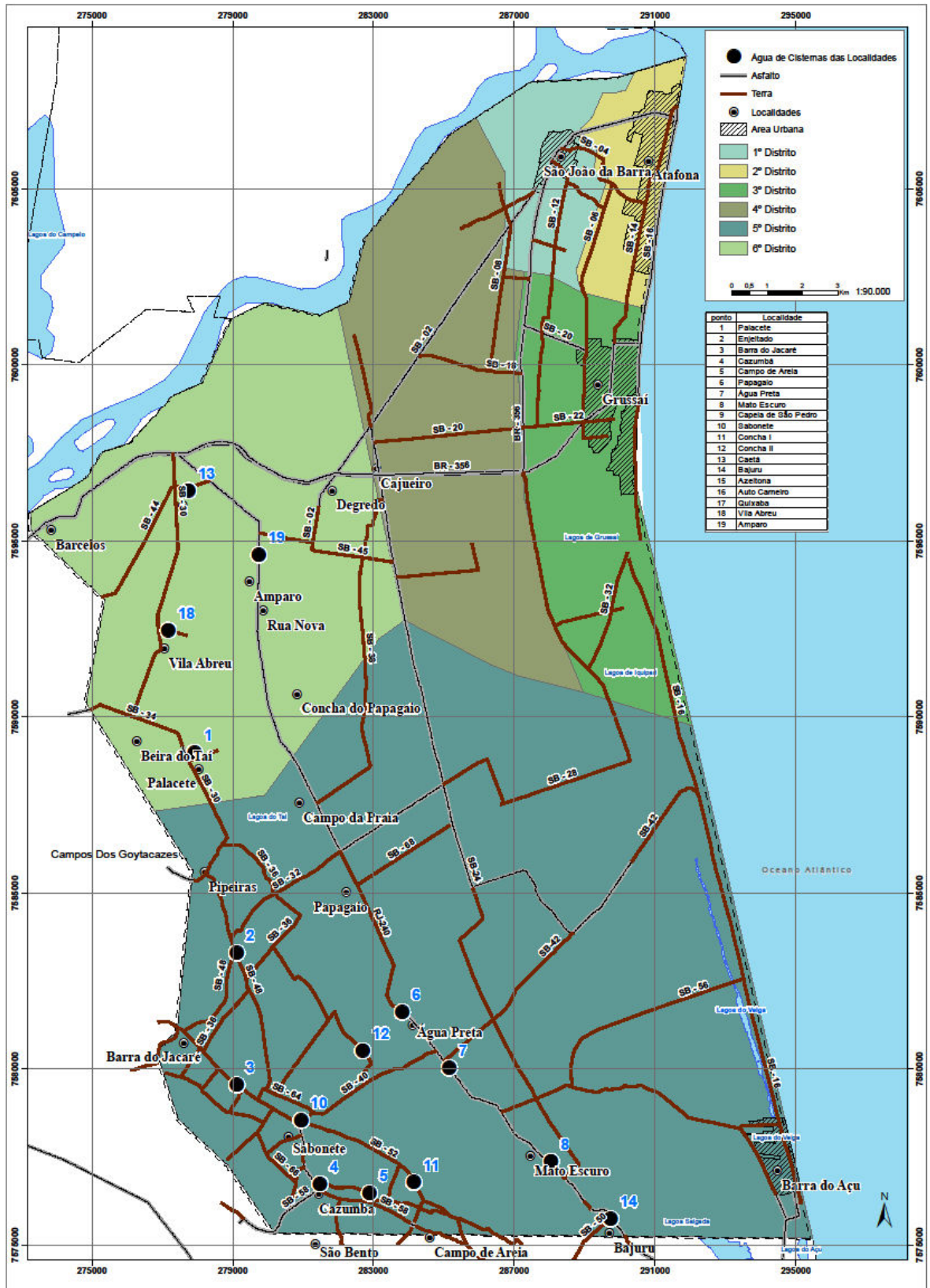


Figura 2: Pontos de coleta de água de cisternas nas localidades dos 5º e 6º distritos em São João da Barra-RJ.

Os seguintes ensaios foram realizados no LabFoz/UPEA/IFF: determinação de Potencial Hidrogeniônico – pH; determinação de turbidez, cloro total, cloro livre e flúor. Os ensaios foram realizados de acordo com normas padrões de procedimento descritas no livro *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater* (EATON et.al., 2005).

As determinações desses parâmetros foram realizados em quintuplicata, sendo que cada resultado analítico emitido pelo LabFoz/UPEA/IFF representa uma triplicata de ensaios. Dessa forma, totalizam-se quinze ensaios de cada parâmetro por amostragem, aumentando a confiabilidade dos resultados. Apenas na determinação de cloro livre, os ensaios foram realizados em quintuplicata.

Para a determinação do pH, foi utilizado o pHmetro portátil da marca *Thermo Scientific*, modelo *Orion 3 Star*. Ao realizar a calibração do equipamento utilizando os padrões de pH de acordo com o procedimento descrito no seu manual, a amostra, foi transferida para uma proveta de 50 mL, sendo feito lavagem química adequadamente, para depois ser inserido o eletrodo do equipamento e realizada a leitura.

No procedimento de análise da turbidez, inicialmente prepararam-se os padrões necessários (10 NTU, 100NTU e 800NTU) utilizando Formazina. Em seguida, foi realizada a calibração no equipamento (Turbidímetro portátil, marca Solar Instrumentação, modelo SL 2K) com estes padrões. Fez-se a lavagem química nas cubetas com a amostra antes da leitura. Realizaram-se então, três leituras na mesma cubeta.

A determinação Cloro Livre consistiu em analisar a concentração de Ácido Hipocloroso (HClO) e íons Hipoclorito (OCl⁻) presente em água. Para determinação de Cloro Total procedeu-se de forma idêntica à que foi realizada para Cloro Livre, exceto pelo uso do reagente específico para Cloro Total.

Nos ensaios de fluoreto, inicialmente preparou-se a prova em branco: foram transferidos 10 mL de água deionizada para a cubeta. Em seguida, usando luvas, é adicionado 2 mL de reagente SPANDS na mesma cubeta. Para a calibração, esse branco previamente selecionado foi inserido no aparelho (Colorímetro Digital Kit Pocket para flúor marca Hach, modelo Pocket Colorimeter II). Em outra cubeta, foi transferido 10 mL de amostra e adicionado 2 mL de reagente SPANDS; em seguida, agitou-se a cubeta durante 1 minuto. Ao término da cronometragem, realizou-se a leitura da segunda cubeta no aparelho. Ao final do procedimento, foram descartadas as amostras com SPANDS em bombona apropriada, já que este reagente é corrosivo pela presença de arsenito de sódio.

Em parceria com um laboratório particular, foram realizados os seguintes ensaios: determinação de ferro e manganês; de coliformes termo-tolerantes e de coliformes totais. O laboratório é credenciado e presta serviço para diversas concessionárias de água.

Para a determinação de ferro utilizou-se o *Portable Datalogging Spectrophotometer* de bancada da marca HACH DR/2010. O procedimento de análise consistiu-se em transferir às cubetas um pouco da amostra para lavagem química. Para análise de ferro, foi selecionado o programa para ferro (Fe) no aparelho, e em seguida, ajustado o comprimento de onda para 510 nm. Em uma cubeta de 10 ml colocou-se água deionizada para servir de branco. Em outra, foi colocada 10 ml da amostra de água, adicionou-se o conteúdo de um *pillow* do reagente *FerroVer Ironna* amostra, com agitação de 3 minutos

para homogeneizar a reação. Em seguida, a cubeta foi colocada com o branco no compartimento de análise do espectrofotômetro para fazer leitura da amostra.

Para o manganês, utilizou-se o mesmo aparelho, ao selecionar o programa para manganês (Mn) e, em seguida, o comprimento de onda para 560 nm. Em uma cubeta de 10 ml, colocou-se água deionizada para servir de branco. Em outra cubeta, colocou-se 10 ml da amostra de água, adicionou-se o conteúdo de um *pillow* do reagente *Ascorbic Acid* na amostra, com agitação para homogeneizar. Em seguida, foram adicionadas 15 gotas de *Alkaline-Cyanide Reagent Solution* para cada cubeta (branco e amostra), homogeneizou-se e adicionaram-se 21 gotas de 0,1% *PAN Indicator Solution* a cada cubeta (branco e amostra). Homogeneizou-se novamente e após 2 minutos a reação se completou. Em seguida, colocou-se a cubeta com o branco no compartimento de análise do espectrofotômetro para leitura da amostra.

A técnica utilizada para a determinação do número mais provável (MPN) de coliformes Totais e termotolerante é a da Enzima substrato. A amostra foi introduzida em meio de cultivo (Colilert), aguardando-se por cerca de 20 minutos para a introdução em cartela com pequenos blocos e colocada em estufa com permanência de 24 horas. Depois foi realizada leitura das possíveis colimetrias e o correspondente MPN (número mais provável).

Os resultados obtidos nos ensaios físico-químicos foram tratados estatisticamente, empregando-se cálculo de desvio padrão e correlação dos resultados de acordo com Larson & Farber (2007). Após os ensaios, os resultados foram analisados à luz da portaria 518/2004 do Ministério de Saúde do Brasil e a partir dos parâmetros utilizados pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise dos Parâmetros da Água Coletada de Cisterna de Escolas abastecida por Caminhão Pipa

3.1.1 Estação Seca

Os resultados e comparação com o padrão de potabilidade estação seca estão dispostos na tabela 3.

Tabela 3: Resultado dos Parâmetros Analisados (Turbidez, pH, Cloro Total, Cloro Livre, Flúor, Ferro, Manganês, Coliforme Total e Coliforme Termotolerante) na água das cisternas das unidades escolares (UE) nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ, na estação seca.

Cisternas Escolas – Estação Seca																												
UE	Turbidez (0 – 5 UT)*				pH (6,0 – 9,5)*				Cloro Total (0,2 – 5,0 mg/L)		Cloro Livre (0,2 – 2,0 mg/L**)				Flúor (0 – 1,5 mg/L)*+				Ferro (0 – 0,3mg/L)		Manganês (0 - ,0,1 mg/L)		C. Total		C. Termo.		Potável	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	0,68	+0,33	0,24	+0,1	7,33	+0,1	7,59	+0,02	0,07	0	0,05	0	0,04	0	0,47	0	0,52	0	0,4	0,53	0,004	0,005						
2	3,28	+0,33	1,84	+0,16	7,12	+0,01	7,5	0	0,14	+0,01	0,05	0	0,04	0	0,07	+0,01	0,45	0	0,78	0,83	0,04	0,032						
3	1,16	+0,23	1,03	+0,07	7,19	+0,02	7,44	+0,02	0,04	0	0,04	0	0	0	0,53	0	-	-	0,46	0,15	0,024	0,026						
4	0,79	+0,03	0,37	+0,21	7,13	+0,07	6,55	+0,02	0,07	+0,01	0,05	+0,01	0	0	0,59	0	-	-	0,57	0,13	0,039	0,093						
5	1,35	+0,1	1,03	+0,52	6,97	+0,06	7,49	+0,01	0,18	0	0,14	0	0,04	0	0,46	0	0,47	+0,01	0,62	0,58	0,021	0,026						
6	6,12	+0,19	1,42	+0,15	7,06	+0,03	7,42	+0,01	0,5	0	0,47	0	0,13	+0,01	0,55	0	0,49	+0,01	0,98	0,65	0,036	0,004						
7	1,96	+0,21	0,54	+0,17	7,1	+0,01	7,57	+0,02	0,86	0	0,77	0	0,03	+0,01	0,56	0	-	-	0,77	0,19	0,051	0,127						
8	1,97	+0,34	0,09	+0,02	7,18	+0,01	7,52	+0,03	0,47	0	0,42	0	0,06	+0,01	0,55	+0,01	-	-	0,92	0,09	0,009	0,179						
9	0,28	+0,13	0,52	+0,4	7,27	+0,02	7,19	+0,02	0,05	0	0,04	0	0,04	0	0,63	0	0,66	0	0,15	0,52	0,017	0,002						
10	1,03	+0,2	1,43	+0,09	6,99	+0,03	7,15	+0,02	0,3	0	0,15	+0,01	0,12	+0,01	0,59	0	-	-	0,64	0,23	0,029	0,082						
11	0,61	+0,1	25,69	+0,9	7,38	+0,03	6,96	+0,02	0,05	0	0,05	0	0,09	+0,01	0,36	0	0,62	0	0,43	0,35	0,017	0,016						
12	0,76	+0,35	0,52	+0,23	7,01	+0,03	7,45	+0,06	0,05	0	0,04	0	0,04	0	0	0	0,2	0	0,4	0,48	0,033	0,014						
13	0,75	+0,15	0,31	+0,19	7,01	+0,01	7,26	+0,04	0,05	0	0,05	0	0	0	0,75	0	-	-	0,54	0,44	0,062	0,001						
14	1,62	+0,47	0,26	+0,21	7,1	+0,01	7,59	+0,03	0,05	0	0,04	0	0	0	0,77	+0,01	-	-	0,64	0,24	0,029	0,062						
15	1,03	+0,43	0,1	+0,05	7,14	+0,01	7,51	+0,01	0,05	0	0,04	0	0	0	0,5	0	-	-	0,48	0,12	0,048	0,159						
16	0,09	+0,08	0,72	+0,05	7,25	+0,01	7,52	+0,05	0,32	0	0,29	0	0	0	0,55	0	-	-	0,76	0,15	0,005	0,049						
17	1,36	+0,39	0,71	+0,84	6,93	+0,01	7,28	+0,01	0,05	0	0,05	0	0,04	0	0,71	0	0,49	+0,01	0,53	0,77	0,04	0,018						
18	0,58	+0,22	0,36	+0,42	7,2	+0,03	7,54	+0,02	0,06	0	0,05	0	0	0	0,69	0	-	-	0,54	0,47	0,042	0,013						
19	1,14	+0,09	0,47	+0,35	6,98	+0,02	7,42	+0,02	0,36	0	0,33	0	0	0	0,46	+0,01	-	-	0,78	0,57	0,042	0,009						

*Valor para cada parâmetro de acordo com a portaria 518/2004 do Ministério de Saúde e pela OMS.

**A concentração máxima de flúor de acordo com a portaria 518/2004, deve ser 1,5mg/L; não sendo estabelecida a concentração mínima permitida. Porém algumas cidades brasileiras já estabelecem concentração ótima: 0,7mg/L.

**A concentração mínima de cloro livre é 0,2mg/L para qualquer ponto de abastecimento, mas este valor aumenta para 0,5mg/L quando o abastecimento é alternativo.
- Dados não analisados.

 Contaminação por Coliforme Total.

 Contaminação por Coliforme Termotolerante.

Turbidez

O menor valor encontrado de turbidez na estação seca foi 0,09 UT em Quixaba (6° distrito): E.M. Manoel Nunes Rangel, na 1ª campanha e em Capela São Pedro (5° distrito): E.M. Manoel Nunes Barreto, na 2ª campanha. O maior valor de turbidez foi na 2ª campanha (25,69UT), em Concha II (5° distrito): E.M. Arlindo Mendonça (tabela 3).

Duas amostras apresentaram valor de turbidez fora do padrão de potabilidade exigida pela Portaria 518 e OMS, na estação seca: E.E.M. Francisco Alves Toledo, Água Preta (6,12 UT), na 1ª campanha e em E.M. Arlindo Mendonça, Concha II (25,69 UT), na 2ª campanha, ambas no 5° distrito.

A cisterna da unidade escolar da Água Preta (E.E.M. Francisco Alves Toledo) apresentou vazamento havendo possível contaminação da água. Na unidade escolar localizada em Concha II (E.M. Arlindo Mendonça), a cisterna utilizada tem tampa inadequada de fácil remoção, sendo visto nela animais de pequeno porte mortos, como sapos, rãs e pererecas.

pH

Todas as amostras das escolas que utilizam água do caminhão pipa apresentaram-se dentro do padrão de potabilidade na estação seca. A maior variação desta estação aconteceu na 2ª campanha: 6,55 foi o menor valor de pH, na E.M. Luis Délio Mendonça - Campo de Areia e 7,59 foi o maior valor, encontrado na E.E.M. João da Silva Ribeiro - Palacete e na E.M. Manoel Greyc Mendonça – Azeitona, ambas no 5° distrito.

Cloro Total

A análise de cloro total foi feita apenas na 1ª campanha da estação seca.

A menor concentração de cloro encontrada foi 0,04 mg/L, em Barra do Jacaré (5° distrito), na E.M. Manoel de Souza Gomes. A maior concentração encontrada de cloro foi 0,86 mg/L, na localidade de Mato Escuro (5° distrito), na E.M. José Alves Barreto.

Apenas as seguintes unidades escolares apresentaram concentração de cloro total maior que 0,2 mg/L: E.E.M. Francisco Alves Toledo, Água Preta (5° distrito); E.M. José Alves Barreto, Mato Escuro (5° distrito); E.M. Nunes Barreto, Capela de São Pedro (5° distrito); E.M. Ângelo Antônio Mendonça, Concha I (5° distrito); E.M. Manoel Nunes Rangel, Quixaba (6° distrito); E.M. do Amparo, Amparo (6° distrito). Dentre as escolas relacionadas, apenas E.M. José Alves Barreto, Mato Escuro (5° distrito) apresentou concentração maior que 0,5mg/L.

Cloro Livre

A análise de apenas cinco escolas apresentou concentração acima de 0,2 mg/L na 1ª campanha: E.E.M. Francisco Alves Toledo, em Água Preta (5° distrito); E.M. José Alves Barreto, em Mato Escuro (5° distrito); E.M. Manoel Nunes Barreto, em Capela de São Pedro (5° distrito); E.M. Manoel Nunes Rangel, em Quixaba (6° distrito) e E.M. do Amparo, na localidade de Amparo (6° distrito). Dessas apenas E.M. José Alves Barreto, em Mato Escuro (5° distrito) apresentou concentração acima de 0,5 mg/L.

Na 2ª campanha nenhuma escola alcançou concentração mínima de cloro exigida pela Portaria 518/2004. Nessa campanha o cloro livre não foi

encontrado nas seguintes escolas: E.M. Manoel de Souza Gomes - Barra do Jacaré (5º distrito); E.M. Luís Délio Mendonça - Campo de Areia (5º distrito); E.M. Guilhermina I. Mendonça - Bajuru (5º distrito); E.M. Manoel Greycy Mendonça - Azeitona (5º distrito); E.M. Manoel Greycy Mendonça - Auto Carneiro (5º distrito); E.M. Manoel Nunes Rangel - Quixaba (6º distrito); E.E.M. João Batista Alves - Amparo (6º distrito) e E.M. do Amparo, em Amparo (6º distrito).

Nessa campanha a maior concentração de cloro livre (0,13 mg/L) foi encontrada em E.E.M. Francisco Alves Toledo - Água Preta (5º distrito).

Cloro é um elemento volátil, por isso, de acordo com a Portaria 518 do Ministério de Saúde, sua concentração mínima deve ser 0,2mg/L em qualquer ponto de abastecimento, aumentando para 0,5 mg/L no caso de solução alternativa por caminhão pipa. Portanto, houve alteração na concentração desse elemento no transporte e/ou no armazenamento.

Na 1ª campanha da estação seca, houve correlação fracamente positiva da concentração de cloro com os valores de turbidez ($r = 0,45$); na 2ª campanha desta estação a correlação diminuiu ($r = 0,37$).

Flúor

A 1ª campanha apresentou maior variação do elemento. Não se detectou concentração de flúor nesta estação na E.E.M. Manoel Ducas de Brito -Caeté e a maior foi 0,77mg/L na E.M. Manoel Greycy Mendonça - Azeitona, ambas no 5º distrito. Todas as amostras analisadas estão abaixo do VMP tanto segundo o Ministério de Saúde quanto para OMS (1,5mg/L).

Porém as únicas escolas que apresentaram concentração de flúor ótima na 1ª campanha foram: Pré Es. José Marcelo de A. Xavier - Sabonete (5º distrito); E.E.M. João Batista Alves - Amparo (6º distrito); E.M. Guilhermina I. Mendonça -Bajuru (5º distrito); E.M. Manoel Greycy Mendonça - Azeitona (5º distrito) e E.M. Maria Viana de Abreu - Vila Abreu (6º distrito).

Das análises realizadas na segunda campanha, a Pré Es. José Marcelo de A. Xavier - Sabonete (5º distrito) e a E.M. Arlindo Mendonça - Concha II (5º distrito) apresentaram concentração ótima de flúor.

A água distribuída pelo caminhão pipa não sofre acréscimo de flúor, por isso na maioria das escolas a concentração de flúor não alcançou a quantidade ótima para a água consumida por humanos. As análises demonstraram concentração de flúor ótima em algumas coletas, provavelmente por causa da água que se utiliza ser da própria região, que é próxima ao mar (UNICEF, 2012).

Ferro

A menor concentração de ferro encontrada na estação seca foi na 2ª campanha em E.M. Manoel Nunes Barreto - Capela São Pedro (5º distrito). A maior concentração deste elemento foi na 1ª campanha na E.E.M. Francisco Alves Toledo - Água Preta (5º distrito).

Apenas a Pré Escola José Marcelo de A. Xavier - Sabonete (5º distrito) esteve dentro deste padrão de potabilidade na 1ª campanha da estação seca.

Na 2ª campanha da mesma estação, as escolas que estavam com concentração menor que 0,3mg/L foram: E.M. Manoel de Souza Gomes - Barra do Jacaré (5º distrito); E.M. Luís Délio Mendonça - Campo de Areia (5º distrito); E.M. José Alves Barreto - Mato Escuro (5º distrito); E.M. Manoel Nunes Barreto

- Capela de São Pedro (5º distrito); E.M. Ângelo Antônio Mendonça - Concha I (5º distrito); E.M. Manoel Greycy Mendonça - Azeitona (5º distrito); E.M. Manoel Greycy Mendonça -Auto Carneiro (5º distrito) e E.M. Manoel Nunes Rangel - Quixaba(6º distrito).

A alta concentração de ferro nas cisternas de várias unidades escolares pode ter sido por causa da fragilidade do armazenamento e/ou do transporte, já que a região é naturalmente rica desse elemento (PEZZARINO, 2010; CORDEIRO, 2008). Por isso, é possível correlacionar sua concentração ao aumento na turbidez na 1º campanha ($r=0,66$), observável na unidade escolar E.E.M. Francisco Alves Toledo - Água Preta (5º distrito).

Na segunda campanha, porém não houve correlação de ferro com turbidez ($-0,01$). Isso significa que o aumento da turbidez provavelmente se deu por aumento de micro-organismos, exceção pode ter acontecido na unidade escolar localizada em Concha II (E.M. Arlindo Mendonça) onde a presença do ferro pode ter auxiliado a presença de micro-organismo e não apenas o aumento de turbidez.

Manganês

A concentração de manganês não alcançou o VMP estabelecido pela Portaria 518/2004 e pela OMS na 1ª campanha nas escolas analisadas.

A concentração de manganês apresentou maior variação na 2ª campanha da estação seca: de 0,001mg/L na E.M. Guilhermina I. Mendonça -Bajuru (5º distrito) a 0,179mg/L na E. M. Manoel Nunes Barreto - Capela de São Pedro (5º distrito). Nesta campanha, três escolas estiveram fora do padrão estabelecido pela Portaria 518/2004 e pela OMS: três escolas apresentaram concentração de manganês fora deste padrão na 2ª campanha: E.M. José Alves Barreto - Mato Escuro (5º distrito); E.M. Manoel Nunes Barreto - Capela São Pedro (5º distrito) e E.M. Manoel Greycy Mendonça - Auto Carneiro(5º distrito).

O elemento manganês acompanha o padrão do ferro (ZIMBRES, 2010), sendo, pois esperado encontrar alta concentração desse elemento. Porém não houve correlação positiva entre ambos os elementos, na 1ª campanha da estação seca ($r= 0,11$). Sendo observado na 2ª campanha desta estação correlação negativa ($-0,70$), possivelmente por não estar mais em local anóxico.

Análise Microbiológica

Na estação seca, várias escolas apresentaram contaminação por coliforme total. Na 1ª campanha as unidades escolares sem contaminação foram as seguintes: E.E.M. Francisco Alves Toledo - Água Preta (5º distrito); E.M. José Alves Barreto - Mato Escuro (5º distrito); E.M. Manoel Nunes Barreto - Capela de São Pedro (5º distrito); E.M. Ângelo Antônio Mendonça - Concha I (5º distrito); E.M. Manoel Greycy Mendonça -Auto Carneiro (5º distrito); E.M. Manoel Nunes Rangel - Quixaba (6º distrito) e E.M. do Amparo - Amparo (6º distrito).

Na 2ª campanha apenas três unidades escolares não apresentaram contaminação por coliforme total: E.M. Luiz Ferreira de Almeida - Papagaio (5º distrito); E.E.M. Francisco Alves Toledo - Água Preta (5º distrito) e E.M. José Alves Barreto - Mato Escuro (5º distrito).

Quanto ao coliforme termotolerante, as unidades que apresentaram contaminação na 1ª campanha na estação seca foram as seguintes: E.M. Manoel de Souza Gomes - Barra do Jacaré (5º distrito); E.M. Luis Délio

Mendonça - Campo de Areia (5° distrito); E.M. Arlindo Mendonça - Concha II (5° distrito); E.E.M. João Batista Alves - Amparo (6° distrito).

Na 2ª campanha da estação seca, as unidades que apresentaram contaminação foram: E.E.M. João da Silva Ribeiro - Palacete (5° distrito); E.M. Luis Délio Mendonça - Campo de Areia (5° distrito); E.M. Arlindo Mendonça - Concha II (5° distrito); E.E.M. Manoel Ducas de Brito -Caetá (5° distrito); E.M. Guilhermina I. Mendonça - Bajuru(5° distrito) e E.M. do Amparo - Amparo(6° distrito).

Há correlação positiva entre o valor de turbidez com a concentração de ferro e ausência de correlação entre turbidez e cloro. Tudo isso associado ao resultado da análise microbiológica sugere maior resistência dos micro-organismos na presença de metal na água (CALOMIRIS *et. al.*, 1984). Porém de acordo com estudo realizado por Schembri & Ennes (1997) concluiu-se que outros fatores que não coliformes podem estar associado à baixa concentração de cloro na água tratada.

3.1.2 Estação Chuvosa

Os resultados e comparação com o padrão de potabilidade da estação chuvosa estão dispostos na tabela 4.

Tabela 4: Resultado dos Parâmetros Analisados (Turbidez, pH, Cloro Livre, Flúor, Ferro, Manganês, Coliforme Total e Coliforme Termotolerante) na água das cisternas das unidades escolares (UE) nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ, na estação chuvosa.

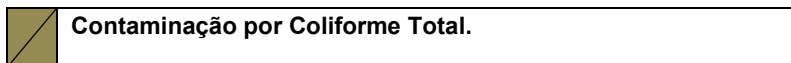
Cisternas Escolas – Estação Chuvosa																									
UE	Turbidez (0 – 5UT)*				pH (6,0 – 9,5)*				Cloro Livre (0,2 – 2,0mg/L**)				Flúor (0 – 1,5mg/L)*+				Ferro (0 – 0,3mg/L)		Manganês (0 - ,0,1mg/L)		C. Total		C. Termo.		Potável
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2					
1	0,88	+0,24	2,72	+0,08	7,84	0,02	7,49	+0,02	0,03	0	0,01	0	0,62	0	0,12	0	0,67	0,19	0,022	0,018					
2	0,03	+0,04	2,89	+0,98	8	0,01	7,68	+0,05	0,03	0	0,03	0	0,44	+0,01	0,59	+0,01	0,09	0,08	0,138	0,149					
3	0,12	+0,1	5,91	+1,16	7,64	0,05	6,85	+0,04	0,03	+0,01	0	0	1,01	0	0,29	0	0,08	0,59	0,12	0,04					
4	0,03	+0,18	2,53	+0,16	7,45	0,04	7,47	+0,02	0	0	0,07	+0,01	0,58	0	0,57	0	0,17	0,28	0,077	0,24					
5	5,66	+0,19	0,87	+0,12	7,07	0,01	7,11	+0,01	0,03	0	0,01	0	0,2	0	0,49	+0,01	1,31	0,42	0,129	0,03					
6	0,73	+0,08	4,01	+0,39	7,74	0,02	7,47	+0,08	0	0	0	0	0,89	+0,01	0,71	+0,01	0,31	0,43	0,206	0,034					
7	0,53	+0,18	0,74	+0,13	7,43	0,03	8,01	+0,02	0,05	0	0,04	0	0,81	0	0,72	0	0,13	0,21	0,176	0,085					
8	1,03	+0,04	2,05	+0,12	7,68	0,01	7,6	+0,01	0	0	0,06	0	0,68	0	0,32	+0,01	0,13	0,19	0,187	0,089					
9	0,48	+0,25	0,58	+0,11	7,77	0,05	8,09	+0,02	0	0	0,03	0	0,3	0	0,41	+0,01	0,06	0,04	0,115	0,117					
10	0,59	+0,06	1,34	+0,15	7,76	0,01	7,4	+0,01	0,04	0	0,02	0	0,59	0	0,54	+0,01	0,12	0,34	0,19	0,13					
11	0,06	+0,03	2,96	+0,16	8,1	0	8	+0,08	0,03	0	0,06	+0,01	0,62	0	0,43	+0,01	0,05	0,11	0,07	0,069					
12	0,54	+0,29	2,58	+0,32	7,32	0,04	7,07	+0,01	0,04	0	0,02	0	0,5	0	0,62	+0,01	0,37	0,34	0,015	0,013					
13	0,96	+0,16	0,65	+0,31	8,17	0,03	8,42	+0,04	0	0	0,02	0	0,6	0	0,08	+0,01	0,03	0,07	0,105	0,072					
14	1,17	+0,12	3,44	+0,18	8,04	0,02	8,04	+0,03	0,02	0	0,01	0	0,43	0	0,02	+0,01	0,16	0,36	0,225	0,021					
15	0,61	+0,06	0,79	+0,14	7,65	0,01	7,49	+0,03	0,04	0	0,01	0	0,53	0	0,55	0	0,25	0,2	0,193	0,185					
16	0,25	+0,09	2,59	+0,41	7,44	0,01	7,86	+0,05	0	0	0,01	0	0,79	0	0,76	0	0,04	0,08	0,019	0,024					
17	3,5	+0,12	1,98	+0,17	7,12	0,16	7,65	+0,05	0,03	0	0,01	0	0,32	0	0,35	0	0,29	0,44	0,021	0,022					
18	3,16	+0,45	4,14	+0,28	7,16	0,13	6,97	+0,01	0,01	0	0,04	0	0	0	0,22	+0,01	0,2	0,2	0,012	0,283					

*Valor para cada parâmetro de acordo com a portaria 518/2004 do Ministério de Saúde e pela OMS.

*+A concentração máxima de flúor de acordo com a portaria 518/2004 deve ser 1,5mg/L; não sendo estabelecida a concentração mínima permitida. Porém algumas cidades brasileiras já estabelecem concentração ótima: 0,7mg/L.

**A concentração mínima de cloro livre é 0,2mg/L para qualquer ponto de abastecimento, mas este valor aumenta para 0,5mg/L quando o abastecimento é alternativo.

- Dados não analisados.



Turbidez

O menor valor encontrado para a turbidez foi observado nas coletas feitas na 1ª campanha (0,03 UT) em duas unidades escolares: E.E.M. Luís Gomes da Silva Neto (em Enjeitado) e E.M. Luis Délio Mendonça (em Campo de Areia), ambas no 5º distrito. O maior valor (5,91 UT) foi encontrado na 2ª campanha na E.M. Manoel de Souza Gomes - Barra do Jacaré (5º distrito), único valor acima do VMP nessa estação. Na 1ª campanha uma amostra esteve fora do padrão de potabilidade: E.M. Luiz Ferreira de Almeida - Papagaio.

O valor alto de turbidez aconteceu, provavelmente, por causa da tampa inadequada de fácil remoção, da cisterna, permitindo a entrada de material particulado que aumenta a turbidez, e contaminação da água utilizada, fazendo crescer a deterioração da qualidade do recurso utilizado (SCHEMBRI & ENNES, 1997).

Ainda que grande parte das coletas tenha apresentado valor de turbidez dentro do VMP exigido pela Portaria 518 do Ministério de Saúde e pela OMS na estação chuvosa, ele estava maior se comparando com a estação seca. Isso pode ter acontecido por ser característica da estação a proliferação de micro-organismos em função do aumento da temperatura (MILLER *et al.*, 1994

pH

Na estação chuvosa, da mesma forma, todas as amostras coletadas nas escolas que utilizam água do caminhão pipa apresentaram valor de pH dentro do padrão de potabilidade. A maior variação aconteceu na 2ª campanha: o menor valor foi 6,85, em Barra do Jacaré, na unidade E.M. Manoel de Souza Gomes, e o maior valor (8,42) aconteceu na escola E.M. Guilhermina I. Mendonça- Bajuru, ambas no 5º distrito.

Cloro Livre

Na estação chuvosa, não foi detectada concentração de cloro residual livre em várias escolas na 1ª campanha: E. M. Luís Délio Mendonça - Campo de Areia (5º distrito); E. E. M. Francisco Alves Toledo - Água Preta (5º distrito); E.M Manoel Nunes Barreto - Capela de São Pedro (5º distrito); Pré Escola José Marcelo de A. Xavier - Sabonete (5º distrito); E. M. Guilhermina I. Mendonça - Bajuru (5º distrito) e E.M. Manoel Nunes Rangel - Quixaba (6º distrito).

Na 2ª campanha a concentração de cloro residual livre também foi nula em: E.M. Manoel de Souza Gomes - Barra do Jacaré e E.E.M. Francisco Alves Toledo - Água Preta, ambas no 5º distrito.

A maior concentração desse parâmetro, aconteceu na 2ª campanha (0,07 mg/L) na E. M Luís Délio Mendonça - Campo de Areia (5º distrito). Não houve escola com concentração mínima de acordo com a exigência da Portaria 518 do Ministério de Saúde nesta estação.

A concentração desse elemento foi menor na estação chuvosa. Isso se deu, provavelmente, por aumento de turbidez, como é claramente observável na unidade escolar E.M. Manoel de Souza Gomes - Barra do Jacaré (5º distrito), na 2ª campanha.

Na estação chuvosa, não houve correlação da concentração de cloro com os valores de turbidez na 1ª campanha ($r = 0,07$); nem na 2ª campanha ($r = -0,15$), sugerindo redução da concentração deste elemento quando aumenta valores da turbidez.

Flúor

A maioria das escolas apresentou concentração de flúor abaixo do ótimo nessa estação. Apenas as unidades escolares E.E.M. João da Silva Ribeiro - Palacete (5º distrito); E.E.M. Francisco Alves Toledo - Água Preta (5º distrito); E.M. José Alves Barreto - Mato Escuro (5º distrito); E.M. Manoel Nunes Barreto - Capela de São Pedro (5º distrito); E.M. Arlindo Mendonça - Concha II (5º distrito); E.M. Guilhermina I. Mendonça -Bajuru (5º distrito) e E.M. Manoel Nunes Rangel - Quixaba (6º distrito) tiveram concentração ótima ao flúor na 1ª campanha.

Na 2ª campanha as escolas que apresentaram concentração ótima foram: E.E.M. Francisco Alves Toledo - Água Preta (5º distrito); E.M. José Alves Barreto - Mato Escuro (5º distrito); E.E.M. Manoel Ducas de Brito - Caetá (5º distrito) e E.M. Manoel Nunes Rangel - Quixaba (6º distrito).

O elemento esteve ausente na unidade E.E.M. João Batista Alves, em Amparo (6º distrito). A maior concentração desse elemento foi encontrada na E.M. Manoel de Souza Gomes - Barra de Jacaré, no 5º distrito (1,01mg/L); ambos na 1ª campanha, quando variou muito a concentração deste elemento.

Ferro

Na estação chuvosa, a maior variação do ferro aconteceu na 1ª campanha: 0,03 mg/L em E.M. Guilhermina I. Mendonça -Bajuru a 1,31mg/L em E.M. Luiz Ferreira de Almeida - Papagaio, ambas no 5º distrito.

Várias unidades escolares também apresentaram concentração alta desse elemento. Na 1ª campanha foram: E.E.M. João da Silva Ribeiro - Palacete; E.M. Luiz Ferreira de Almeida - Papagaio; E.E.M. Francisco Alves Toledo - Água Preta e E.E.M. Manoel Ducas de Brito -Caetá (5º distrito).

Na 2ª campanha as escolas que estavam com concentração de ferro acima do nível de potabilidade foram: E.M. Manoel de Souza Gomes - Barra do Jacaré (5º distrito); E.M. Luiz Ferreira de Almeida - Papagaio (5º distrito); E.E.M. Francisco Alves Toledo - Água Preta (5º distrito); E.M. Ângelo Antônio Mendonça - Concha I (5º distrito); E.E.M. Manoel Ducas de Brito -Caetá (5º distrito); E.M. Manoel Greyc Mendonça - Azeitona (5º distrito) e E.M. Maria Viana de Abreu - Vila Abreu no (6º distrito).

Na estação chuvosa, houve correlação positiva do ferro com a turbidez, na 1ª campanha, (0,74) e na segunda (0,46) a correlação também foi positiva, mesmo que fraca. Isso sugere que o aumento da turbidez pode ter sido causado pela concentração de ferro, como refletido na E.M. Luiz Ferreira de Almeida - Papagaio (5º distrito), na 1ª campanha e na E.M. Manoel de Souza Gomes - Barra do Jacaré (5º distrito), na 2ª campanha.

Manganês

Na estação chuvosa, as unidades escolares que apresentaram concentração menor que a máxima permitida na 1ª campanha foram as seguintes: E.E.M. João da Silva Ribeiro - Palacete (5º distrito); E.M. Luís Délio Mendonça - Campo de Areia (5º distrito); E.M. Arlindo Mendonça - Concha II (5º distrito); E.E.M. Manoel Ducas de Brito -Caetá (5º distrito); E.M. Manoel Nunes Rangel - Quixaba (6º distrito); E.M. Maria Viana de Abreu - Vila Abreu (6º distrito); E.E.M. João Batista Alves - Amparo (6º distrito).

Na 2ª campanha as escolas que apresentaram concentração alta desse elemento foram: E.E.M. Luís Gomes da Silva Neto - Enjeitado (5º distrito); E.M.

Luis Délio Mendonça - Campo de Areia (5° distrito); Pré Es. José Marcelo de A. Xavier - Sabonete (5° distrito); E.M. Ângelo Antônio Mendonça - Concha I (5° distrito); E.M. Manoel Greycy Mendonça -Auto Carneiro (5° distrito) e E.E.M. João Batista Alves - Amparo (6° distrito).

A menor concentração desse elemento aconteceu na 1ª campanha (0,012mg/L) na E.E.M. João Batista Alves – Amparo (6° distrito), a maior concentração (0,283mg/L) foi obtida na 2ª campanha, na mesma unidade escolar.

Em relação a estação seca, na estação chuvosa a situação não mudou muito, na 1ª campanha não houve correlação do manganês com o ferro (-0,09) o que se repetiu na 2ª campanha (-0,31). Isso pode ter acontecido por não estarem em ambiente anóxico (ZIMBRES, 2010).

Análise Microbiológica

A maioria das unidades escolares apresentou contaminação por coliforme total e muitas com concentração de ferro alta. Isto indica maior resistência dos micro-organismos na presença de metal na água (CALOMIRIS *et. al.*, 1984). Apenas a unidade escolar E.E.M. João Batista Alves - Amparo (6° distrito) esteve isenta quanto a esse tipo de contaminação na 1ª campanha.

Na 2ª campanha as unidades que não apresentaram contaminação foram as seguintes: E.M. LuisDélio Mendonça - Campo de Areia (5° distrito); E.M. José Alves Barreto - Mato Escuro(5° distrito) e E.M. Maria Viana de Abreu - Vila Abreu (6° distrito).

A contaminação por coliforme termotolerante na 1ª campanha da estação chuvosa aconteceu nas seguintes unidades escolares: Pré Escola José Marcelo de A. Xavier - Sabonete (5° distrito) e E.M. Arlindo Mendonça - Concha II (5° distrito).

Na 2ª campanha a quantidade de unidades escolares contaminadas por coliforme termotolerante aumentou: Pré Es. José Marcelo de A. Xavier - Sabonete (5° distrito); E.M. Ângelo Antônio Mendonça - Concha I (5° distrito); E.M. Arlindo Mendonça - Concha II (5° distrito); E.E.M. Manoel Ducas de Brito - Caeté (5° distrito).

Para água tratada e encanada, a Portaria 518 do Ministério de Saúde não permite contaminação por coliforme total, porém para solução alternativa de abastecimento, só não é permitido contaminação por coliforme termotolerante, já que coliformes acontecem naturalmente no ambiente, sendo previsível contaminação em vários momentos do transporte e do armazenamento, em função da fragilidade da solução alternativa para distribuição da água potável.

A cisterna da escola E.M. Arlindo Mendonça, em Concha II, apresentou contaminação em todas as campanhas de ambas as estações. Nessa unidade escolar, a tampa da cisterna é inadequada, de fácil remoção, permitindo entrada de partículas suspensas no ar, uma vez que a cisterna localiza-se no chão do pátio da escola.

Na primeira campanha a cisterna de E.M. Luis Ferreira de Almeida, em Papagaio, apresentou alto valor de turbidez, baixa concentração de cloro, e alta concentração de ferro; todos estes fatores podem estar facilitar a sobrevivência de micro-organismos. O mesmo padrão poderia ser esperado na segunda campanha em E.M. Manoel de Souza Gomes, na localidade de Barra do Jacaré. Como isso não aconteceu provavelmente o aumento de turbidez foi causado por ferro.

3.2 Análise dos Parâmetros da Água Coletada de Cisternas de Comunidades abastecidas por Caminhão Pipa

Foram analisadas cisternas colocadas em locais estratégicos para abastecimento das comunidades na estação chuvosa. A tabela 5 apresenta os resultados e comparações de cada parâmetro analisado.


Tabela 5: Resultado dos Parâmetros Analisados (Turbidez, pH, Cloro Livre, Flúor, Ferro, Manganês, Coliforme Total e Coliforme Termotolerante) na água das cisternas em locais públicos nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ, na estação chuvosa.


*Valor para cada parâmetro de acordo com a portaria 518/2004 do Ministério de Saúde e pela OMS.

*+A concentração máxima de flúor de acordo com a portaria 518/2004 deve ser 1,5mg/L; não sendo estabelecida a concentração mínima permitida. Porém algumas cidades brasileiras já estabelecem concentração ótima: 0,7mg/L.

**A concentração mínima de cloro livre é 0,2mg/L para qualquer ponto de abastecimento, mas este valor aumenta para 0,5mg/L quando o abastecimento é alternativo.

Cisternas Comunitárias																									
Local	Turbidez (0 – 5 UT)*				pH (6,0 – 9,5)*				Cloro Livre (0,2 – 2,0 mg/L)**				Flúor (0 – 1,5 mg/L)*+				Ferro (0 – 0,3 mg/L)		Manganês (0 - ,0,1 mg/L)		C. Total		C. Termo.		Potável
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			
1Palacete	4,71	+0,19	6,67	+0,29	7,33	+0,05	7,21	+0,08	0,03	0	0	0,06	0	0,26	0	0,38	0,59	0,023	1,021						
2Enjeitado	4,73	+0,08	5,27	+0,49	7,4	+0,11	7,75	+0,15	0,03	0	0,02	+0,01	0,12	+0,01	0	0,58	0,37	0,038	0,019						
3Barra do Jacaré	1,4	+0,15	1,06	+0,18	7,72	+0,07	7,56	+0,02	0,03	0	0,02	+0,01	0,99	0	0,55	0	0,16	0,22	0,162	0,081					
4Cazumbá	0,46	+0,12	1,3	+0,13	7,69	+0,03	7,2	+0,13	0,03	0	0,03	0	0,57	0	0,34	0	0,23	0,37	0,119	0,11					
5Campo de Areia	0,34	+0,13	0,29	+0,06	7,72	+0,01	7,36	+0,02	0	0	0,01	0	0,21	0	0,56	0	0,07	0,24	0,108	0,117					
6Papagaio	0,78	+0,48	0,98	+0,1	7,84	+0,02	7,09	+0,02	0,04	0	0	0	0,83	+0,01	0,3	0	0,21	5,01	0,086	0,024					
7Água Preta	0,74	+0,28	3,4	+0,34	7,75	+0,08	7,18	+0,02	0,03	0	0,02	0	0,54	0	0,7	0	0,25	0,42	0,092	0,028					
8Mato Escuro	0,66	+0,25	3,02	+0,19	7,92	+0,02	7,44	+0,03	0,01	0	0,03	0	0,62	+0,01	0,68	0	0,18	0,39	0,177	0,202					
9Capela de São Pedro	0,91	+0,09	5,2	+2,18	6,65	+0,04	7,7	+0,02	0	0	0,03	0	0,92	0	0,27	0	0,07	0,5	0,181	0,028					
10Sabonete	0,25	+0,16	1,2	+0,19	7,93	+0,03	8,07	+0,03	0,01	+0,01	0,06	+0,01	0,82	+0,01	0	0	0,11	0,19	0,202	0,09					
11Concha I	7,76	+0,24	0,59	+0,07	7,33	+0,04	7,62	+0,13	0,01	0	0,02	0	0,82	0	0,68	0	0,24	0,53	0,192	0,141					
12Concha II	0,32	+0,04	1,13	+0,12	7,77	+0,28	8,23	+0,03	0,04	+0,01	0,02		0,53	0	0,54	0	0,19	0,13	0,141	0,106					
13Caetá	1,35	+0,08	3,46	+0,58	7,38	+0,01	7,4	+0,02	0,03	0	0,02	0	0,33	0	0,5	0	0,47	0,38	0,013	0					
14Bajuru	0,44	+0,06	0,82	+0,04	8,06	+0,02	7,37	+0,12	0	0	0,02	0	0,53	0	0,51	0	0,08	0,39	0,13	0,08					
15Azeitona	0,94	+0,03	1,59	+0,09	7,28	+0,02	7,21	+0,05	0,03	0	0,03	0	0,37	0	0,4	0	0,16	0,14	0,087	0,176					
16Auto Cordeiro	0,28	+0,05	1,16	+0,14	7,88	+0,03	7,95	+0,05	0,01	0	0,02	0	0,55	0	0,6	0	0,09	0,13	0,153	0,115					
17Quixaba	0,39	+0,07	18,65	+1,15	7,49	+0,03	6,86	+0,02	0	0	0,01	0	0,79	0	0,52	0	0,11	0,33	0,142	0,045					
18Vila Abreu	3,22	+0,36	1,96	+0,09	8,3	+0,16	7,23	+0,01	0,02	0	0,45	0	0,02	+0,01	0,3	0	0,49	0,71	0,025	0,018					
19Amparo	3,71	+0,15	5,06	+0,67	7,28	+0,13	6,94	+0,01	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,35	0,43	0,03	0,033					

 Contaminação por Coliforme Total.

 Contaminação por Coliforme Termotolerante.

Turbidez

A turbidez variou de 0,25UT na localidade de Sabonete (5º distrito), na 1ª campanha; a 18,65UT em Quixaba (5º distrito), na 2ª campanha.

Na 1ª campanha a cisterna da localidade Concha I (5º distrito) apresentou turbidez maior que o VMP permitido. Na 2ª campanha cinco localidades apresentaram unidade de turbidez (UT) maior que o máximo permitido: Palacete (5º distrito); Enjeitado (5º distrito); Capela de São Pedro (5º distrito); Quixaba (6º distrito) e Amparo (6º distrito).

Muitas das cisternas da comunidade possuem tampa frágil, de fácil remoção e localizam-se no chão próximo à estrada, podendo receber poeira causada por suspensão de sólidos no ar (SCHEMBRI& ENNES, 1997).

Há mais possibilidade, portanto, de haver maior turbidez nestas cisternas que nas localizadas nas unidades escolares, o que de fato ocorreu.

Já era esperado alto valor de turbidez na localidade Quixaba em função da fragilidade da cisterna que se localiza no chão, sem asfalto nem calçamento, deixando a cisterna exposta especialmente por estar com a torneira quebrada. Portanto, para coletar água era necessário abrir a tampa, contaminando a água por contato.

pH

O pH variou de 6,65 na localidade de Capela de São Pedro (5º distrito) a 8,3 em Vila Abreu (6º distrito) na 1ª campanha (período de coleta com maior variação). Não houve localidade com pH fora do padrão de potabilidade.

Cloro Livre

A maior concentração de cloro livre nas cisternas das comunidades analisadas foi 0,45 mg/L em Vila Abreu (6º distrito) na 2ª campanha. Nenhuma amostra alcançou concentração de cloro para que a água tivesse padrão de potabilidade exigido pela Portaria 518/2004 para esse elemento.

As localidades cujas cisternas não apresentaram cloro livre na 1ª campanha foram: Campo de Areia (5º distrito); Capela de São Pedro (5º distrito); Bajuru (5º distrito); Quixaba (6º distrito); Amparo (6º distrito).

Na 2ª campanha as seguintes localidades não apresentaram cloro livre foram nas cisternas coletadas: Palacete (5º distrito); Papagaio (5º distrito); Amparo (6º distrito).

Nas cisternas das comunidades analisadas houve menor concentração de cloro livre que nas cisternas localizadas nas unidades escolares, provavelmente por haver maior quantidade de partículas na água, já que tem maior proximidade com a estrada, onde há quantidade de partícula em suspensão.

A localidade Vila Abreu apresentou concentração de cloro livre bem maior que as demais localidades, provavelmente porque a cisterna fica localizada em uma rua com calçamento, transversal à estrada, portanto a quantidade de partículas em suspensão no ar é menor, visto que a tampa da cisterna é frágil e de fácil manuseio, permitindo a contaminação da água.

Flúor

A maior concentração de flúor foi encontrada na 1ª campanha (0,99 mg/L) em Barra do Jacaré (5º distrito). Nessa campanha duas localidades

apresentaram concentração ótima: Mato Escuro (5º distrito) e Quixaba (6º distrito).

Na 2ª campanha quatro localidades apresentaram concentração ótima: Água Preta (5º distrito); Mato Escuro (5º distrito); Concha I (5º distrito); Auto Carneiro (5º distrito).

Já é sabido que a água fornecida pela prefeitura através do caminhão pipa não é fluoretada. Isso explica porque a maioria das amostras apresentou baixa concentração desse elemento. Mas a água coletada pela concessionária para tratamento e distribuição de local é próximo ao mar (fonte subterrânea e superficial), isso sugere a presença de flúor na água analisada (UNICEF, 2012).

Ferro

Dentre as localidades analisadas, a variação foi entre 0,07 mg/L na localidade Campo de Areia e em Capela de São Pedro (ambas no 5º distrito) na 1ª campanha; a 5,01 mg/L em Papagaio (5º distrito), na 2ª campanha.

Na 1ª campanha cinco localidades apresentaram concentração de ferro acima do VMP exigido pela Portaria 518/2004 e pela OMS: Palacete (5º distrito); Enjeitado (5º distrito); Caetá (5º distrito); Vila Abreu (6º distrito) e Amparo (6º distrito).

Na segunda campanha, seis localidades apresentaram concentração de ferro abaixo do VMP exigido para esse elemento: Barra do Jacaré (5º distrito); Campo de Areia (5º distrito); Sabonete (5º distrito); Concha II (5º distrito); Azeitona (5º distrito) e Auto Carneiro (5º distrito).

A correlação positiva deste elemento com o valor de turbidez (0,59 UT) é um indicativo que há possibilidade de a concentração de ferro estar relacionada à localização das cisternas, das partículas de poeira das estradas da região que circulam e da possível fragilidade da tampa da cisterna que armazena a água consumida pela população (SCHEMBRI & ENNES, 1997).

Manganês

A concentração de manganês esteve abaixo do VMP exigido pela Portaria 518/2004 e pela OMS nas seguintes localidades, na 1ª campanha: Palacete (5º distrito); Enjeitado (5º distrito); Papagaio (5º distrito); Água Preta (5º distrito); Caetá (5º distrito); Azeitona (5º distrito); Vila Abreu (6º distrito) e Amparo (6º distrito).

Sua concentração apresentou maior variação na 2ª campanha: 0mg/L em Caetá (5º distrito) a 1,021mg/L em Palacete (5º distrito). Nessa campanha as localidades que estavam com concentração maior que o VMP eram: Palacete (5º distrito); Cazumbá (5º distrito); Campo de Areia (5º distrito); Mato Escuro (5º distrito); Concha I (5º distrito); Concha II (5º distrito); Azeitona (5º distrito) e Auto Carneiro (5º distrito).

As coletas das localidades apresentaram concentração alta de manganês, mas com correlação negativa com a quantidade de ferro na água na 1ª campanha ($r = -0,79$) e sem correlação na 2ª campanha ($r = -0,08$), provavelmente por já não estar em ambiente anóxico (ZIMBRES, 2010).

Análise Microbiológica

A maioria das localidades analisadas apresentou contaminação quanto a coliforme total. Apenas as seguintes localidades estavam sem contaminação

na 1ª campanha: Cazumbá (5º distrito); Capela de São Pedro (5º distrito); Concha I (5º distrito) e Concha II (5º distrito). Na 2ª campanha as localidades que estavam ausentes de contaminantes foram: Cazumbá (5º distrito); Papagaio (5º distrito) e Vila Abreu (6º distrito).

Diferente da contaminação por coliforme total, a maioria das localidades analisadas não apresentou contaminação por coliforme termotolerante. As localidades contaminadas foram as seguintes na 1ª campanha: Água Preta (5º distrito); Quixaba (6º distrito) e Amparo (6º distrito).

Na 2ª campanha quatro localidades apresentaram contaminação por coliforme termotolerante: Enjeitado (5º distrito); Campo de Areia (5º distrito); Quixaba (6º distrito) e Amparo (6º distrito).

Em função do abastecimento de água acontecer por caminhão pipa, a portaria 518/2004 aceita a presença de coliforme total, já que os reais causadores de doenças são micro-organismos classificados como termotolerantes.

A maioria das localidades analisadas que apresentou contaminação por coliforme teve reduzida concentração de cloro livre enquanto a concentração de ferro foi maior que o VMP permitido pela OMS e pela Portaria 518 do Ministério de Saúde. Quanto menor a concentração de cloro livre, maior a turbidez, aumentando a probabilidade de haver contaminação (HESPANHOL, 1999; LOPES, 2008; KOWATA *et. al.*, 2000).

Nem sempre água com valor de turbidez alto apresenta contaminação (BRITO, 1998), como a localidade Concha I, na 1ª campanha, que pode ter tido matéria inorgânica como material particulado em suspensão.

A localidade de Papagaio apresentou a maior concentração de ferro e ausência de cloro livre. Mas não houve detecção de coliforme termotolerante na análise dessa localidade; mas havia coliforme total presente, por isso é possível que haja vários fatores influenciando a baixa concentração do cloro nas amostras. Como observaram Schembri & Ennes (1997), os coliformes não necessariamente apresentam influência na concentração de cloro livre.

4. CONCLUSÃO

A água é potável quando apresenta parâmetros dentro do padrão estabelecido pela Portaria 518/2004. Os únicos parâmetros que mesmo sem estar dentro do padrão não invalidam a potabilidade da água são o cloro e o flúor. O primeiro elemento pode não estar presente se for utilizado outro desinfetante, o que não acontece nas amostras analisadas. Quanto ao flúor, já é estabelecido o padrão ótimo, mas se não for acrescentado, não impede o consumo da água.

Por isso, de todas as análises feitas, não houve amostra que pode ser classificada como potável.

Tal resultado pode ser causado por transporte ou por armazenamento, uma vez que a água sai da concessionária sem tais alterações.

Portanto, este trabalho é relevante para que as autoridades públicas possam intervir sobretudo na distribuição de água, de modo a atender toda a população dos distritos estudados com água de qualidade, segundo a legislação. Com essas medidas é possível reduzir os impactos negativos do aumento populacional esperado na região, além de melhorar a qualidade de vida dos habitantes. Como solução alternativa de tratamento de água em algumas comunidades, pode-se utilizar uma mini-ETA que apresenta custos de

instalação e de operação baixos, para atender a pequenas localidades, como foi desenvolvida na dissertação de Cordeiro (2008).

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BRASIL. **Portaria do Ministério de Saúde nº 518, de 25 de março de 2004.**

BRITO, S.A. **Influência da velocidade de sedimentação na determinação dos coeficientes de agregação e ruptura durante a floculação.** São Carlos. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, USP 1998.P . 189.

CALOMIRIS, J.J., ARMSTRONG, J.L., SEIDLER, R.J. **Association of Metal Tolerance with Multiple Antibiotic Resistance of Bacteria Isolated from Drinking Water** Applied and Environmental Microbiology, 1984. p. 1238-1242 vol. 47.

CORDEIRO, W.S. **Alternativas de tratamento de água para comunidades rurais.** Dissertação (Mestrado) Engenharia Ambiental- CEFET.2008.95p.

DARÉ, F. **Diagnóstico da Concentração de Flúor nos Sistemas Públicos de Água da Região de Araçatuba** Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” Faculdade de Engenharia Ilha Solteira (Pós Graduação) Engenharia Civil Área de Concentração: Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais. 2006. 129p.

EATON, Andrew D.; CLESCERI, Lenore S.; RICE Eugene W.; GREENBERG Arnold E. **Standard Methods for the Examination of water & wastewater** 21 Ed. [S.L.]:Apha, 2005. p

EGMONT, **A importância social, econômica e ambiental das águas subterrâneas para abastecimento aos Distritos da Baixada Campista e São Joanense** Rio de Janeiro. Cedae. 2009. Disponível em <www.abas-rj.org/atuacao_tecnica/texEgmont.pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2011.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil capital ecológico, uso e conservação,** São Paulo, Escrituras Editora. p.

KOWATA, E.A., RIBEIRO, J.T., TELLES, D. D'A. **Estudo da Influência da Turbidez e Cor Declinantes sobre a Coagulação de Água de Abastecimento no Mecanismo de Adsorção Neutralização de Cargas,**2000

LAMEGO, A. R. **O homem e o brejo.** Editora Lidados, Rio de Janeiro, 1974.

LARSON & FARBER **Estatística Aplicada (2007)** Editora Pearson 476p.

LOPES, G.SR. **Avaliação da Turbidez e do Tamanho das Partículas como Parâmetros Indicadores da Remoção de Oocistos de *Cryptosporidium* spp. nas Etapas de Clarificação no Tratamento da Água em Ciclo Completo.** Dissertação (Mestrado) Engenharia Civil- UFV 143p. 2008

MEYER, **O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública.** Cad. Saúde Pública. Rio de Janeiro vol.10 nº.1 1994

MILLER, C. J.; DRASAR, B. S. & FEACHEM, R. G. **Response of toxigenic *V. cholerae* O1 to physico-chemical stresses in aquatic environments.** *Journal of Hygiene*, 93:475-495. 1984

OMS Organização Mundial de Saúde. Disponível em <www.oms.org> Acesso em 10 de setembro de 2011.

PIRES, L.D., MACÊDO, J.A.B. de, ROCHA, H.V.A., LIMA, D.C., VAZ, U.P., OLIVEIRA, R.F. **Determinação do Índice de Fluoreto em Água de Abastecimento Público na Cidade de Juiz de Fora.** Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, Vol. 7, n. p. 21-29. 2002.

PEZZARINO, R, da S. **Avaliação da Qualidade da Água Utilidade nos Distritos de Campos dos Goytacazes,** RJ. 2010 (Dissertação) Mestrado Engenharia Ambiental Instituto Federal Fluminense. 129p.

SCHEMBRI, M.C.A.C. & ENNES, Y.M. **Deterioração da Qualidade da Água Distribuída: O Caso de Belo Horizonte.** ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 19º Anais Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 1997. 16p.

TRATA BRASIL, **Instituto Trata Brasil.** Disponível em <www.tratabrasil.org.br> Acesso em 15 de setembro de 2011.

UNICEF. **UNICEF's position on water fluoridation.** Disponível em: <www.nofluoride.com/Unicef_fluor>. Acesso em 10 de setembro de 2011.

WHO, **World Health Organization.** Disponível em <http://www.who.int/en/> Acesso em 09 de setembro de 2010.

ZIMBRES, ZIMBRES, EURICO. **Química da água subterrânea.** Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/quimica.htm>> Acesso em abril de 2010.

ARTIGO CIENTÍFICO II
CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA CONSUMIDA EM
COMUNIDADES RURAIS DE SÃO JOÃO DA BARRA-RJ BRASIL
(a ser submetido a Revista Engenharia Sanitária e Ambiental)

RESUMO

Água subterrânea é uma fonte alternativa muito utilizada no município de São João da Barra quase inteiramente exclusiva na região rural. Os principais contaminantes dessa fonte são micro-organismos patogênicos oriundos da construção e manutenção irregulares do próprio poço e da proximidade a sumidouros ou fossas. Os principais objetivos deste trabalho foram determinar a qualidade e a segurança da água consumida pelos habitantes da região e as possíveis fontes de contaminação, correlacionando-as a parâmetros químico-físicos. Foi analisado um poço em cada comunidade. Além de análises físico-químicas e bacteriológicas, foi investigada a proximidade de fossas e sumidouros, sua manutenção assim como a manutenção de poços. Na estação seca todas as amostras apresentaram contaminação por coliforme total; já na estação chuvosa apenas um ponto de coleta não apresentou contaminação por coliforme total, possivelmente por ter sido feito após o processo de filtragem no local. Coliformes termotolerantes foram encontrados em cinco amostras na estação seca, e em dez locais na estação chuvosa. Em todas localidades os poços não tinham manutenção e estavam muito próximos a fossas sem manutenção. Portanto, não houve amostra com água potável.

Palavras-chave: Água de poço. Água subterrânea. Contaminação de água.

ABSTRACT

Groundwater is a widely used alternative sources in the municipality of São João da Barra almost entirely unique in the countryside. The main source of contaminants are pathogenic microorganisms due to the construction and maintenance of the well itself irregular and proximity to sinks or drains. The main objective of this study were to determine the quality and safety of dunk water to the inhabitants of the region and possible sources of contamination, correlating the chemical-physical parameters. One well was analyzed in each community. Physic- chemistry analyze were investigated, beside the proximity of drains and sinks, its maintenance and the maintenance of dry season of wells. Not all samples had total coliform contamination, while in the rainy season only a collection point showed no total coliform contamination, possibly because it was done after the filtering process in place. Fecal coliforms were found in five samples in the dry season, and in ten locations in the rainy season. In all localities there was no maintaining the wells and septic tanks were very close to no maintenance. Therefore, there was no potable water.

Keywords: drinking water well, Groundwater, Water contamination.

1. INTRODUÇÃO

A água subterrânea é uma fonte alternativa de recurso hídrico muito utilizada em ambiente rural. Tal fonte apresenta vantagem por funcionar como filtro natural à determinada profundidade (KOMATINA, 1994). Mas está susceptível a contaminantes, como por exemplo, por adubo utilizado em terras cultivadas e, principalmente, por mau funcionamento, manutenção ou construção de fossas sépticas ou sumidouros próximos aos poços.

O método mais utilizado para avaliar a qualidade da água de poço é documentar a ocorrência de contaminantes. Por isso, a fim de monitorar a água subterrânea utilizada com finalidade doméstica, avalia-se o nível de contaminação do recurso, através da ocorrência de micro-organismos (SILVESTRE & RODRIGUES, 2008).

Estudos feitos em regiões próximas a São João da Barra mostram que a contaminação acontece na maioria das análises de poços da região (PEZARINO, 2010, CORDEIRO, 2008), causando doenças nos consumidores. Isso se dá por causa da proximidade do lençol freático à superfície (EGMONT, 2009).

Ainda assim, poço é fonte de abastecimento utilizada de forma exclusiva ou complementar no município, por isso está sujeita a problemas de saneamento causado por aumento populacional atraído pela indústria: ocupação desordenada do solo, desperdício de água e baixo nível de qualidade de serviços (REBOUÇAS, 2006; IBGE, 2009).

Falkenmark (1986) associa os problemas de saneamento ao nível socioeconômico da população, pois ao atingirem certo nível de desenvolvimento, nações buscam alternativas de aperfeiçoar a eficiência de utilização do recurso levando à queda do consumo de água.

Com a finalidade de compreender fatores contaminantes subterrâneos, uma pesquisa na água de uso pela população foi realizada nos 5º e 6º distritos de São João da Barra. A região fica próxima ao Complexo Logístico e Industrial do Porto do Açú - CLIPA, empreendimento de grande porte instalado no 5º distrito, que tem atraído trabalhadores para a região (QUINTO, *et. al.*, 2010).

Este artigo descreve a natureza da pesquisa, o protocolo de amostragem e a estatística da qualidade da água oriunda de poços rurais. Foram feitas correlações entre a ocorrência de específicos contaminantes e a proximidade da contaminação (pontual ou difusa); correlação da contaminação microbiológica e parâmetros físico-químicos, discutido junto a tendência sazonal.

2. ÁREA DE ESTUDO

O território do município de São João da Barra faz parte da grande planície quaternária existente nas proximidades do delta do Rio Paraíba do Sul. Essa região se caracteriza pela presença de ambientes diversificados de acumulação, representados principalmente por praias, cordões litorâneos, dunas e ambientes de acumulação fluviomarina (LAMEGO, 1974).

Sua população tinha a agricultura familiar e da pesca artesanal como atividades econômicas principais, até 1980. Atualmente atividades agrícolas vêm cedendo lugar a atividades não agrícolas (PIRES & PEDLOWISK, 2009). De acordo com dados do IBGE (2009), a população rural compreende 21,5% do total de seus habitantes.

Mas a paisagem bucólica (LAMEGO, 1974) tende a mudar completamente em função da instalação do grande empreendimento no 5º distrito, que tem atraído mão de obra qualificada para a região, ainda que não resida no município, podendo sofrer grandes transformações devido à baixa infraestrutura e escolarização da população (QUINTO Jr *et. al.*, 2009). Os impactos na área serão sociais e ambientais.

O estudo aconteceu em 20 localidades dos 5º e 6º distritos (tabela 1 e figura 1), sendo retirada amostra de água utilizada para fins domésticos. O período de coleta aconteceu entre os meses de setembro e novembro de 2010 (estação seca) e entre dezembro de 2010 e março de 2011 (estação chuvosa). Realizou-se uma campanha de amostragem em cada comunidade na estação seca, e duas amostragens na estação chuvosa para possibilitar a avaliação da água sobre o efeito dos períodos seco e chuvoso nos resultados das análises.

Tabela 1: Localidades onde foi coletada água de poço nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ.

Número	Localidades/Poço	Distrito	Estação Coletada
1	Palacete	5º distrito	Chuvosa
2	Enjeitado	5º distrito	Chuvosa
3	Barra do Jacaré	5º distrito	Seca e Chuvosa
4	Cazumbá	5º distrito	Seca e Chuvosa
5	Cazumbá	5º distrito	Seca e Chuvosa
6	Campo de Areia	5º distrito	Seca e Chuvosa
7	Papagaio	5º distrito	Chuvosa
8	Água Preta	5º distrito	Seca e Chuvosa
9	Mato Escuro	5º distrito	Seca e Chuvosa
10	Capela São Pedro	5º distrito	Seca e Chuvosa
11	Sabonete	5º distrito	Seca e Chuvosa
12	Concha I	5º distrito	Seca e Chuvosa
13	Concha II	5º distrito	Chuvosa
14	Caetá	5º distrito	Chuvosa
15	Bajuru	5º distrito	Seca e Chuvosa
16	Azeitona	5º distrito	Seca e Chuvosa
17	Auto Cordeiro	5º distrito	Seca e Chuvosa
18	Quixaba	6º distrito	Seca e Chuvosa
19	Vila Abreu	6º distrito	Chuvosa
20	Amparo	6º distrito	Seca e Chuvosa

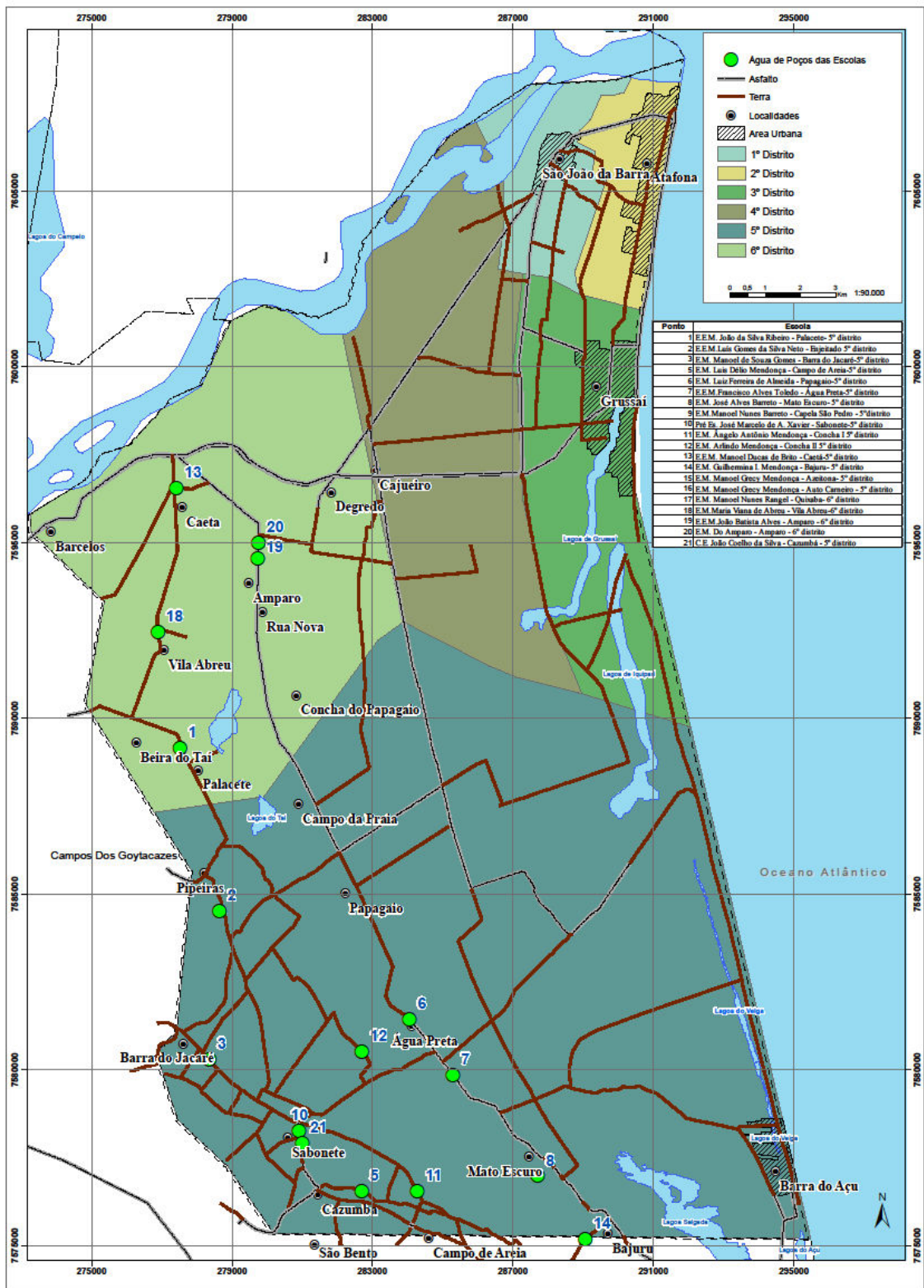


Figura 1: Pontos de coleta de água de poço nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ.

3. MATERIAL E MÉTODO

Foi feita uma campanha de coleta de amostras na estação seca e duas na estação chuvosa. A localidade de Cazumbá, por apresentar filtro, foram feitas duas coletas por campanha, uma antes outra após a filtragem.

As amostras após coletadas eram acondicionadas em frascos limpos, colocados em caixa de material isotérmico, que era levada ao laboratório LabFoz (Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul) na Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-ambiental do Instituto Federal Fluminense (UPEA/IFF); e para laboratório particular, localizado no município de Campos dos Goytacazes-RJ e parceiro no projeto.

Os seguintes ensaios foram realizados no LabFoz/UPEA/IFF: determinação de Potencial Hidrogeniônico – pH; determinação de turbidez, cloro livre e flúor. Os ensaios foram realizados de acordo com normas padrões de procedimento descritas no livro *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater* (EATON et.al., 2005).

As determinações desses parâmetros foram realizados em quintuplicata. Cada resultado analítico emitido pelo LabFoz/UPEA/IFF representa uma triplicata de ensaios. Dessa forma, totalizam-se quinze ensaios de cada parâmetro por amostragem, aumentando a confiabilidade dos resultados. Apenas na determinação de cloro livre, os ensaios foram realizados em quintuplicata.

Para a determinação de pH foi utilizado o pHmetro portátil da marca *Thermo Scientific*, modelo *Orion 3 Star*. Ao realizar a calibração do equipamento utilizando os padrões de pH de acordo com o procedimento descrito no seu manual, a amostra, foi transferida para uma proveta de 50 mL, sendo feito lavagem química adequadamente, para depois ser inserido o eletrodo do equipamento e realizada a leitura.

No procedimento de análise da turbidez, inicialmente prepararam-se os padrões necessários (10 NTU, 100NTU e 800NTU) utilizando Formazina. Em seguida, foi realizada a calibração no equipamento (Turbidímetro portátil, marca Solar Instrumentação, modelo SL 2K) com estes padrões. Fez-se a lavagem química nas cubetas com a amostra antes da leitura. Realizou-se, então, três leituras na mesma cubeta.

A determinação Cloro Livre consistiu-se em analisar a concentração de Ácido Hipocloroso (HClO) e de íons Hipoclorito (OCl⁻) presentes em água, que são agentes desinfetantes adicionados no tratamento em ETA.

Nos ensaios de fluoreto, inicialmente preparou-se a prova em branco: foram transferidos 10 mL de água deionizada para a cubeta. Em seguida, usando luvas, é adicionado 2 mL de reagente SPANDS na mesma cubeta. Para a calibração, esse branco previamente selecionado foi inserido no aparelho (Colorímetro Digital *Kit Pocket* para flúor marca Hach, modelo *PocketColorimeter II*). Em outra cubeta, foi transferido 10 mL de amostra e adicionado 2 mL de reagente SPANDS; em seguida, foi agitado durante 1 minuto. Ao término da cronometragem, realizou-se a leitura da segunda cubeta no aparelho. Ao final do procedimento, foram descartadas as amostras com SPANDS em bombona apropriada, já que esse reagente é corrosivo pela presença de arsenito de sódio.

Em parceria com laboratório particular foram realizados os seguintes ensaios: determinação de ferro e manganês; de coliformes termo-tolerantes e de coliformes totais.

Para a determinação de ferro utilizou-se o *Portable Datalogging Spectrophotometer* de bancada, da marca HACH DR/2010. O procedimento de análise consistiu-se em transferir às cubetas um pouco da amostra para lavagem química. Para análise de ferro, foi selecionado o programa para ferro (Fe) no aparelho e, em seguida, ajustado o comprimento de onda para 510 nm, com reagente *FerroVen Iron*. Para realização de tal análise foi utilizado o *Stander Methods* (EATON, 2005).

Para o manganês, utilizou-se o mesmo aparelho, ao selecionar o programa para manganês (Mn) e, em seguida, o comprimento de onda para 560 nm, com os reagentes *Ascorbic Acid* e *Alkaline-Cyanide Reagent Solution*. Em seguida, colocou-se a cubeta com o branco no compartimento de análise do espectrofotômetro para leitura da amostra. Para análise de tal elemento, foi utilizado o *Stander Methods* (EATON, 2005).

A técnica utilizada para a determinação do número mais provável (MPN) de coliformes totais e termotolerantes é a da enzima - substrato. A amostra foi introduzida em meio de cultivo (Colillert), aguardando-se por cerca de 20 minutos para a introdução em cartela com pequenos blocos e colocada em estufa por 24 horas. Depois, foi realizada a leitura das possíveis colimétricas e o correspondente MPN (número mais provável).

Os resultados obtidos nos ensaios físico-químicos foram tratados estatisticamente, empregando-se cálculo de desvio padrão e correlação dos resultados. Após os ensaios, os resultados foram analisados à luz da portaria 518/2004 do Ministério de Saúde do Brasil e a partir dos parâmetros utilizados pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados das análises estão apresentados nas tabelas 2 e 3.

Tabela2: Resultado dos Parâmetros Analisados (Turbidez, pH, Cloro Livre, Flúor, Ferro, Manganês, Coliforme Total e Coliforme Termotolerante) na água de poços nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra-RJ, na estação seca.

Poço – Estação Seca											
Local	Turbidez (0 – 5UT)*		pH (6,0 – 9,5)*		Cloro Livre (0,2 – 2,0mg/L)**		Ferro (0 – 0,3mg/L)*	Manganês (0 – 0,1mg/L)*	C. total	C. Termo.	Potável
1Palacete	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2Enjeitado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3Barra do Jacaré	0,6	+0,11	6,54	+0,04	0	0	0,13	0,463			
4 Cazumbá (1)	0,82	+0,13	5,86	+0,02	0	0	0,17	0,992			
5 Cazumbá (2)	0,64	+0,2	5,9	+0,01	0	0	0,07	0,512			
6Campo de Areia	14,35	+4,02	6,3	+0,01	0	0	3,18	0,089			
7 Papagaio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8Água Preta	10,27	+0,77	6,26	+0,03	0	0	2,9	0,172			
9Mato Escuro	8,37	+0,62	6,94	+0,14	0	0	1,57	0,163			
10Capela São Pedro	5,8	+0,19	6,86	+0,15	0	0	12,5	0,142			
11Sabonete	3,01	+0,55	6,86	+0,06	0,05	+0,01	1,28	0			
12Concha I	1,7	+0,31	6,57	+0,03	0,06	0	14,75	0,105			
13Concha II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14Caetá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15Bajuru	55,17	+0,61	6,61	+0,04	0,06	0	4,11	0,24			
16Azeitona	26,36	+1,12	7,4	+0,06	0	0	7,6	0,264			
17Auto Cordeiro	2,75	+0,15	7,37	+0,04	0	0	0,26	0,135			
18Quixaba	0,75	+0,08	6,73	+0,05	0	0	3,15	0,211			
19Vila Abreu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20Amparo	1,71	+0,47	7,13	+0,02	0	0	0,27	0,203			

*Valor para cada parâmetro de acordo com a portaria 518/2004 do Ministério de Saúde e pela OMS.

*+ A concentração máxima de flúor de acordo com a portaria 518/2004 deve ser 1,5mg/L; não sendo estabelecida a concentração mínima permitida. Porém algumas cidades brasileiras já estabelecem concentração ótima: 0,7mg/L.

**A concentração mínima de cloro livre é 0,2mg/L para qualquer ponto de abastecimento, mas este valor aumenta para 0,5mg/L quando o abastecimento é alternativo.

- Dados não analisados.

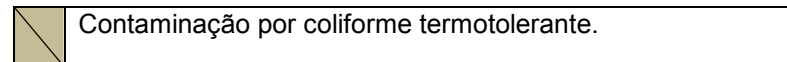
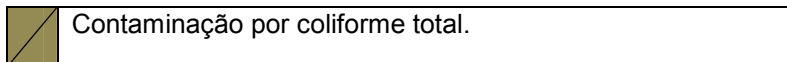



Tabela3: Resultado dos Parâmetros Analisados (Turbidez, pH, Cloro Livre, Flúor, Ferro, Manganês, Coliforme Total e Coliforme Termotolerante) na água de poços nos 5° e 6° distritos do município de São João da Barra-RJ, na estação chuvosa.


*Valor para cada parâmetro de acordo com a portaria 518/2004 do Ministério de Saúde e pela OMS.

Poço- Estação Chuvosa																										
Local	Turbidez (0 – 5UT)*				pH (6,0 – 9,5)*				Cloro Livre (0,2 – 2,0mg/L)**				Flúor (0 – 1,5mg/L)*†				Ferro (0 – 0,3mg/L)*		Manganês (0 - ,0,1mg/L)*		C. Total		C. Termo.		Potável	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2				
1Palacete	3,73	+0,24	11,9	+0,15	6,9	+0,01	6,87	+0,04	0,02	0	0,03	0	0,32	0	0,26	0	2,04	1,28	0,056	0,902						
2Enjeitado	3,8	+0,29	7,69	+0,23	7,59	+0,02	6,77	+0,03	0,11	0	0,03	0	0,28	0	0,39	+0,01	0,23	0,18	0,123	0,178						
3Barra do Jacaré	1,04	+0,17	26,6	+0,56	7,11	+0,04	6,13	+0,04	0,03	0	0,03	0	0,32	0	0,25	0	0,06	1,48	0,532	0,159						
4 Cazumbá (1)	0,83	+0,06	7,69	+0,16	5,28	+0,08	4,23	+0,11	0,03	0	0,02	0	0,53	0	0,17	0	0,24	0,43	1,016	0,466						
5 Cazumbá (2)	0,55	+0,02	0,96	+0,08	5,04	+0,01	5,12	+0,03	0,03	0	0,01	0	0,6	0	0,28	0	0,55	0,45	1,017	0,571						
6Campo de Areia	51,73	+1,3	25,3	+1,54	6,61	+0,06	6,92	+0,19	0	0	0,03	0	0,34	0	0,14	0	4,2	2,52	0,132	0,148						
7 Papagaio	8,41	+0,61	13,2	+0,63	6,79	+0,25	6,78	+0,02	0,02	0	0	0	0,37	+0,0	1	0,19	+0,01	6,95	0,47	0,11	0,088					
8Água Preta	9,18	+0,1	22,3	+0,38	6,54	+0,03	6,29	+0,03	0,02	+0,01	0	0	0	0	0,41	0	3,15	0,223	0,555	0,223						
9Mato Escuro	10,66	+0,26	18,9	+2,37	6,74	+0,02	7	+0,04	0	0	0	0	0,46	+0,0	1	0,44	0	1,9	2,51	0,155	0,066					
10Capela São Pedro	1,29	+0,29	1,58	+0,45	6,88	+0,02	7,29	+0,02	0	0	0,04	+0,01	0	0	0,56	0	14,35	0,07	0,131	0,11						
11Sabonete	4,52	+0,41	1,01	+0,13	7,78	+0,04	7,56	+0,06	0	0	0,03	0	0,31	0	0,43	0	0,68	0,13	0,073	0,195						
12Concha I	14,66	+0,03	2,99	+0,16	7,29	+0,05	6,66	+0,02	0,02	+0,01	0	0	0,72	0	0,23	0	10,45	8,22	0,218	0,096						
13Concha II	0,87	+0,12	5,56	+0,33	7,17	+0,04	6,62	+0,08	0,02	0	0	0	0	0	0,29	0	1,42	0,64	0,402	0,046						
14Caetá	0,09	+0,12	1,97	+0,66	6,78	+0,02	6,71	+0,01	0,03	0	0	0	0,26	0	0,31	+0,01	0,04	0,047	0,112	0,047						
15Bajuru	3,76	+1,49	2,29	+0,12	6,72	+0,02	6,64	+0,05	0	0	0	0	0,16	+0,0	1	0,46	+0,01	0,7	0,92	0,048	0,064					
16Azeitona	8,05	+0,28	6,72	+4,04	7,2	+0,01	6,83	+0,02	0,03	0	0,05	0	0,17	0	0,56	0,02	0,22	0,32	0,119	0,207						
17Auto Cordeiro	2,44	+0,11	1,58	+0,13	7,16	+0,03	7,4	+0,03	0,04	+0,01	0,01	0	0,6	0	0,33	0	0,16	0,1	0,128	0,045						
18Quixaba	35,27	+0,18	21	+0,14	6,57	+0,02	7,5	+0,03	0	0	0	0	0,33	+0,0	1	0,52	+0,01	1,65	0,155	0,179	0,155					
19Vila Abreu	6,49	+0,23	19,6	+1,3	6,47	+0,19	6,98	+0,02	0,04	0	0,02	+0,01	0,28	0	0,06	+0,01	7,75	8,25	0,111	0,153						
20Amparo	2,47	+0,11	11,6	+0,63	6,73	+0,04	7,04	+0,02	0,01	0	0,02	0	0,12	0	0,66	0	0,19	0,091	0,081	0,091						

*†A concentração máxima de flúor de acordo com a portaria 518/2004 deve ser 1,5mg/L; não sendo estabelecida a concentração mínima permitida. Porém algumas cidades brasileiras já estabelecem concentração ótima: 0,7mg/L.

**A concentração mínima de cloro livre é 0,2mg/L para qualquer ponto de abastecimento, mas este valor aumenta para 0,5mg/L quando o abastecimento é alternativo-Dados não analisados.(1) Coleta realizada em Cazumbá antes da filtragem. (2) Coleta realizada em Cazumbá após da filtragem.

 Contaminação por coliforme total.

 Contaminação por coliforme termotolerante.

4.1 Turbidez

A turbidez variou de 0,6 UT em Barra do Jacaré (5° distrito), a 55,17 UT em Bajuru (5° distrito) na estação seca. Das coletas realizadas nesta estação, seis estavam fora do padrão de potabilidade: Campo de Areia (5° distrito); Água Preta (5° distrito); Mato Escuro (5° distrito); Capela São Pedro (5° distrito); Bajuru (5° distrito) e Azeitona- (5° distrito).

Na estação chuvosa, a turbidez da água retirada do poço apresentou maior variação na 1ª campanha, 0,09UT em Caetá a 51,73UT em Campo de Areia, ambas localidades no 5° distrito.

A maioria das amostras esteve acima do valor máximo permitido para turbidez. Na 1ª campanha as seguintes localidades apresentaram turbidez maior que o VMP exigido pela OMS e pela Portaria 518/2004: Campo de Areia (5° distrito); Papagaio (5° distrito); Água Preta (5° distrito); Mato Escuro (5° distrito); Concha I (5° distrito); Azeitona (5° distrito); Quixaba (6° distrito) e Vila Abreu (6° distrito).

Na 2ª campanha as seguintes localidades que apresentaram turbidez mais alta que o VMP foram: Palacete (5° distrito); Enjeitado (5° distrito); Barra do Jacaré (5° distrito); Cazumbá (5° distrito) (antes da filtragem); Campo de Areia (5° distrito); Papagaio (5° distrito); Água Preta (5° distrito); Mato Escuro (5° distrito); Concha II (5° distrito); Azeitona (5° distrito); Quixaba (6° distrito); Vila Abreu (6° distrito) e Amparo (6° distrito).

Por isso, a turbidez de certas águas subterrâneas pode ser afetada pelo arraste de sólidos suspensos e material orgânico pela chuva. Partículas insolúveis, suspensas na água, argilas, siltes, calcário, compostos de ferro, matéria orgânica finamente dividida e outros sólidos suspensos de diferentes diâmetros introduzem turbidez nas águas. Segundo Bower (1978), a contaminação pode ser antrópica ou natural.

Chuvas intensas podem deixar com aspecto de lama a água de poços, quando esses são alimentados com fluxo que drena substratos fraturados, ou que propicia grande arraste de argilas. Também pode ser por erosão do aquífero (QUINTO Jr *et. al.*, 2000).

4.2 pH

Nas coletas, na estação seca, o pH variou de 5,86 em Cazumbá (antes da filtragem) (5° distrito) até 7,40 em Azeitona (5° distrito).

A única localidade fora do padrão de potabilidade para este parâmetro foi Cazumbá-5° distrito antes e após o processo de filtragem.

Na estação chuvosa, o pH variou de 4,23 em Cazumbá (5° distrito), antes do processo de filtragem, na 2ª campanha a 7,78 em Sabonete (5° distrito), na 1ª campanha.

Apenas a localidade de Cazumbá esteve fora do padrão de potabilidade para o pH nas duas campanhas. Antes do processo de filtragem, o pH foi 5,28, na 1ª campanha e 4,23, na 2ª campanha; após o processo, o valor de pH continuou abaixo do ideal: 5,04; na 1ª campanha e 5,12; na 2ª campanha.

A água subterrânea coletada na localidade de Cazumbá apresentou valor pH abaixo do padrão de potabilidade, provavelmente por ter substâncias presentes na região que aumentam a concentração de íons hidrogênio no solo da localidade, podendo ser causado por uso de adubo químico, porém há necessidade de mais estudo para tal comprovação.

4.3 Cloro Livre

Em amostras de água subterrânea da estação seca, foi encontrado cloro livre nas seguintes localidades: Sabonete (5º distrito); Concha I (5º distrito) e Bajuru (5º distrito).

A maior concentração de cloro nessa estação foi 0,06 mg/L em Concha I e Bajuru (ambas no 5º distrito). Todas as amostras apresentaram concentração de cloro livre menor que a mínima estabelecida pela Portaria 518/ 2004 para consumo humano.

Todas as coletas da estação chuvosa feitas em poços mostraram água com concentração muito abaixo do ideal de cloro. A maior concentração de cloro livre foi encontrada na localidade de Enjeitado (5º distrito) 0,11mg/L na 1ª campanha. Várias localidades, na 1ª campanha, estavam sem cloro livre: Campo de Areia (5º distrito); Mato Escuro (5º distrito); Capela de São Pedro (5º distrito); Sabonete (5º distrito); Bajuru (5º distrito) e Quixaba (6º distrito).

Na 2ª campanha da estação chuvosa as localidades sem a presença de cloro livre foram: Papagaio (5º distrito); Água Preta (5º distrito); Mato Escuro (5º distrito); Concha I (5º distrito); Concha II (5º distrito); Caetá (5º distrito); Bajuru (5º distrito) e Quixaba (6º distrito).

A população residente na região não tem o costume de acrescentar cloro à água do poço, por isso, dentre as coletas realizadas houve baixa correlação positiva do cloro com a turbidez na estação seca ($r = 0,43$).

Já na estação chuvosa, isso não se repetiu. Na 1ª campanha houve fraca correlação negativa ($r = -0,32$) e ausência de correlação, na 2ª campanha ($r = 0$). Isso indica que a concentração de cloro livre não é exclusivamente influenciada pela turbidez.

4.4 Flúor

Análise de flúor foi feita apenas na estação chuvosa. A concentração desse elemento esteve abaixo do VMP em todas as localidades. Na 1ª campanha, em três localidades, o flúor esteve ausente: Água Preta (5º distrito); Capela de São Pedro (5º distrito) e Concha II (5º distrito).

Nessa campanha três localidades alcançaram concentração ótima: Cazumbá (5º distrito), após o processo de filtração; Concha I (5º distrito) e Auto Carneiro (5º distrito).

Na 2ª campanha todas as localidades apresentaram concentração de flúor, porém apenas uma localidade alcançou concentração ótima para este elemento: Amparo (6º distrito).

A concentração de flúor observada nas coletas realizadas indica que não é acrescentado flúor à água. Porém a proximidade ao mar aumenta a concentração deste elemento naturalmente (UNICEF, 2012). Estudos realizados anteriormente em localidades próximas a 5º e 6º distritos por Pezarino (2010) já havia encontrado este elemento em água de poço.

4.5 Ferro

Na estação seca a concentração de ferro variou de 0,07 mg/L, na localidade de Cazumbá, após o processo de filtração (5º distrito), a 14,75 mg/L em Concha I (5º distrito).

Dentre as análises feitas, nove estavam fora do padrão de potabilidade: Campo de Areia (5º distrito); Água Preta (5º distrito); Mato Escuro (5º distrito);

Capela São Pedro (5º distrito); Sabonete (5º distrito); Concha I (5º distrito); Bajuru (5º distrito); Azeitona (5º distrito) e Quixaba (6º distrito).

Na estação chuvosa a concentração de ferro apresentou maior variação na 1ª campanha: de 0,04 mg/L (em Caeté) a 14,35 mg/L (em Capela de São Pedro), ambas no 5º distrito.

Na 1ª campanha da estação chuvosa, as únicas localidades que apresentaram concentração de ferro menor que o VMP permitido pela Portaria 518/2004 e pela OMS foram: Enjeitado (5º distrito); Barra do Jacaré (5º distrito); Cazumbá (5º distrito) (antes da filtração); Caeté (5º distrito); Azeitona (5º distrito); Auto Carneiro (5º distrito) e Amparo (6º distrito).

Na 2ª campanha as localidades que estiveram com concentração de ferro menor que o VMP permitido foram: Enjeitado (5º distrito); Água Preta (5º distrito); Capela de São Pedro (5º distrito); Sabonete (5º distrito); Caeté (5º distrito); Auto Carneiro (5º distrito); Quixaba (6º distrito) e Amparo (6º distrito).

O ferro pode ter influenciado o aumento de turbidez em algumas amostras, mas não houve correlação positiva entre os valores de turbidez encontrados e a concentração de ferro na estação seca ($r=0,17$), na 1ª campanha da estação chuvosa ($r=0,14$), nem 2ª campanha dessa estação ($r=0,20$). Isso sugere que o ferro foi um dos fatores que causou aumento da turbidez, tanto na estação seca quanto na estação chuvosa, mas não foi o fator exclusivo.

4.6 Manganês

Entre as coletas realizadas na estação seca, o manganês esteve ausente em Sabonete (5º distrito). Essa localidade e Campo de Areia foram as únicas que estavam dentro do parâmetro de potabilidade exigido pela OMS e pela Portaria 518/2004.

Na estação seca, a maior concentração encontrada desse elemento (0,992 mg/L) foi em Cazumbá (5º distrito) antes do processo de filtração.

Na estação chuvosa a concentração de manganês variou de 0,045 mg/L em Auto Carneiro (na 2ª campanha) a 1,017 mg/L em Cazumbá (na 1ª campanha) (após o processo de filtração) ambas no 5º distrito.

As localidades que apresentaram concentração abaixo do VMP na 1ª campanha da estação chuvosa foram: Palacete (5º distrito); Sabonete (5º distrito); Bajuru (5º distrito) e Amparo (6º distrito).

Na 2ª campanha as localidades que estiveram com concentração dentro do nível de potabilidade exigido dessa estação foram: Papagaio (5º distrito); Mato Escuro (5º distrito); Concha I (5º distrito); Concha II (5º distrito); Caeté (5º distrito); Bajuru (5º distrito); Auto Carneiro (5º distrito) e Amparo (6º distrito).

Era esperado que o manganês apresentasse correlação positiva com o ferro, porém isso não aconteceu na estação seca: -0,37; na 1ª campanha da estação chuvosa: -0,21 e na 2ª campanha desta estação: -0,09. A ausência de correlação na concentração de tais elementos provavelmente aconteceu, pois tais elementos já não se encontram em ambiente anóxico (ZIMBRES, 2010).

4.7 Análise Microbiológica

Em todas as localidades analisadas na estação seca foi detectada presença de coliforme total. Quanto ao coliforme termotolerante, algumas não apresentaram tal contaminação: Barra do Jacaré (5º distrito); Água Preta (5º distrito); Mato Escuro (5º distrito); Sabonete (5º distrito); Concha I (5º distrito); Azeitona (5º distrito); Auto Carneiro (5º distrito) e Quixaba (6º distrito).

A análise microbiológica realizada nas amostras coletadas na estação chuvosa mostrou que apenas a localidade de Cazumbá (5º distrito), após o processo de filtragem, não apresentou contaminação na 1ª campanha. Já na 2ª campanha as seguintes localidades que não apresentaram contaminação: Enjeitado (5º distrito) e Cazumbá, após o processo de filtragem (5º distrito).

Quanto ao coliforme termotolerante as seguintes localidades apresentaram contaminação na 1ª campanha: Enjeitado (5º distrito); Campo de Areia (5º distrito); Concha I (5º distrito); Azeitona (5º distrito); Auto Carneiro (5º distrito); Quixaba (5º distrito) e Amparo (6º distrito).

Na 2ª campanha as localidades que apresentaram contaminação por coliforme termotolerante foram as seguintes: Palacete (5º distrito); Barra do Jacaré (5º distrito); Campo de Areia (5º distrito); Sabonete (5º distrito); Concha II (5º distrito); Caetá (5º distrito); Auto Carneiro (5º distrito); Quixaba (6º distrito); Vila Abreu (6º distrito) e Amparo (6º distrito).

Na estação chuvosa nem todas as amostras estavam contaminadas por coliforme termotolerante, isto se dá pela característica da estação quando há maior dispersão de material em suspensão por maior fluxo de água (QUINTO Jr *et. al.*, 2000).

Não houve correlação entre a quantidade de coliforme total e a turbidez nas coletas realizadas na estação seca ($r = 0,28$); na 1ª campanha da estação chuvosa ($r = 0,43$), nem na 2ª campanha dessa estação ($r = -0,12$). Isso reflete que a turbidez é causada por vários materiais em suspensão e os micro-organismos presentes são considerados uma das possíveis causas da alteração desse parâmetro (BRITO, 2008).

Não houve correlação entre a concentração de ferro e a quantidade de coliforme na estação seca ($r = 0,16$), na 1ª campanha da estação chuvosa ($r = 0,18$), nem na 2ª campanha desta estação ($r = -0,26$). Isso acontece porque os micro-organismos utilizam vários substratos, e não apenas esse elemento em ambiente natural.

A ausência de correlação de coliformes com o elemento cloro já era esperado, uma vez que não é costume da população da região acrescentá-lo a água do poço.

Água insuficientemente tratada, por exemplo, sem a garantia de residual de cloro, pode permitir o acúmulo de sedimentos, matéria orgânica e propiciar o desenvolvimento de bactérias, incluindo aquelas do grupo coliforme que não *E. coli*. Por isso, na avaliação da qualidade da água distribuída, em geral, tolera-se a detecção eventual de coliformes totais, mas é requerida a ausência sistemática de *E. coli* ou coliformes termotolerantes (Portaria 518/2004).

5. CONCLUSÃO

O município de São João da Barra apresenta grande potencial de recurso hídrico subterrâneo que pode sofrer impactos com a expectativa de aumento populacional em função do Porto do Açú.

Assim, como outros trabalhos de regiões próximas, a água subterrânea nos 5º e 6º distritos do município apresentou várias alterações em função da falta de manutenção dos poços e de suas irregularidades, como perfuração feita próximo à fossa e falta de manutenção, indicando a importância da fonte da contaminação.

Todas as amostras analisadas apresentaram mais de um parâmetro fora do padrão de potabilidade, portanto não houve amostra dentro do padrão de potabilidade.

Por isso, este trabalho pode ser relevante para as autoridades públicas a fim de que possam avaliar a situação atual e proceder a distribuição da água potável de acordo com a legislação. Uma solução seria construir uma mini - ETA, como foi desenvolvida na dissertação de Cordeiro (2008), para atender a pequenas localidades, que apresenta custos de instalação e de operação baixo.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BOUWER, H. **Groundwater Hidrology**. New York: McGraw Book Company, 1978. 480 p.

BRASIL. **Portaria do Ministério de Saúde nº 518, de 25 de março de 2004**.

BRITO, S.A. **Influência da velocidade de sedimentação na determinação dos coeficientes de agregação e ruptura durante a floculação**. São Carlos. 189p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Brasil. 1998.

CARVALHO, L. S. de; QUINTO JÚNIOR, L. de P.; LIMA, D.M.; CRESPO, M. P. **O Porto do Açú no contexto da Reestruturação Espacial**. Anais XVI Encontro Nacional dos Geógrafos. Crise, práxis e autonomia: espaços de resistência e de esperanças Espaços de Diálogos e Práticas. Porto Alegre. 2010. 10p.

CORDEIRO, W.S. **Alternativas de tratamento de água para comunidades rurais**. 2008. Dissertação (Mestrado) Engenharia Ambiental- CEFET. 95p.

EATON, Andrew D.; CLESCERI, Lenore S.; RICE Eugene W.; GREENBERG Arnold E.. **Standard Methods for the Examination of water & wastewater** 21 Ed. [S.L.]: Apha, 2005.

EGMONT, **A importância social, econômica e ambiental das águas subterrâneas para abastecimento aos Distritos da Baixada Campista e São Joanense** 2009. Disponível em www.abas-rj.org/atuacao_tecnica/texEgmont.pdf Acesso em 15 de Setembro de 2011.

FALKENMARK, M. **Macro-scale water supply/deman comparison on the global scene**. Stockholm, 1986. p 15-40

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em 02 de junho de 2009

LAMEGO, A. R. **O homem e o brejo**. Editora Lidados, Rio de Janeiro, 1974.

OMS **Organização Mundial de Saúde**. Disponível em www.oms.org Acesso em 10 de Setembro de 2011.

PEZZARINO, R, da S. **Avaliação da Qualidade da Água Utilidade nos Distritos de Campos dos Goytacazes, RJ**. (Dissertação) Mestrado Engenharia Ambiental Instituto Federal Fluminense. 2010. 129p.

PIRES, B. de O. & PEDLOWISK, M.A. **Impactos socioambientais de megaempreendimentos: o caso do complexo portuário da Barra do Açú/RJ**. XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE SOCIOLOGIA, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ 2009.

REBOUÇAS, A. C.; & BRAGA, B. TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, isso e conservação.** Edição 3ª - São Paulo: Escrituras 2006

Komatina, S.M., 1994. **Geophysical methods application in groundwater natural protection against pollution.** Environmental Geology 23, p. 53–59.

SILVESTRE, B. & RODRIGUES, M. **Protection strategies for drinking groundwater sources in small Quebec municipalities** 2008

UNICEF. **UNICEF's position on water fluoridation.** Disponível em: <www.nofluoride.com/Unicef_fluor.htm>. Acesso: 04 de Fevereiro de 2012.

ZIMBRES, EURICO. **Química da água subterrânea.** Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/quimica.htm>> Acesso em abril de 2010.

3. CONCLUSÃO

O município de São João da Barra apresenta grande potencial de recurso hídrico superficial e subterrâneo que pode sofrer impactos negativos com a expectativa de aumento populacional em função do Porto do Açú.

A população dos 5º e 6º distritos, há muitos anos, perfura poços para utilização da água no próprio domicílio. Atualmente, além desta alternativa, é levada a pontos estratégicos das localidades destes distritos água tratada na concessionária do próprio município por caminhão pipa. Porém os resultados mostraram amostras imprópria ao uso, sendo causadas pelo transporte ou pelo armazenamento, uma vez que a água sai da concessionária sem tais alterações.

Quanto à água subterrânea, ela apresentou parâmetros fora do padrão de potabilidade em função da falta de manutenção e das irregularidades dos poços, como perfuração feita próximo à fossa, entre outras. A fossa, por sua vez, assim como o poço perfurado, apresentou irregularidades na construção e na manutenção.

Portanto, este trabalho pode ser relevante para as autoridades públicas para intervirem no tratamento e na distribuição de água, de modo a atender toda a população dos distritos estudados, auxiliando para reduzir os impactos negativos do aumento populacional esperado na região e melhorando a qualidade de vida dos habitantes. Uma solução seria construir uma mini-estação como a desenvolvida na dissertação de Cordeiro (2008) para atender a pequenas localidades, pois apresenta baixo custo de instalação e de operação.

4. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMARAL L. A. DO; FILHO, A. N. ; JUNIOR, O. D. R.; FERREIRA F.L. A. E BARROS, LUDMILLA S. S. **Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais** Rev Saúde Pública 2003;37(4):510-4 www.fsp.usp.br/rsp Drinkingwater in rural farms as a risk fator to human health

ALMEIDA, R.A.S. **Índice de Qualidade de Água Subterrânea Destinada ao Uso na Produção de Água Potável** 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) Universidade Federal da Bahia – Escola Politécnica. 221p.

ANA. **Agência Nacional das Águas**. Disponível em <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em 16 de setembro de 2009.

ANEEL, **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos**, Brasília, 2001.

ANDRADE, J.N. & MACÊDO, J.A.B. **Higienização na Indústria de Alimento**. São Paulo: Varela, 1996 182 p. *in* MACEDO, J.A.B. de & BARRA, M.M. Processo de Desinfecção com Derivados Clorados Orgânicos em Água para Abastecimento Público. 3º Encontro Mineiro de Ensino de Química. UFV-Viçosa-MG 2003

ANDERLE, P.T., OLIVEIRA, T.M.N., WAGNER, T.M. **Avaliação do teor de flúor na água consumida no município de Joinville** Revista Saúde e Ambiente / Health and Environment Journal, v. 4, n. 1, jun. 2003

ANVISA, **Resolução ANVISA nº 77**, 16 de Abril de 2001

APPENAZELLER, B. M. R. YANEZ C. JORAND F., Block, J-B. **Advantage Provided by Iron for *Escherichia coli* Growth and Cultivability in Drinking Water**. APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, Sept. 2005, p. 5621–5623 APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, Sept. 2005, p. 5621–5623.

ARRETCHE, M. **Federalismo e políticas sociais no Brasil: problemas de coordenação e autonomia**. São Paulo Perspec. vol.18 no.2 São Paulo Apr./June 2004.

Barros, W. P. **A água na visão do direito** / Wellington Pacheco Barros – Porto Alegre : Tribunal de Justiça do Rio Grande do Sul, Departamento de Artes Gráficas, 2005. 231 p.

BASTOS, R.K.X., HELLER, L., BEVILACQUA, P.D., PÁDUA, V. L., BRANDÃO, C.C.. **Legislação sobre Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano. A Experiência Brasileira Comparada à Panamericana**. Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental - AIDIS, 29, 2004, San Juan, Porto Rico. *Anais*. San Juan: AIDIS, 2004.

BEZERRA, N.S., SOUZA, M.J.G., PINHO, A.I. **Análise Microbiológica de Água de Cisternas na Localidade Cipó dos Tomaz, Município do Crato-CE.** 2006

BORJA, P. C.; MORAES, L.R.S. **Saneamento como um Direito Social.** 2009 17p

Boletim Técnico Nº 08 Observatório Socioeconômico da Região Norte Fluminense. **Indicadores de Qualidade de Vida nas Cidades das Regiões Norte e Noroeste Fluminense.** 2002. 22p.

BONANNO, A. **A GLOBALIZAÇÃO DA ECONOMIA E DA SOCIEDADE: FORDISMO E PÓS-FORDISMO NO SETOR AGROALIMENTAR.** Departamento de Sociologia Universidade Sam Houston 50p. Disponível em http://www2.cddc.vt.edu/digitalfordism/fordism_materials/Bonanno.pdf Acesso em 04 de junho de 2010.

BORSSOI & TORRES, **A política de recursos hídricos no Brasil.** BNDES. 2003 Disponível em http://www.bndespar.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev806.pdf, 1-15. Acesso em 25 de maio de 2010.

BOUWER, H. **Groundwater Hidrology.** New York: McGraw Book Company, 1978. 480 p.

BRAGA, B. **Introdução a Engenharia Ambiental.** São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305p.

BRASIL d. **Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2010.

BRANDÃO, C. R. **O que é educação.** 39ªed. São Paulo: Brasiliense, 2001. 116p.

BRASIL **Lei Federal n. 9.985**, de 18 de julho de 2000 – SNUC. In KURY, K.A. & RAMALHO, R. de S. Revista **Visões** 5ª Edição, Nº5, Volume 1 - Jul/Dez 2008 **PLANEJAMENTO DO USO DO SOLO NO ENTORNO DO PARQUE ESTADUAL DO DESENGANO: AGRICULTURA EM RELEVO COLINOSO NO DISTRITO DE MORANGABA - CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ.**

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Comentários sobre a Portaria MS n.º 518/2004: subsídios para implementação / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental** – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 92 p.: il. – (Série E. Legislação em Saúde)

_____. **Portaria do Ministério da Saúde nº 518, de 25 de março de 2004.**

_____ **Portaria do Ministério da Saúde nº 1.469/2000, de 29 de dezembro de 2000.**

_____ Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde**, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde).

_____ **Constituição da República Federativa do Brasil** 1988. Brasília: Senado, 1988, 168p.

_____ **LDB. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional** Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

_____ **Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999.** Política Nacional de Educação Ambiental.

_____ **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001**, de 23 de janeiro de 1986.

BRITO, S.A. **Influência da velocidade de sedimentação na determinação dos coeficientes de agregação e ruptura durante a floculação.** São Carlos. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Brasil. 1998.189p

BRIAT, J.-F. **Iron Assimilation and Storage in Prokaryotes.** Journal of General Microbiology. Printed in Great Britain Review Article. (1992), 138, 2475-2483

BUSTOS, M. R. L. **A Educação Ambiental sob a ótica da Gestão de Recursos Hídricos.** Tese (Doutorado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo/USP. 2003. 208 p.

CALOMIRIS, J.J., ARMSTRONG, J.L., SEIDLER, R.J. **Association of Metal Tolerance with Multiple Antibiotic Resistance of Bacteria Isolated from Drinking Water** APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, June 1984, p. 1238-1242 vol. 47.

CAMPOS, J.A.D.B & FARIA, J.B. **Fluoretação da Água de Abastecimento Público da Cidade de Araraquara-SP** Alimento e Nutrição , São Paulo, 12: 203-211, 2001.

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

CAPUCCI, E. **Água Subterrânea na Baixada Campista. XIII Encontro Nacional dos Perfuradores de Poços.** I SIMPÓSIO DE HIDROGEOLOGIA DO SUDESTE. Petrópolis, RJ: 2003. Disponível em:

<www.acquacon.com.br/eventos/xiiiiperfuradores/programacao.htm>. Acesso em 10 de janeiro de 2011.

CANGUSSU, MC.T, NARVAI, P.C., FERNANDEZ, F.C., DJEHIZIAN, V. **A fluorose Dentária: uma revisão crítica** Cad. Saúde Pública vol.18 no.1 Rio de Janeiro jan./feb. 2002. 9p.

CAPRA, F. **O Ponto de mutação**. São Paulo: Cultrix, 1983. 432p.

CARVALHO, I.C.M **Qual educação ambiental? Elementos para um debate sobre educação ambiental e extensão rural** Agroecol.e Desenv.Rur. Sustent.,Porto Alegre, v.2, n.2, abr./jun.2001

CARVALHO, L. S. de; QUINTO JÚNIOR, L. de P.; LIMA, D.M.; CRESPO, M. P. **O Porto do Açú no contexto da Reestruturação Espacial**. Anais XVI Encontro Nacional dos Geógrafos. Crise, práxis e autonomia: espaços de resistência e de esperanças Espaços de Diálogos e Práticas. Porto Alegre, 25 a 31 de julho de 2010.

CAVALCANTI C. (ORG.); FURTADO, A.; STAHEL, A.; RIBEIRO, A.; MENDES, A.; SEKIGUCHI, C.; CAVALCANTI, C.; MAIMON, D.; POSEY, D.; PIRES, E.; BRÜSEKE, F.; ROHDE, G.; MAMMANA, G.; LEIS, H.; ACSELRAD, H. MEDEIROS, J.; D'AMATO, J. L.; LEONARDI, M. L.; TOLMASQUIM, M.; FILHO, O. S.; STROH, P. FREIRE, P.; MAY, P.; DINIZ, R.; MAGALHÃES, A. R. **Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável**. INPSO/FUNDAJ, Instituto de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco, Ministério de Educação, Governo Federal, Recife, Brasil. outubro 1994. p. 262. Disponível em la World Wide Web: <http://168.96.200.17/ar/libros/brasil/pesqui/cavalcanti.rf>. Acesso em 04 de junho de 2010.

Centro de vigilância epidemiológica
<http://www.caesb.df.gov.br/conteudo/SaneamentoRural/SaneamentoRural.asp>
Acesso em 20 de março de 2011.

Centro de vigilância epidemiológica
ftp://ftp.cve.saude.sp.gov.br/doc_tec/hidrica/ifnet_cryptos.pdf. Acesso em 20 de março de 2011.

Centro de vigilância epidemiológica
<http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/hidrica/Giardiose.htm>. Acesso em 20 de março de 2011.

Centro de vigilância epidemiológica
<http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/hidrica/Entamoebah.htm>. Acesso em 20 de março de 2011.

Centro de vigilância epidemiológica
http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/hidrica/inf_cyclospora.htm. Acesso em 20 de março de 2011.

CERQUEIRA, D. A.; SÁ, M. C. **Coliformes fecais não existem**. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20º, 1999 Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro; Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999.

CETESB, **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em setembro de 2009.

CORDEIRO, W.S. **Alternativas de tratamento de água para comunidades rurais**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)- CEFET. 95p.

COSTA, S.S. DA; FILHO A. A. M.; CANCIO, J. A. **A Seleção de Indicadores Sanitários como Instrumento de Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano na Prevenção e Controle de Doenças de Veiculação Hídrica** XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2008.

COUTINHO, R. R.; QUINTO JÚNIOR, L.P.; TERRA, R. P.; PENA, C.F. **Avaliação da sustentabilidade ambiental das comunidades ante as transformações socioambientais oriundas da implantação do Complexo Portuário Industrial do Açú**. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v.3, n.2, p. 11-22, jul./dez. 2009

COUTINHO, R.R, QUINTO Jr, L. de P., TERRA, R.P., PENA, C.F. **Avaliação da sustentabilidade ambiental das comunidades ante as transformações socioambientais oriundas da implantação do Complexo Portuário Industrial do Açú** Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v.3, n.2, p. 11-22, jul./dez. 2009

CORRÊA, M.S.N.P. **Odontopediatria na Primeira Infância**, 1ª edição; Livraria Santos Editora, 1988 in PIRES, L.D. MACÊDO, J.A.B, ROCHA, HV.A, LIMA, D.C., VAZ, U.P., OLIVEIRA, R.V. **Determinação do Índice de Fluoreto em Águas de Abastecimento Público na Cidade de Juiz de Fora** Revista de Engenharia Sanitária, Vol. 7, nº1, jan/mar 2002 e n.2, abr/ jun de 2002, p.21-29

CHRISTOFIDIS, D. **Água, ética, segurança alimentar e sustentabilidade ambiental**. Bahia Análise & Dados Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, 2003. p. 371-382.

D'AGUILA, P. S.; ROQUE, O. C. DA C.; MIRANDA, C. A. S.; FERREIRA, A.P. **Avaliação da Qualidade de Água para Abastecimento Público do Município de Nova Iguaçu**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 16(3) 2000. P. 791-798

DARÉ, F. **Diagnóstico da Concentração de Flúor nos Sistemas Públicos de Água da Região de Araçatuba** Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho" Faculdade de Engenharia Ilha Solteira Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil Área de Concentração: Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais. 2006. 129p.

DIAS, G.F. **A situação da Educação Ambiental no Brasil é fractal in Panorama da Educação Ambiental no ensino fundamental / Secretaria de educação Fundamental – Brasília : MEC ; SEF, 2001. 149 p.**

DI BERNARDO, L.; DI BERNARDO, A.; CENTURIONE FILHO, P.L. (2002). **Ensaio de Tratabilidade de Água e dos Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água.** São Carlos. RIMA, p. 17 – 117.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. **Métodos e técnicas de tratamento de água.** vol. 1. 2. ed. São Carlos: RIMA, 2005.

DINIZ, L. S. **Meio Ambiente e Bioética.** 2008. Apresentação de Trabalho em XVII Encontro Preparatório para o CONPEDI - Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Direito Meio Ambiente e Bioética. 2008. (Congresso).

DYCHDALA, G.R. **Chlorine and Chlorine Compounds.** In Bloch S. S. (sd) *Desinfection, Sterilization and Preservation*, 2ª edição Philadelphia: Lea & Febirger 1977. p.167-195. In MACÊDO, J.A.B. ANDRADE, N.J. de, ARAÚJO, J.M.A de, CHAVES, J.P.B., SILVA, M.T.C., JORDÃO, C.P. **Cloraminas Orgânicas uma Solução para Evitar a Formação de Trihalometanos no Processo de Desinfecção de Água para Abastecimento Público.** Revista Higiene Alimentar V.15n.90/91, Nov/Dez de 2001, p. 93-103.

EATON, Andrew D.; CLESCERI, Lenore S.; RICE Eugene W.; GREENBERG Arnold E.. **Standard Methods for the Examination of water & wastewater** 21 Ed. [S.L.]: Apha, 2005.

EMERSON, D. & REVSBECH, N.P., 1994. **Investigation of an Iron-Oxidizing Microbial Mat Community Located near Aarhus, Denmark: Laboratory Studies.** Applied and Environmental Microbiology, nov. 1994, p. 4032-4038. Vol 60. nº11.

FALKENMARK, M. **Macro-scale water supply/demand comparison on the global scene,** p 15-40. Stockholm, 1986. In: REBOUÇAS, A. C. **A Sede Zero.** Ciência e Cultura Cienc. Cult. vol.55 nº4 São Paulo oct./dec. 2003Gestão das Águas.

FILHO & MARCHETTO, 2006 **Otimização Multi-Objetivo de Estações de Tratamento de Águas de Abastecimento: Remoção de Turbidez, Carbono Orgânico Total e Gosto e Odor.** Engenharia Sanitária Ambiente. Vol.11 - Nº 1 2006. P. 7-15.

FONTES, C.F., NASCIMENTO, J.W.S., GOMES, S.S., SOUZA, A.T.M. **REDUÇÃO NO CUSTO DO TRATAMENTO DE ÁGUA COM A UTILIZAÇÃO DE DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO ASSOCIADO AO CLORO GÁS NA ETA CENTRO, ILHÉUS, BA.** 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 2007.

FERREIRA, R. & BENNET, H.D. **Comparação de Métodos para Determinação de Flúor.** B.CEPPA, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 53-58, jan./jun.1999.

FONTES, C.F., NASCIMENTO, J.W.S., GOMES, S. de S., SOUZA, A. T.M **Redução no Custo do Tratamento de Água com a Utilização de Dicloroisocianurato do Sódio Associado ao Cloro Gás na ETA Centro, Ilhéus, BA.** 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 2002.

FREITA, B.F. & FREITAS, C.M. 2005 **A vigilância da qualidade da água para consumo humano- desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde.** Ciências Saúde coletiva vol.4 Rio de Janeiro.

FREITAS, M.B. 2003. **Identificando as práticas de saúde ambiental nos municípios do Estado do Rio de Janeiro: subsídios para compreender a formação profissional em vigilância ambiental em saúde.** Relatório Parcial do Programa de Aperfeiçoamento para as Escolas Técnicas/EPSJV/Fiocruz. (Mimeo).

FUCHS, R.B.H. **Educação Ambiental como Desenvolvimento de Atividades Interdisciplinares na 5ª Série do Ensino Fundamental-2008.** Dissertação. Monografia de Especialização (Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental) 54p.

GADOTI, M. **Pedagogia da Terra e Cultura de Sustentabilidade.** Revista Lusófona de Educação, 2005, 6, 15-29

Glaglianome & Bastos, 1998 in MACÊDO, J. A. B., 2001, **Águas e Águas**, ed. 1, São Paulo – SP, Editora Varela.

GLEICK, P. H. **The Changing Water Paradigm A Look at Twenty-first Century Water Resources** Development. International Water Resource Association, Volume 25, nº25, P.127-138, março, 2000.

GOUVEA, N. **Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental.** Saude soc. vol.8 nº1 São Paulo. 1999

BARRETO, O conhecimento científico e tecnológico como evidência para políticas e atividades regulatórias em saúde. Ciênc. saúde coletiva vol.9 nº2 Rio de Janeiro 2004.

HACH, C. C.; VANOUS, R. D. & HEER, J. M. Understanding turbidity measurement. **Technical Information Series**, n. 11, 1 ed., 11 p., Hach Company, 1989. *in* TEIXEIRA, J.C. & HELLER, L. **Fatores ambientais associados às helmintoses intestinais em áreas de assentamento subnormal, Juiz de Fora, MG** Eng. Sanit. Ambient. vol.9 nº4 Rio de Janeiro 2004

HELLER, Léo. **Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento**. Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro, vol. 3, nº 2, 1998.

HENKES, 2003 <<http://jus.uol.com.br/revista/texto/4146/historico-legal-e-institucional-dos-recursos-hidricos-no-brasil/1>>. Acesso em 12 de março de 2011.

HESPANHOL, I. 1999. **Água e Saneamento Básico – Uma Visão Realista**. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil capital ecológico, uso e conservação**, São Paulo, Escrituras Editora.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>> Acesso em 02 de junho de 2009.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>> Acesso em 15 de setembro de 2009.

Kucera, S. & Wolfe, R. **S.A Selective Enrichment Method For Gallionella Ferrugineaz** J Bacteriol › v.74(3); sep 1957

INEA. **Instituto Estadual do Ambiente**<<http://www.inea.rj.gov.br/index/index.asp>> Acesso em 02 de junho de 2010.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**<<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em 01 de março de 2008.

IORIO, S. M.; ARCE, D. M.; MAGALHÃES, J.; MATTOS, A. B. DE; ZANON, A. M. **A perspectiva da Educação Ambiental e o processo histórico do saneamento básico: a instalação das redes de água e esgoto nos municípios de Campo Grande/MS e Dourados/MS**. Scielo Interações (Campo Grande) vol.10 nº1 Campo Grande jan./june 2009.

KOWATA, E.A., RIBEIRO, J.T., TELLES, D. D'A. **Estudo da Influência da Turbidez e Cor Declinantes sobre a Coagulação de Água de Abastecimento no Mecanismo de Adsorção Neutralização de Cargas** 2000

LAMEGO, A. R. **O homem e o brejo**. Editora Lidados, Rio de Janeiro, 1974.

LARSON & FARBER, **Estatística Aplicada**. 476 p.

Laticínio.net <www.laticinio.net/NOTICIAS.ASP?COD=7152> Acesso em 20 de março de 2011.

Lei Federal n.º 6.938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente) Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/federal/leis/leis.asp>. Acesso em 26 de junho de 2010.

LEHOURS, A.C., EVANS, P., BARDOT, C., JOBLIN, K., GERARDI, F. **Phylogenetic Diversity of Archaea and Bacteria in the Anoxic Zone of a Meromictic Lake (Lake Pavin, France)**. APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, Vol. 73, N.º. 6. 2007, p. 2016–2019

LIMA, O de M. & MALAFAIA, S.M. **Prosanear: A Experiência da CEDAE no Estado do Rio de Janeiro** ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental-2010.

LINHARES, C.L. **Influência do reflorestamento na dinâmica da resposta hidrológica na bacia do rio Ji-Paraná/ RO** Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto). INPE. 2005. 219p.

LOPES, G.S.R. **Avaliação da Turbidez e do Tamanho das Partículas como Parâmetros Indicadores da Remoção de Oocistos de *Cryptosporidium* spp. nas Etapas de Clarificação no Tratamento da Água em Ciclo Completo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) UFV 2008. 143p.

LUCENA, A. F. **As políticas públicas de saneamento básico no Brasil: Reformas institucionais e investimentos governamentais**. *Revista Plurais (On-line)*, v. 1, p. 117-130, 2006.

MARQUES, E. C. **Da higiene à construção da cidade: o Estado e o saneamento no Rio de Janeiro**. *Revista Manguinhos*. 2(2)1995. P.51-67.

MEADOWS, D.; RANDERS, J.; MEADOWS, D. A Synopses The Limits to Growth The 30 Year up date. Chelsea Green (United States & Canada) Earthscan (United Kingdom and Commonwealth) Diamond, Inc (Japan) Kossoth Publishing Company (Hungary). 2004. 28p.

MEDINA, N. M. **A formação dos professores em Educação Ambiental in Panorama da Educação Ambiental no ensino fundamental / Secretaria de educação Fundamental – Brasília : MEC ; SEF, 2001. 149 p.: il.**

MEYER, 1994 **O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública**. *Cad. Saúde Pública* vol.10 n.º1 Rio de Janeiro.

MILLER, C. J.; DRASAR, B. S. & FEACHEM, R. G., 1984. **Response of toxigenic *V. cholerae*O1 to physico-chemical stresses in aquatic environments**. *Jornal of Hygiene*, 93:475-495.

MORADILLO, E.F. & OKI, M. C. M. **Educação Ambiental na Universidade: Construindo Possibilidades** *Quim. Nova*, Vol. 27, No. 2, 332-336, 2004

MORAES, D.S. de L. & JORDÃO, B.Q. 2002. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana** Rev Saúde Pública 2002; 36(3): 370-4.

MONTEIRO, M. S. L. **Grandes propriedades financiadas pelo FINOR-Agropecuário no Piauí: análise dos impactos socioeconômicos.** Dissertação (Mestrado em Economia Rural)-Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 1993.

Murray JJ 1986. **O uso correto de fluoretos na saúde pública.** Organização Mundial da Saúde-Ed. Santos, São Paulo, 131 pp. (edição brasileira de 1992). In NARVAI, P.C. **Cárie Dentária e Flúor: uma Relação de século XX.** Ciênc. saúde coletiva vol.5 nº 2 Rio de Janeiro 2000.

NARVAI, P.C. **Cárie Dentária e Flúor: uma Relação de século XX.** Ciênc. saúde coletiva vol.5 nº.2 Rio de Janeiro 2000.

NARVAI, P.C. **Vigilância Sanitária da Fluoretação das Águas de Abastecimento Público no Município de São Paulo, Brasil, no período 1990-1999** 2001. Tese (Livre Docente) Universidade de São Paulo.

NETO, D. A. **A Educação Ambiental nas Universidades Reflexões sobre o processo ensino-aprendizagem da Educação Ambiental** Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente) Fundação Oswaldo Aranha Centro Universitário de Volta Redonda.2010. 55p.

NEWBRUN, E. **Cariologia**, Editora Santos, 1988 326p. in PIRES, L.D., MACÊDO, J.A.B. de, ROCHA, H.V.A., LIMA, D.C., VAZ, U.P., OLIVEIRA, R.F. **Determinação do Índice de Fluoreto em Água de Abastecimento Público na Cidade de Juiz de Fora.** Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, Vol. 7, n. 1, Jan/Mar 2002 e n.2 Abr/Mai de 2002 p. 21-29.

OLIVEIRA, V.P.S., PEREIRA, J.M.S., NETO, J.A.A., RIBEIRO, R.F.M., GSUALDI Jr, A. **A discussão da política ambiental no Plano Diretor de São João da Barra.** Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego. v. 1 nº 1. 2007.

OLIVEIRA, F. J. G. de. **Reestruturação produtiva, território e poder no estado do Rio de Janeiro** Garamond Universitaria, 2008 ISBN857617149X, 9788576171492; 301 p.

OLIVEIRA, F. M. G. de. **Difusos e Coletivos: Direito Ambiental.** São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2009. 166p.

OLIVEIRA, L. D. **A CONSTRUÇÃO DO “DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL” SOB A ÉGIDE DO NEOLIBERALISMO: UM ESTUDO SOBRE A ECONOMIA POLÍTICA DA “CRISE AMBIENTAL** Disponível em <http://www.unicamp.br/cemarx/anais_v_coloquio_arquivos/arquivos/comunicacoes/gt3/sessao2/Leandro_Oliveira.pdf> Acesso em 04 de junho de 2010.

OPAS (Organización Panamericana de la Salud), 1987. **Guias para la Calidad del Agua Potable**. Volumes I, II e III. Genebra: Opas. *in* MEYER, 1994 **O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública**. Cad. Saúde Pública vol.10 nº1 Rio de Janeiro.

PÁDUA, V.L.de & Di BERNARDO, L. **Comparação entre Turbidez e Distribuição de Tamanhos de Partículas** 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2003. 10p.

Parâmetros Curriculares Nacionais: meio ambiente: saúde\ Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental 3 ed.- Brasília: A Secretaria, 2001. 128p.

Panorama da Educação Ambiental no ensino fundamental / Secretaria de educação Fundamental – Brasília : MEC ; SEF, 2001. 149 p.: il.

PEREIRA Jr, J. de S. **Legislação de Recursos Hídricos** 2003Biblioteca da Câmara Digital da Câmara dos Deputados Centro de Documentação e Informação Coordenação de Biblioteca. Disponível em <<http://bd.camara.gov.br>> Acesso em 20 de Janeiro de 2011.

PEREIRA, T. E. B. & FILHO, M. S. **Educação ambiental: subsídio para sensibilização de estudantes sobre a questão energética**. Disponível em: <<http://www.planetarios.org.br/artigos/artigo02.pdf>> Acesso em 13 de outubro de 2009.

PEZZARINO, R, da S. **Avaliação da Qualidade da Água Utilidade nos Distritos de Campos dos Goytacazes, RJ**. (Dissertação). Mestrado-Engenharia Ambiental Instituto Federal Fluminense. 2010. 129p.

PIRES, L.D., MACÊDO, J.A.B.de, ROCHA, H.V.A., LIMA, D.C. VAZ, U.P., OLIVEIRA, R.F. Determinação do Índice do **Fluoreto em Águas de Abastecimento Público na Cidade de Juiz de Fora**. Revista Engenharia Sanitária Ambiental, Volume 7, n.1, Janeiro/Março n. 2002 Abril/Junho de 2002, p. 21-29

PIRES, B. de O. & PEDLOWISK, M.A. **Impactos socioambientais de mega-empresendimentos: o caso do complexo portuário da Barra do Açu/RJ**. XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE SOCIOLOGIA, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ2009. 16p.

PNRH. **PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS**. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/blei19979433>>. Acesso em 11 de novembro de 2009.

QUINTO JUNIOR, L.de P.; IWAKAMI, L. N. **Projeto Porto do Açu**: Nova frente urbana de um porto privado. XIII ENANPUR – Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação em Planejamento Urbano Regional, Florianópolis-SC. 2009

REBOUÇAS, A. C. & BRAGA, B. TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, isso e conservação.** Edição 3ª - São Paulo: Escrituras 2006

REBOUÇAS, A. C. **A Sede Zero.** Ciência e Cultura Cienc. Cult. São Paulo Gestão das Águas. 2003. vol.55 nº4.

RIDWAY, H.F.& OLSON, B.H., 1981; **Chlorine Resistance Patterns of Bacteria from Two Drinking Water Distribution Systems.** Applied and Environmental Microbiology, 1982. Vol.44 Nº4. p. 972-987

ROCHA, J.C.; Cardoso, A. A.; Rosa, A.H., **Introdução à Química Ambiental.** Bookman Companhia 2ªed. 2009. 256p.

ROSSIN, A. C.,. Desinfecção. In: **Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água (Tratamento de Água)**, Vol. 2, São Paulo: CETESB/ASCETESB. in MEYER, 1994 **O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública.** Cad. Saúde Pública vol.10 nº1 Rio de Janeiro. 1987.

SANTOS, C. L., Trihalometanos Resumo Atual. Engenharia Sanitária, 1987. 26: 190-194. in MEYER, S. T. **O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública** Cad. Saúde Pública vol.10 no.1 Rio de Janeiro jan./mar. 1994.

SANTANA, D.P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo** 2003. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30) 63p.

SANTOS, I.N.R.DOS; SANTOS, G.B.R.DOS; BEZERRA, G.C. **Educação Ambiental: Um Requisito para a Formação do Profissional de Enfermagem.** 61º Congresso Brasileiro de Enfermagem Transformação Social e Sustentabilidade Ambiental. Dezembro de 2010.

SACHS, I. **Desenvolvimento Incluyente, Sustentável e Sustentado**

SÃO JOÃO DA BARRA, PLANO DIRETOR PARTICIPATIVO- SÃO JOÃO DA BARRA Estado do Rio de Janeiro. **Projeto de Lei (2006).** Disponível em <<http://www.saojoaodabarra.gov.br>>. Acesso em 09 de outubro de 2009.

____ Portal da Prefeitura de São João da Barra **Dados Censitários.** Disponível em: <<http://www.sjb.rj.gov.br/Enderecos1.asp>> .Acesso em 09 de novembro de 2009.

SCHEMBRI, M.C.A.C. & ENNES, Y.M. **Deterioração da Qualidade da Água Distribuída: O Caso de Belo Horizonte.** ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 1997.

SILVA, G. A. da; CARVALHO, C.M., SILVA, O.B, SATTLER, M.A. 2007 **Subsídio ao debate científico: ética, Educação Ambiental e desenvolvimento sustentável** Ver. Eletrônica Mestrado Educação Ambiental ISSN 1517-125).

SILVA, E. R.DA- **UM PERCURSO PELA HISTÓRIA ATRAVÉS DA ÁGUA: PASSADO, PRESENTE, FUTURO** XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2009 in NETTO 1959

SYMONS JM, STEVENS AA, CLARK RM, GELDREICH EE, LOVE OT, DEMARCO J. *Treatment techniques for controlling trihalomethanes in drinking water*. Cincinnati: EPA; 1981. p. 10-22. [EPA/600/2-81/156]. In TOMINAGUA, M.Y. & MIDIO, F. **Exposição humana a trihalometanos presentes em água tratada**. Rev. Saúde Pública vol.33 n.4 São Paulo Aug. 1999.

SIMUN. Guia de Estudos. **Conferência de Estocolmo**. Disponível em <http://www.simun.com.br/vsimun/guiaestocolmovsimun.pdf> . Acesso em 06 de junho de 2010.

SHIKLOMANOV , I. A. **A summary of the monograph World Water Resources a men Appraisal and Assessment for the 21st Century**. Framework of the International Hydrological State Hydrological Institute St Petersburg, Russia. UNICEF1998.

SOLO-GABRIELE, H. & NEUMEISTER, S. US outbreaks of criptosporidiosis. Journal of American Water Work Association, v. 88, n.9, p. 76-86,1996 in LOPES, G.SR. **Avaliação da Turbidez e do Tamanho das Partículas como Parâmetros Indicadores da Remoção de Oocistos de *Cryptosporidium* spp. nas Etapas de Clarificação no Tratamento da Água em Ciclo Completo**. 2008 Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) UFV 143p.

SORRENTINO, M., TRAJBER, R. MENDONÇA, P., FERRARO Jr. **Educação ambiental como política pública**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 285-299, maio/ago. 2005.

SORRENTINO, M. **Reflexões sobre o panorama da Educação Ambiental no ensino formal** in **Panorama da Educação Ambiental no ensino fundamental / Secretaria de educação Fundamental – Brasília : MEC ; SEF, 2001. 149 p.:** il.

SOTERO, Paulo. **Novo consenso rejeita “grandes soluções”**. Estado de São Paulo. São Paulo, p. A16, 16 set. 1999.

SOUSA, **Por uma Política de Saneamento Básico: A Evolução do Setor no Brasil**. Revista de Ciência 2004.

SZABO, J.G., RICE, E.W., BISHOP, P.L. 2007. **Persistence and decontamination of *Bacillus atrophaeussub* sp. *globigiis* spores on corroded iron in a model drinking water system**. Applied and Environmental Microbiology, **73**(8): 2451–2457.

SZABO, J.G., MUHAMMAD, N., PACKARD, B., MEIERS, G., KEFAUVER, P., HALL, J. **Bacillus spore uptake onto heavily corroded iron pipe in a drinking water distribution system simulator.** Can. J. Civ. Eng. **36**: 1867–1871 (2009)

TERDADI, M.S. **Proteção ao Meio Ambiente: Considerações acerca dos Aspectos Penas** Revista F@pciência, Apucarana-PR, ISSN 1984-2333, v.5, n. 6, p. 37 – 54, 2009.

TEIXEIRA, J.C. & HELLER, L. **Fatores ambientais associados às helmintososes intestinais em áreas de assentamento subnormal, Juiz de Fora, MG** Eng. Sanit. Ambient. vol.9 no.4 Rio de Janeiro Oct./Dec. 2004

TOMINAGUA & MIDIO, **Exposição humana a trihalometanos presentes em água tratada** Rev. Saúde Pública vol.33 n.4 São Paulo Aug. 1999

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** EDUESP, editora da UFRGS, ABRH, 1993. 52p.

TUROLLA, F. A. (2002). **Política de saneamento básico: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas.** Brasília: Ipea, Texto para Discussão No 922, 26 p.

UNICEF. *UNICEF's position on water fluoridation.* Disponível em: <www.nofluoride.com/Unicef_fluor.htm>. Acesso: 04 de fevereiro de 2012.

VEIGAS, Y. & VEIGAS, A.R. **Prevalência de cárie dental em Barretos, SP, Brasil, após dezesseis anos de fluoretação da água de abastecimento público.** Rev. Saúde Pública vol.22 nº1 São Paulo Feb. 1988

MEYER, 1994 **O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública.** Cad. Saúde Pública vol.10 nº1 Rio de Janeiro

VARGAS, M.C. 1999 **O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema socioambiental** Ambiente & Sociedade - Ano II – nº 5.

SPERLING, M.V. **Introdução à qualidade das águas e tratamento de esgotos: princípio do tratamento biológico das águas residuárias.** 2.ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. v.1, 125 p.

WALDMAN, M. **A Eco-92 e a Necessidade de um Novo Projeto. In Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento em Questão.** Fortaleza: Associação dos Geógrafos Brasileiros. 1992.

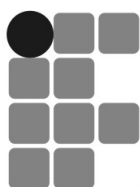
WALHROOS, G. & FERREIRA, W. **Experiência em Remoção de Manganês Através da Coagulação com Sulfato Férrico** 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 1999.

WHITAKER, Plinio P. **Abastecimento de Água Potável às Cidades: Problemas que se apresentam nesse campo em nosso País.** (Fac-símile) *In*: Revista Engenharia. São Paulo: Editora Pini, dez. 1991. *In* Turolla, F. A. (2002). **Política de saneamento básico: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas.** Brasília: Ipea, Texto para Discussão No 922, 26 p.

WHO, World Health Organization. Disponível em <http://www.who.int/en/> Acesso em 09 de Setembro de 2010.

ZIMBRES, EURICO. **Química da água subterrânea.** Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/quimica.htm>> Acesso em abril de 2010.

ANEXOS



Questionário Socioambiental

1. Instituição de Ensino: _____

2. Endereço: _____ Identificação: _____

3. Coordenadas: _____ S _____ W

4. Quantos alunos estudam na unidade escolar? _____ alunos

5. Qual a renda da família dos alunos?

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

6. A Unidade escolar possui água fornecida pelo município?

() sim () não Qual fonte? _____

7. Características da água utilizada:

() cor

() cheiro

() límpida

() _____

8. Com que frequência é feita a limpeza da caixa d.água?

- 01 vez por mês. 02 vezes por mês.
 01 vezes a cada 2 meses. 01 vezes a cada 3 meses.
 03 vezes por ano. 02 vezes por ano
 01 vezes por ano outros _____

9. A Escola possui tratamento para o esgoto sanitário?

- sim não Qual? _____

Quantos metros entre a fossa e a fonte d'água? (Caso esta fonte seja poço) _____

10. A água consumida é:

- clorada fervida sem tratamento outros _____

11. Há alunos que recebem assistência do governo?

- sim não

Quantos? _____ alunos Qual? _____

12. Quais doenças já foram contraídas pelos alunos? Quantos alunos 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 _____

13. A localidade possui atendimento médico?

- sim não Qual: _____

Observações:
