

IV-258 - DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DA COMUNIDADE TAMARINDO EM CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ: UMA ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

Arnon Vieira Ferreira

Lydia Eugênia de Castro Florêncio Menezes

Paloma Silva Francisco Pereira

Engenheiros de Produção pelos Institutos Superiores de Ensino do Centro Educacional Nossa Senhora Auxiliadora (ISECENSA)

D.Sc. Frank Pavan de Souza

Doutor em Engenharia Civil COPPE/UFRJ

Endereço⁽¹⁾: Rua/Av. Nome do Logradouro, Número do Logradouro e/ou Complemento - Bairro - Cidade - Estado - CEP: 20000-000 - País - Tel: +55 (xx) 4444-3333 - Fax: +55 (xx) 4444-5555 - e-mail: frankpavan@coc.ufrj.br

RESUMO

Considerando que a água é um elemento essencial para a vida e que a qualidade da água fornecida à população tem influência direta em sua saúde, este estudo tem o objetivo de verificar a qualidade da água de abastecimento da Comunidade Tamarindo, localizada na cidade de Campos dos Goytacazes/RJ. As comunidades são caracterizadas pela ocupação irregular e de baixa renda, cuja população representa uma parcela da sociedade excluída da maioria dos serviços públicos que deveriam ser prestados a todos os cidadãos. Para o desenvolvimento da pesquisa, foram aplicados questionários por meio de visitas *in loco*, com o intuito de verificar a percepção dos moradores acerca do saneamento básico local, principalmente no que diz respeito ao fornecimento de água potável. Foram identificados pontos de coletas com base na estrutura física da comunidade e após a identificação, coletaram-se 12 amostras da água fornecida a população para análise físico-química e 24 amostras para análise bacteriológica. Após a coleta, as amostras de água foram levadas para o laboratório da Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional – FUNDENOR que realizou análise dos parâmetros pH, condutividade elétrica, potássio, sódio, cálcio, magnésio, ferro, cobre, zinco, manganês, carbonato, bicarbonato, enxofre, cloreto, chumbo, cádmio, turbidez e cloro residual e, posteriormente, os resultados foram comparados com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde. Os resultados indicaram que os parâmetros coliformes totais e coliformes termotolerantes estavam acima dos valores permitidos na torneira interna da Casa 1, a turbidez apresentou valor elevado na torneira interna da Casa 5 e o cloro residual livre estava abaixo do valor permitido na torneira interna das Casas 1, 2 e 5. Os demais parâmetros estavam de acordo com a faixa de valores máximos e mínimos estabelecidos pela referida Portaria. Para ser considerada de qualidade, é necessário que a água de abastecimento apresente padrões de potabilidade que atendam as normas legais. Confirmou-se que a água fornecida a Comunidade Tamarindo é de boa qualidade e que a presença de parâmetros com valores fora dos limites permitidos ocorreu devido à falta de conscientização humana no que diz respeito à higiene sanitária, sendo necessário adotar medidas de caráter informativo sobre medidas preventivas e corretivas para manter o nível de qualidade da água que chega à Comunidade. Com isso, percebe-se que a qualidade da água fornecida não garante a qualidade da água consumida, não sendo suficiente para garantir a saúde da população.

PALAVRAS-CHAVE: Água de Abastecimento, Qualidade, Comunidade.

INTRODUÇÃO

No decorrer dos séculos, a água era vista como um bem coletivo de volume infinito, disposta ao ser humano por ser um recurso natural autossustentável devido a sua habilidade de se autodepurar. Todavia, devido à urbanização, a quantidade de efluentes lançados em córregos, rios, represas e lagos perto as aglomerações aumentou de tal maneira que a capacidade de autodepuração desses corpos hídricos que recebem efluentes, se tornou minúscula em relação à carga poluidora lançada (PHILIPPI JR., 2005).

O ser humano constantemente tem como preocupação a dificuldade acerca da aquisição da água em qualidade e quantidade satisfatória para o seu consumo e, apesar de não apresentar conhecimentos suficientes, desde cedo foi capaz de diferenciar uma água limpa, sem cheiro, cor ou odor de qualquer outra que não apresentasse estas interessantes propriedades (FUNASA, 2006).

De acordo com relatório da Conferencia Pan-Americana de Saúde e Ambiente Humano Sustentável-COPASAD (1996 *apud* BRASIL, 2006) em torno de 30% da população brasileira utiliza da água proveniente de fontes inseguras, sendo que uma grande parte, mesmo atendidos pela rede pública, muitas vezes não recebe esta água com qualidade adequada e em quantidade suficiente.

Não se sabe se a água que realmente é consumida pela população possui a mesma qualidade da água que é tratada e monitorada nos reservatórios. Para a garantia da qualidade da água distribuída, torna-se necessário o uso de recursos de pessoal especializado, no intuito de verificar a potabilidade da mesma no seu consumo, porém não é isso que normalmente acontece (D'AGUILA *et al*, 2000).

A garantia da qualidade, disponibilidade, acessibilidade à água e ao saneamento básico é fundamental para o desenvolvimento humano, combate à pobreza e melhoria da qualidade de vida (REYMÃO E SABER, 2007 *apud* CARVALHO E RISCADO, 2013)

Neste contexto, surge uma grande preocupação com a qualidade de vida e saúde da população, tendo em vista que a água pode veicular um elevado número de enfermidades, tanto através da ingestão, “por meio do qual um indivíduo sadio ingere água que contenha componente nocivo a saúde e a presença desse componente no organismo humano provoca o aparecimento de doença”, quanto ao que se refere à quantidade insuficiente de água, “gerando hábitos higiênicos insatisfatórios, causando doenças relacionadas à inadequada higiene dos utensílios de cozinha, do corpo, do ambiente domiciliar” (BRASIL, 2006).

Há uma grande complexidade de fatores que define a qualidade da água e que uma das formas de classificá-la é de acordo com determinados usos que se faz desse recurso. Neste sentido, a qualidade da água é conceituada não como boa ou ruim e sim como adequada ou inadequada de acordo com os tipos de utilização. As características desse recurso podem ser estabelecidas de acordo com os parâmetros (químico, físico e biológico) que o compõem (PORTO, 2002 *apud* PHILIPPI JR., 2005).

A água para ser considerada de qualidade tem de estar de acordo com a Portaria nº 2.914 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que estabelece a soma de valores máximos que é permitida das características da água destinada ao consumo humano para que a mesma esteja de acordo com o padrão de potabilidade que a portaria determina (MACIEL *et al*, 2014).

No Brasil, cerca de 90% da população urbana é abastecida com água potável, mas a deficiência nesse serviço se encontra nas favelas, periferias, zona rural e no interior (FUNASA, 2006).

A cidade de Campos dos Goytacazes está localizada na região Norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro, considerado o maior dessa região e apresentando uma população de 463.731 habitantes em uma área total de 4.026,696 Km² (IBGE, 2010), possuindo de acordo com Rocha (2004 *apud* Barbosa 2008) abastecimento de água realizado pela Concessionária Águas do Paraíba, com sede na Avenida Visconde Rio Branco, nº 233, Centro, que, através do aproveitamento de poços profundos e pelo rio Paraíba do Sul, distribui a água que é tratada. “Em lugares aonde esta rede de fornecimento não chega à captação de água subterrânea é feita através da construção de poços domésticos”.

Além disso, 80% da população dessa cidade possui galeria de águas pluviais, porém, como as mesmas estão subdimensionadas, em determinados trechos a rede opera de forma precária (obstrução, danos nas tubulações, ligações clandestinas de esgotos) (SILVA, 2004 *apud* CARVALHO; RISCADO, 2013).

Por volta dos anos 40, no século passado, surgiram nessa cidade as primeiras favelas: a Tamarindo, a Aldeia, o Parque Bela Vista e a Rio Ururaí (CORDEIRO *et al*, 2006).

A Comunidade Tamarindo, antiga favela do Tamarindo, “desde o CENSO de 1991 não era mais considerada favela por não possuir, segundo o critério do IBGE, mais do que 50 domicílios.” (PESSANHA, 2001).

As vilas e favelas são regiões que, ao longo da história, não foram atendidas pelas políticas públicas de saneamento básico e outros serviços essenciais, para onde se dirigem e constroem suas moradias as pessoas de menor poder aquisitivo, que não conseguem arcar com os custos urbanísticos e sofrem pela ausência de políticas habitacionais que os assistam (GOMES, 2009).

Mais de um bilhão da população do planeta não possui acesso à moradia segura e nem a serviços básicos, apesar de ser um direito de todo ser humano possuir uma vida saudável e produtiva, harmoniosa em conjunto com a natureza. “No Brasil, as doenças resultantes da falta ou de um inadequado sistema de saneamento, especialmente em áreas pobres, têm agravado o quadro epidemiológico” (BRASIL, 2006 *apud* RIBEIRO E ROOKE, 2010).

Nesse sentido, nota-se a importância do tratamento da água destinada ao abastecimento uma vez que, há uma possibilidade de se transportar através da mesma enorme quantidade de contaminantes físicos, químicos e/ou biológicos que, se consumidos, podem acarretar danos diversos à saúde. Assim, é importante avaliar se a qualidade da água destinada ao consumo humano está dentro das exigências estabelecidas pela legislação (SCURACCHIO, 2010).

METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos estabelecidos neste estudo, foi realizado um levantamento de informações (dados) em livros, artigos de periódicos, monografias, teses e dissertações, para maior compreensão dos termos relacionados à pesquisa, a fim de proporcionar maior credibilidade à pesquisa.

O estudo de caso foi desenvolvido na Comunidade Tamarindo (Figura 1), localizada em Campos dos Goytacazes/RJ. Dentro do contexto do estudo, buscou-se avaliar as condições físicas da rede de abastecimento no ponto de entrada da comunidade, e na entrada das residências e também levantar as características a cerca da percepção dos moradores quanto ao saneamento básico local, e ao final, realizou-se a comparação entre os parâmetros encontrados na água que chega à Comunidade Tamarindo e os parâmetros estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 2011.

Localizada no centro da cidade de Campos dos Goytacazes/RJ, na Rua Tenente Coronel Cardoso, nº 880, a Comunidade Tamarindo é uma vila com uma rua sem saída de aproximadamente setenta metros de extensão, e uma entrada com portão que possui um portal de cor azul.



Figura 1: Comunidade Tamarindo. Fonte: Frank Pavan, 2014.

No dia 04 de setembro de 2014 foi desenvolvido um estudo de campo na Comunidade Tamarindo, buscando observar as características físicas do local (localização das casas, presença de água encanada, condições físicas da rede de abastecimento, localização e condição da caixa d'água e localização das torneiras) de forma a identificar 06 (seis) residências, localizadas em pontos estratégicos (determinados de acordo com a pressão da água, tomando como referência o ponto inicial da rede) para a coleta das amostras de água, com o propósito de

retratar fielmente a qualidade da água consumida pela população local. Nesta etapa também foi solicitada a autorização dos proprietários dos imóveis escolhidos para realização das coletas.

No dia 07 de outubro de 2014 a coleta de seis amostras de água, duas para análise físico-química e quatro para análise biológica (duas para a torneira interna e duas para a torneira externa), em cada uma das seis residências escolhidas de acordo com os critérios já definidos neste estudo, totalizando trinta e seis amostras. Nas residências, definiu-se como pontos de coleta o registro da casa ou torneira externa (momento em que a água chega da rua) e a torneira interna (após a água passar pela caixa d'água e pela tubulação da residência).

A coleta (Figura 2) foi direcionada de acordo com as diretrizes para coletas, preservação e acondicionamento de amostra segundo a FUNASA (2012), adaptada de acordo com as necessidades do presente estudo. Os procedimentos adotados foram os seguintes:

- Desconsideração dos quinze primeiros segundos de vazão d'água;
- Coleta para análises microbiológicas antes de qualquer outra, utilizando luvas e frascos esterilizados que foram fornecidos pela FUNDENOR e posterior identificação de cada frasco;
- Coleta para análises físico-químicas em frascos de polietileno, devidamente limpos e secos, sempre com três enxágues com a água a ser coletada e posterior identificação de cada frasco;
- Transporte das amostras devidamente coletadas até o Laboratório de Águas da FUNDENOR em um período inferior à 12 horas, a fim de obter os resultados dos parâmetros físico-químicos (turbidez, cloro residual, pH, condutividade elétrica, potássio, sódio, cálcio, magnésio, ferro, cobre, zinco, manganês, carbonato, bicarbonato, enxofre, cloreto, chumbo e cádmio) e biológicos (coliformes totais, coliformes termotolerantes).



Figura 2: Coletas Realizadas no dia 07 de Outubro de 2014.

É importante citar a utilização de álcool 70% nesse procedimento para a desinfecção das torneiras a fim de evitar que os microrganismos pudessem afetar o resultado da análise. As amostras também foram armazenadas em caixas térmicas para que fossem preservadas.

No estudo de campo, também foram aplicados, no dia 13/10/2014, vinte e cinco questionários na modalidade de entrevista semi-estruturada para caracterizar a percepção dos moradores com vista ao conhecimento sobre saneamento básico. Os dados obtidos foram organizados e apresentados graficamente, buscando uma melhor visualização das condições da população em estudo.

A pesquisa proposta pela aplicação dos questionários possui um nível de confiabilidade de 95% e um erro amostral de 15%. Tomou-se como base para este cálculo (Figura 3) o estudo desenvolvido por Barbetta (2006).

$$\begin{aligned}
 N &= \text{Tamanho da população} & \Rightarrow N &= 66 \\
 E &= \text{erro amostral tolerável} & \Rightarrow E &= ? \\
 \alpha &= \text{nível de significância} & \Rightarrow \alpha &= 0,05 \\
 \text{Nível de confiança} & & \Rightarrow 1 - \alpha &= 0,95 \\
 \pm z &= \text{Score para nível de confiança 95\%} & \Rightarrow \pm z &= \pm 1,96 \\
 n_0 &= \text{primeira aproximação} \\
 \\
 \Rightarrow n &= \frac{N \cdot n_0}{N + n_0} \Rightarrow 25 = \frac{66 \cdot n_0}{66 + n_0} \Rightarrow 25(66 + n_0) = 66 n_0 \Rightarrow 1650 + 25 n_0 = 66 n_0 \\
 \\
 41 n_0 &= 1650 \Rightarrow n_0 \cong 40,24 \\
 \\
 \Rightarrow n_0 &= \left(\frac{z \cdot s(x)}{E} \right)^2 \Rightarrow 40,24 = \left(\frac{1,96 \cdot 0,50}{E} \right)^2 \Rightarrow \sqrt{40,24} = \left(\frac{1,96 \cdot 0,50}{E} \right) \\
 \\
 E &= \frac{1,96 \cdot 0,50}{\sqrt{40}} \Rightarrow E \cong 0,15 \cong 15\%
 \end{aligned}$$

Figura 3: Cálculo de Erro por Amostragem Aleatória Simples.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

❖ Identificação dos Pontos de Coleta

A rede de abastecimento de água interna da Comunidade não foi construída pela concessionária de água da região, pois de acordo com as informações fornecidas pelo presidente da associação dos moradores a rede de abastecimento da comunidade é formada por ligações irregulares diretas no sistema de distribuição que passa pela Rua Tenente Coronel Cardoso, com a ausência de hidrômetro que regula a vazão de consumo da água fornecida para todas as casas da comunidade. Não foi possível a avaliação dos encanamentos e ligações em virtudes dos mesmos serem subterrâneos.

A concessionária Águas do Paraíba é responsável pelo sistema de abastecimento público urbano na cidade de Campos dos Goytacazes. Porém, existem várias comunidades afastadas do centro urbano da cidade que não usufrui do serviço de tratamento de água nem dispõe de um sistema de coleta de esgoto. Essa carência é devido aos custos de tratamento, adução e distribuição para regiões mais afastadas do centro de abastecimento de água e/ou crescimento desordenado (PEZARINO, 2010).

Apesar de estar localizada no centro urbano da cidade, a Comunidade Tamarindo não possui fornecimento de água regular, utilizando-se de meios clandestinos para obtenção de água.

Os pontos de coleta foram determinados de acordo com a distância do início da rede de distribuição, próximo ao portão de entrada da comunidade, observando-se também a presença de torneira externa, com abastecimento direto da rede e torneira interna, com água armazenada na caixa d'água da residência, de onde, conforme Figura 4:

- Casas 1 e 2: localizadas no início da comunidade;
- Casas 3 e 4: localizadas no meio da comunidade e;
- Casas 5 e 6: localizadas no final da comunidade.



Figura 4: Localização dos Pontos de Coleta.

❖ Análises Microbiológicas

Os resultados do exame bacteriológico, que foram realizados na Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional - FUNDENOR, indicou que as amostras coletadas nas casas 2, 3, 4, 5, 6 (torneira interna e externa) e 1 (torneira externa) apresentaram ausência de Coliformes Totais e Termotolerantes em uma amostra de 100mL de água, ou seja, dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Apenas a amostra da torneira interna da Casa 1 apresentou -se fora dos padrões bacteriológicos estabelecidos, com um NMP (Número Mais Provável) de Coliformes Totais por 100mL maior que 16, e NMP de Coliformes Termotolerantes por 100mL de 5, considerados impróprios para consumo humano, com valores apresentados no Quadro 1. Este resultado apresenta valores acima do esperado e está provavelmente relacionado à má higienização, como por exemplo, a limpeza de caixa d'água (Figura 5), sendo necessária realização de medidas corretivas ou preventivas.



Figura 5: Caixa D'Água.

A presença de coliformes na água ainda pode ser indício de poluição, com risco potencial da presença de organismos causadores de doenças e a sua ausência evidencia uma água potável bacteriologicamente (SIQUEIRA et al, 2010).

Quadro 1: Resultado da Análise Microbiológica

-	Torneira Interna		Torneira Externa	
	Coliformes Totais (NMP/100mL)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Coliformes Totais (NMP/100mL)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)
Casa 1	>16	5	0	0
Casa 2	0	0	0	0
Casa 3	0	0	0	0
Casa 4	0	0	0	0
Casa 5	0	0	0	0
Casa 6	0	0	0	0

❖ Análises Físico-químicas

• Turbidez

Parâmetro relacionado à presença de sólidos em suspensão na água (sólidos não dissolvidos), a turbidez pode dificultar a desinfecção da mesma, visto que um microrganismo pode se utilizar das partículas para se proteger da ação do desinfetante.

Das amostras analisadas apenas uma se encontra acima do máximo determinado pela Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde. Na Figura 6 é possível observar os resultados da análise, que evidenciou como resultado, 18,0 NTU (Unidade de Turbidez), ou seja, 13 NTU acima do especificado pelo Ministério da Saúde. Estes resultados são referentes ao material coletado na casa número 5 (ponto de coleta da torneira interna).

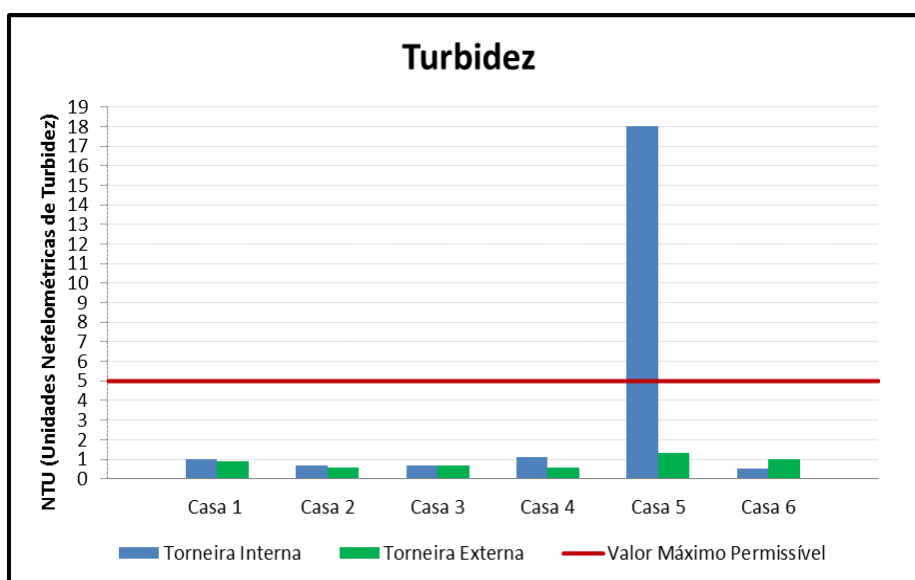


Figura 6: Resultados das Análises de Turbidez.

O alto valor encontrado nessa amostra pode ser reflexo de atividades de construção civil que aconteciam no piso superior, onde a água da caixa d'água estava sendo utilizada como matéria prima, sendo retirada diretamente com o auxílio de um coletor. A movimentação resultante da retirada desta água pode ter ocasionado a suspensão de sedimentos existentes no fundo da caixa d'água, fazendo com que eles ultrapassassem a lâmina d'água existente abaixo da tubulação que abastece a rede da casa, o que alterou o índice de turbidez.

• Cloro Residual Livre

O cloro residual livre normalmente é utilizado para a desinfecção da água, que objetiva destruir/inativar microrganismos existentes.

Dos pontos de coleta analisados, as amostras provenientes das torneiras internas das casas 1, 2 e 5 apresentaram valores abaixo da faixa (0,2 – 2,0 mg/L) determinada pela Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde.

Verifica-se na Figura 7, que os valores encontrados nas torneiras externas foram superiores ou se mantiveram iguais aos valores das torneiras internas. De acordo com informações obtidas junto ao responsável pelo laboratório de análises da FUNDENOR, o médico veterinário Eduardo Gonçalves Batista, a concentração de cloro é maior próximo à entrada da rede de distribuição, e vai diminuindo com o aumento da distância em relação à mesma, uma vez que o cloro vai sendo consumido durante o percurso.

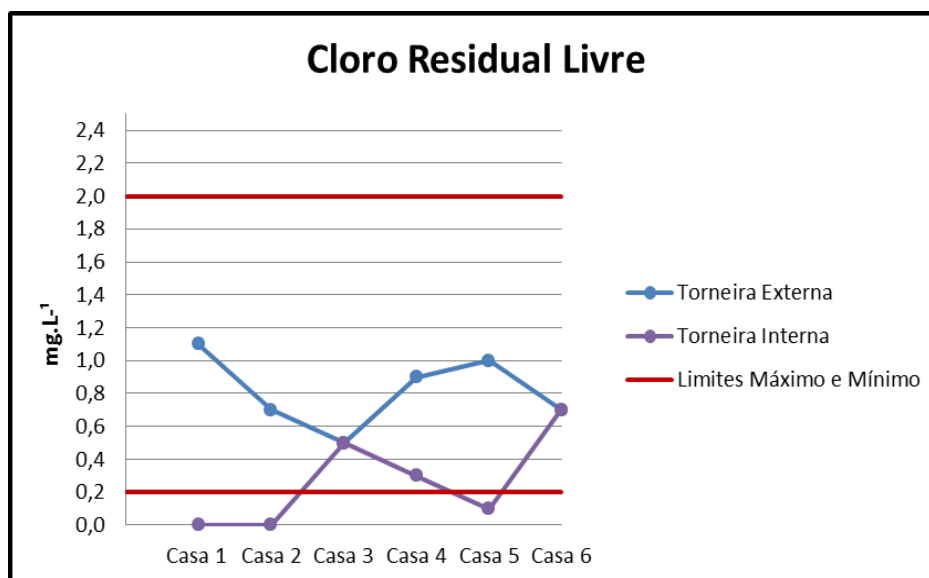


Figura 7: Resultados das Análises de Cloro Residual Livre.

A diminuição do cloro residual livre pode ser causada pela má conservação das instalações prediais e pelas condições de armazenamento de água sanitariamente precárias o que pode favorecer o surgimento de coliformes [...]. Outro aspecto que pode ter influenciado na diminuição da concentração se deve à falta de vedação nas caixas d'água ou de vedação inadequadas, mesmo sem a ocorrência de coliformes nas amostras (SCHEMBRI; ENNES, 1997).

É possível perceber a relação entre os valores de cloro residual livre na casa 1 e os valores de coliformes totais e termotolerantes na mesma residência, indicando que o cloro residual foi consumido devido à presença de coliformes.

- **Potencial de Hidrogênio (pH)**

O pH é a concentração de íons de hidrogênio (H^+) presentes na água que define sua condição ácida ($pH < 7$), neutra ($pH = 7$) ou básica ($pH > 7$). Sua quantificação é importante em águas destinadas ao consumo humano, possuindo valores aceitáveis situados entre 6,0 e 9,5; previstos pela Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde.

Os resultados obtidos na análise química de pH realizada pela FUNDENOR estão demonstrados na Figura 8 e apresentam uma variação entre 6,2 e 6,8 unidades, sendo considerados levemente ácidos. Apesar dos valores próximos do limite mínimo, todas as amostras atenderam aos limites preconizados pelo Ministério da Saúde.

Segundo Medeiros Filho (2009), o pH é considerado, do ponto de vista analítico, como um dos parâmetros mais relevantes na determinação da maior parte das substâncias químicas de interesse tanto da análise de águas residuais quanto em águas potáveis, sendo pontuada como uma das mais comuns e importantes determinações dentro do contexto da química da água. No que diz respeito ao abastecimento de água, o pH interfere na coagulação, no controle da corrosão, no abrandamento e na desinfecção. Este parâmetro, em baixas concentrações nas águas, constitui ameaças para as instalações metálicas. [...]. Normalmente, para a ingestão da água, considera-se os valores de pH na faixa de 5,5 a 8,0.

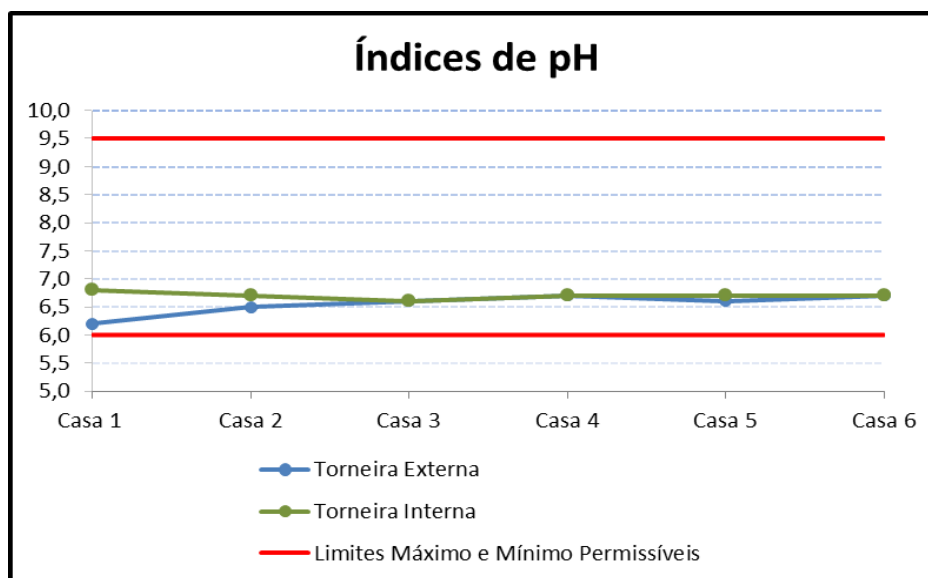


Figura 8: Resultados das Análises de pH.

• Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica na água é um parâmetro relacionado à capacidade desta em conduzir corrente elétrica e é proporcional à concentração de íons dissociados presente em um sistema aquoso. Apesar de não discriminar quais são os íons presentes, esse parâmetro é um indicador importante para auxiliar na detecção de possíveis fontes poluidoras (SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2011).

Brito (2008 apud Oliveira, 2013) destaca a relação da condutividade elétrica com outros parâmetros como a salinidade e os sólidos totais dissolvidos e também aponta esse parâmetro como indicador indireto da presença de poluição ou desequilíbrio do corpo hídrico uma vez que na composição de efluentes há presença de íons em solução.

Foi possível observar o baixo valor de condutividade elétrica encontrado nos resultados das análises realizadas pela FUNDENOR, com variações entre 0,10 e 0,11 dS/m (deci-siemen por metro), como pode ser observado no Quadro 2, indicando uma baixa concentração de íons presentes nas amostras analisadas.

Quadro 2: Resultado das Análises de Condutividade Elétrica

	Torneira Interna (dS/m)	Torneira Externa (dS/m)
Casa 1	0,10	0,11
Casa 2	0,11	0,10
Casa 3	0,10	0,10
Casa 4	0,11	0,11
Casa 5	0,11	0,10
Casa 6	0,10	0,10

• Metais

Os metais podem influenciar a qualidade da água. Segundo Silva (1997 apud Brito, 2013), a intoxicação causada por essa substância se desenvolve de forma lenta, sendo identificada em muitos casos, após anos ou décadas.

Existem 14 metais fundamentais para o ser humano, a saber: cálcio, potássio, sódio, magnésio, ferro, zinco, cobre, estanho, vanádio, cromo, manganês, molibdênio, cobalto e níquel (EMSLEY, 2001 *apud* SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2011).

Percebe-se que alguns metais, mesmo aqueles considerados tóxicos em concentrações elevadas, são essenciais em baixas concentrações para o metabolismo.

Nesta pesquisa, os metais analisados foram: Ferro (Fe), Cálcio (Ca), Sódio (Na), Manganês (Mn), Magnésio (Mg), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Chumbo (Pb) e Cádmio (Cd). Estes últimos quatro metais são classificados, segundo ANZECC/ARMCANZ (2000 *apud* Castro, 2006) como metais pesados, por apresentar alto potencial de toxicidade, além de estarem ligados à poluição, embora na literatura, o termo “metal pesado” nem sempre estar associado a um elemento classificado como metal.

• Ferro (Fe) e Manganês (Mn)

Os íons de manganês e ferro em águas de abastecimento ocasionam depósitos, incrustações e ainda podem possibilitar o surgimento de bactérias ferruginosas nocivas nas redes de abastecimento (MORUZZI; REALI, 2012).

Além disso, esses íons são responsáveis pela coloração da água (o manganês confere coloração marrom à água, enquanto o ferro torna a mesma avermelhada), pelo aparecimento de sabor e odor, manchas em roupas e em aparelhos sanitários.

O alto teor de ferro (Fe) encontrado em águas destinadas ao abastecimento público, é devido ao tratamento realizado com o emprego de coagulantes a base de ferro. Apesar do ferro não ser considerado tóxico, traz inúmeros problemas para o abastecimento público [...], podendo ocasionar o aparecimento de ferro-bactérias que causam a contaminação biológica da água na rede de distribuição, além de contribuir para o depósito desse elemento nas tubulações (CETESB, 2014).

Os valores obtidos na análise de ferro (Figura 9) que, segundo a Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde, apresentam-se dentro do padrão de potabilidade, com valores abaixo do VPM (Valor Máximo Permissível) de 0,30mg/L. A média aproximada da concentração de ferro na torneira externa foi de 0,018 mg/L e 0,04 mg/L na torneira interna. Na Casa 5, na torneira interna, foi obtido o valor de 0,15 mg/L para concentração de ferro na água, possivelmente gerado pela corrosão das tubulações da residência fabricadas com este material, que causou o aumento da média obtida nas amostras da torneira interna.

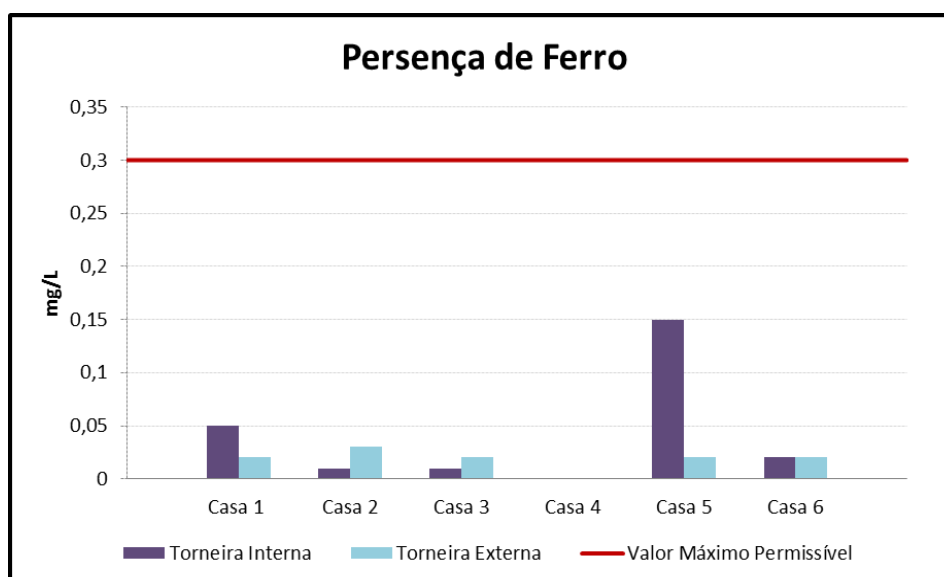


Figura 9: Resultados das Análises para Presença de Ferro.

O limite máximo de ferro fixado pela Portaria 2914/11 não diz respeito às razões fisiológicas, já que esse teor não é considerado nocivo, na maioria das vezes, ao homem nem aos animais. O corpo humano requer em torno de 5 a 6 mL diários de ferro, correspondente a um volume de 17 a 20 litros de água com concentração de 0,3 ppm. (CARVALHO, 2004)

O Ministério da Saúde limita em 0,10 mg/L a presença máxima de manganês (Mn) em águas para consumo humano. Os resultados da análise físico-química realizada para presença de manganês obtiveram o valor máximo de 0,01 mg/L, que representa apenas 10% do valor limite. Pode-se ainda observar no Quadro 3 que em 50% das amostras das torneiras interna e externa a presença de manganês foi nula.

Quadro 3: Resultados das Análises para a Presença de Manganês

	Torneira Interna (mg/L)	Torneira Externa (mg/L)
Casa 1	0,01	0,01
Casa 2	0,01	0
Casa 3	0	0,01
Casa 4	0	0,01
Casa 5	0	0
Casa 6	0,01	0

Segundo Carvalho (2004) o manganês quimicamente possui semelhança com o ferro e na sua ocorrência nas águas naturais. Por ser menos abundante, a sua presença na água é menos comum do que a do ferro e a sua concentração geralmente também é muito menor. Para Castro (2006), o manganês (Mn) apesar de ser essencial ao corpo humano, em altas concentrações acaba por se tornar tóxico.

A Portaria 2.914/11 estabelece também que a concentração de ferro e manganês permissíveis se apresente na faixa de 0,3mg/L - 2,4mg/L e 0,1mg/L – 0,4mg/L respectivamente, desde que estejam complexados com produtos químicos comprovadamente de baixo risco à saúde e que os valores (máximos e mínimos) dos demais parâmetros do padrão de potabilidade não sejam violados.

• **Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg)**

A dureza total da água é calculada como sendo a soma das concentrações de íons de cálcio e magnésio, expressos como carbonato de cálcio. Esta dureza pode ser classificada como temporária ou permanente. A dureza temporária é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio, sendo resistente à ação dos sabões e provoca incrustações. A dureza permanente é devida à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, também resistentes à ação de sabões, mas não produz incrustações por serem seus sais muito solúveis na água (FUNASA, 2009).

O Quadro 4 representa os resultados encontrados para a presença de Cálcio (Ca) nas amostras coletadas. Para as amostras coletadas na torneira externa observa-se uma variação de 5mg/L a 8,87mg/L e para as amostras coletadas na torneira interna uma variação de 5,03mg/L a 8,01mg/L.

Quadro 4: Resultados das Análises para a Presença de Cálcio

	Torneira Interna (mg/L)	Torneira Externa (mg/L)
Casa 1	8,1	8,57
Casa 2	6,76	5
Casa 3	5,03	5,72
Casa 4	6,53	5,31
Casa 5	6,81	5,63
Casa 6	5,72	5,41

Com relação à análise para o íon Magnésio (Mg), constatou-se que, para as amostras coletadas na torneira externa, houve uma variação de 1,19mg/L a 2,34mg/L e para as amostras coletadas na torneira interna, uma variação de 0,99mg/L a 1,54mg/L., como pode ser observado no Quadro 5.

Quadro 5: Resultados das Análises para a Presença de Magnésio

	Torneira Interna (mg/L)	Torneira Externa (mg/L)
Casa 1	1,54	2,34
Casa 2	1,25	1,21
Casa 3	1,24	1,19
Casa 4	1,32	1,35
Casa 5	0,99	1,35
Casa 6	1,25	1,22

A dureza é um parâmetro característico da qualidade de águas de abastecimento industrial e doméstico, sendo admitidos valores relativamente altos do ponto de vista da potabilidade, típicos de águas duras ou muito duras (ALVES *et al*, 2010).

A portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde estabelece um limite de 500mg/L. Os teores de cálcio e magnésio encontrados nas amostras são relativamente baixos, não sendo suficientes para alcançar o limite máximo de dureza estabelecido pela referida portaria.

• Cloreto

A adição de cloro no tratamento da água resulta em um aumento da concentração do íon cloreto (Cl⁻) decorrente da dissociação do mesmo na água (CETESB, 2009).

Em água potável, o sabor produzido pelo íon cloreto varia com a sua concentração e também em função da composição química da água. Assim, a água com concentração de 250mg/l pode apresentar um sabor salino perceptível, quando o cátion presente na solução for o sódio (Na⁺). Se o cátion for o cálcio ou magnésio só é possível detectar um sabor salino se a concentração de cloreto for acima de 1000 ppm. (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA-UNESP, 2012). Em concentrações elevadas também pode fazer com que a água apresente efeitos laxativos.

Com relação à presença de cloreto, verificou-se que todas as amostras analisadas encontram-se abaixo do valor máximo permissível, e foi observado uma maior concentração de cloreto na Casa 1, apresentando valores de 9,60 e 9,79mg/L nas torneiras externa e interna respectivamente, conforme pode ser verificado no Quadro 6.

Ao ser adicionado na água, o cloro sofre uma reação, onde é formado o ácido hipocloroso, o íon hidrogênio e íon cloreto. Esse ácido sofre nova reação, dissociando-se rapidamente formando, o íon hidrogênio e o íon hipoclorito. A soma das concentrações do ácido hipocloroso e o íon hipoclorito gerados nessa hidrólise é conhecido como cloro residual livre, responsável pela desinfecção da água. O íon cloreto não possui relação com a desinfecção da água. Assim, o alto valor de cloreto encontrado na Casa 1, em contraste com o alto valor de coliformes presentes na mesma casa não possui relação, pois o cloreto não é consumido nesse processo, diferentemente do cloro residual livre, como foi observado na Figura 7.

Quadro 6: Resultados das Análises para Presença de Cloreto

	Torneira Interna (mg/L)	Torneira Externa (mg/L)
Casa 1	9,79	9,6
Casa 2	8,64	8,26
Casa 3	9,6	8,64
Casa 4	9,22	9,22
Casa 5	8,06	8,06
Casa 6	8,64	8,64

A Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde estabelece a concentração máxima de 250mg/L de cloreto em águas de abastecimento público destinada ao consumo humano.

- **Carbonato e Bicarbonato**

De acordo com Barros *et al* (1999) esses elementos expressam alcalinidade. Segundo Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRJ (2014) alcalinidade é a totalidade de substâncias capazes de neutralizarem ácidos presentes na água.

Um dos principais efeitos do excesso de carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-) na água é a precipitação nas tubulações (MAIA *et al*, 2001).

Com exceção das amostras extraída da torneira externa da Casa 3 e da torneira interna da Casa 2, que apresentaram valores de 11,89 mg/L para presença de carbonato, as amostras coletadas não apresentaram a presença de carbonato. A Universidade Federal de Campinas - UNICAMP (2008) afirma que em água com pH na faixa de 4,4 – 8,3 existe como responsável pela alcalinidade apenas o bicarbonato, e as amostras analisadas apresentaram pH na faixa de 6,2 – 6,8. De posse destes resultados, pode-se entender que esta faixa de pH (6,2 – 6,8) favorece a formação de bicarbonato, já que a concentração de bicarbonato ficou na faixa de 8,30 – 12,20mg/L, como pode ser observado na Figura 10.

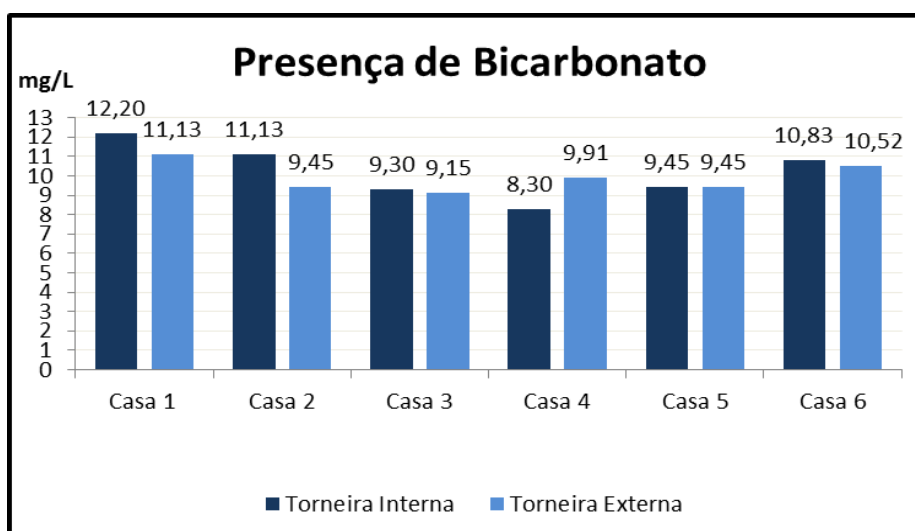


Figura 10: Resultado da Análise para Presença de Bicarbonato.

A Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde não preconiza nenhum valor permissível para a concentração desses íons para determinação da qualidade da água pra consumo humano.

- **Sódio (Na)**

A presença de sódio (Na) encontrada nas amostras se apresenta dentro dos padrões potabilidade estabelecidos por lei. O valor máximo encontrado, tanto para as amostras coletadas na torneira externa quanto para torneira interna foi de 8,51mg/L, distante do Valor Máximo Permissível de 200mg/L, estabelecido pela Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde. Os resultados encontrados se apresentam no Quadro 7.

O sódio se solubiliza facilmente em água, portanto, grandes quantidades deste elemento são encontradas no ambiente aquático, onde águas subterrâneas apresentam concentrações de sódio maiores que em águas superficiais. (CASALI, 2010).

Assim, a concentração de sódio da água proveniente do manancial de origem (Rio Paraíba do Sul), provavelmente influenciou no baixo teor encontrado nas amostras da água que abastece a população da Comunidade.

Quadro 7: Resultado das Análises para a presença de Sódio

	Torneira Interna (mg/L)	Torneira Externa (mg/L)
Casa 1	8,51	8,51
Casa 2	8,28	8,28
Casa 3	8,51	8,51
Casa 4	8,51	8,51
Casa 5	8,51	8,51
Casa 6	8,28	8,28

• **Cobre (Cu), Zinco (Zn), Chumbo (Pb) e Cádmio (Cd)**

As concentrações dos metais pesados analisados (cobre (Cu), zinco (Zn), chumbo (Pb) e cádmio (Cd)) se encontram com seus valores dentro do estabelecido pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde. O maior valor encontrado para o cobre e o zinco foram de apenas 0,01 mg/L, já os resultados das análises de chumbo e cádmio apresentaram ausência desses elementos na água que abastece a população da Comunidade Tamarindo.

Metais pesados em concentrações fora do padrão estabelecido pela legislação prejudicam os usos benéficos da água. Traços de níquel, manganês, zinco, chumbo, cromo, cádmio, ferro e mercúrio se manifestam de forma constante na composição de despejos industriais, os quais são proibidos (BRAILE E CAVALCANTI, 1979 *apud* CESARO, 2008)

O cobre e zinco em pequenas quantidades são considerados importantes para a saúde do ser humano. Já o cádmio e o chumbo, são compostos inorgânicos que, em sua maioria, são tóxicos, se concentrando na cadeia alimentar e gerando sérios riscos para a saúde humana.

Segundo Castro (2006) em doses altas o cobre pode provocar irritação e corrosão de mucosas, além de dados capilares generalizados, problemas nos rins e irritação no sistema nervoso central, levando a depressão. Para a CETESB (2012), estudos apontam que “concentração de 20 mg/L de cobre ou um teor total de 100 mg/L por dia na água é capaz de produzir intoxicações no homem, com lesões no fígado. Concentrações acima de 2,5 mg/L transmitem sabor amargo à água; acima de 1 mg/L produz coloração em louças e sanitários”.

A concentração de zinco na água da torneira pode ser alta devido à dissolução do mesmo nas tubulações [...] e, se ingerido e em concentrações elevadas, o que é muito raro, este elemento pode se tornar nocivo à saúde, podendo acumular-se em outros tecidos do corpo humano. Já a presença de chumbo raramente é encontrada na água da torneira, tendo ocorrência apenas quando os encanamentos são feitos desse elemento, ou de soldas, acessórios e outras conexões (CETESB, 2014).

O cádmio é considerado potencialmente carcinogênico podendo contribuir para diversas doenças como a disfunção renal, hipertensão, arteriosclerose, câncer e doenças crônicas em idosos (CASTRO, 2006).

• **Potássio**

O potássio é um elemento fundamental à nutrição humana, e está presente em diversos alimentos, como carnes, peixes e frutas, não existindo evidência de que seus encontrados na água potável possam causar qualquer dano à saúde do consumidor, embora exista uma preocupação para indivíduos de grupos de alto risco, como portadores de insuficiência renal, hipertensão e diabetes, por exemplo, para ingestão de águas tratadas com potássio (CETESB, 2012).

Com exceção da amostra originária Casa 1, torneira externa, que obteve um resultado de 3,13mg/L, todas as demais amostras apresentaram um resultado de 2,74 mg/L para presença de potássio na água, não sendo passíveis de comparação com a portaria 2914/14 do Ministério da Saúde, em virtude da mesma não estabelecer nenhum limite máximo e/ou mínimo para presença de potássio em água para consumo humano.

- **Enxofre**

Os resultados obtidos nas análises para presença de enxofre (Figura 11) indicam que todas as amostras apresentam valores abaixo do VPM estabelecido pela Portaria 2.914/11 (250mg/L). Pode-se observar que a origem da amostra (torneira externa ou interna) não teve influência sobre os resultados, tendo em vista a alternância entre valores maiores a menores de uma em relação a outra para cada ponto de coleta (Casa).

Especialistas alertam que o enxofre (na forma de gás sulfídrico e dióxido de enxofre) pode afetar o funcionamento do fígado e dos rins, podendo gerar também problemas crônicos a saúde humana (BARBOSA; VALÉRIO, 2009).

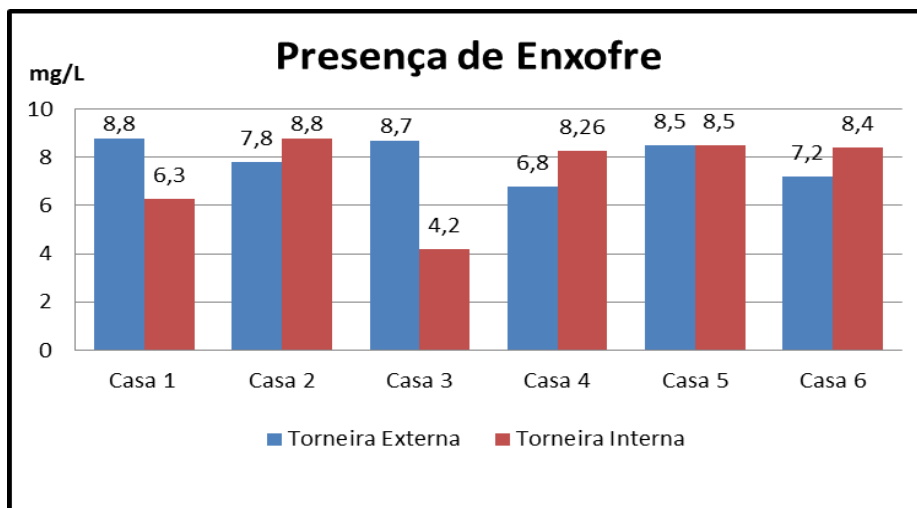


Figura 11: Resultados das Análises para a Presença de Enxofre.

- ❖ **Resultados da Aplicação dos Questionários**

De acordo com resultados obtidos através dos questionários aplicados no dia 13 de outubro de 2014, com relação ao perfil dos entrevistados, pode-se observar que a maioria encontra-se na faixa de 30 a 50 anos (Figura 12) e que 84% são do gênero feminino.

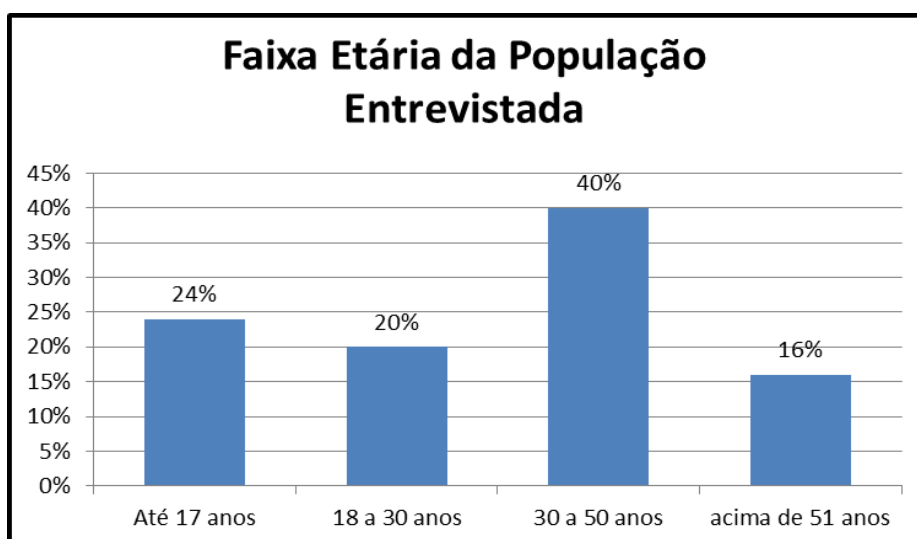


Figura 12: Faixa Etária da População Entrevistada.

Com relação à quantidade de moradores por domicílio entrevistado foi observado que 9 (36%) apresentam cinco ou mais moradores, 7 (28%) apresentam três moradores, 5 (20%) apresentam dois moradores, 3 (12%) apresentam quatro moradores e apenas 1 (4%) apresenta 1 um morador, como pode ser verificado na Figura 13.

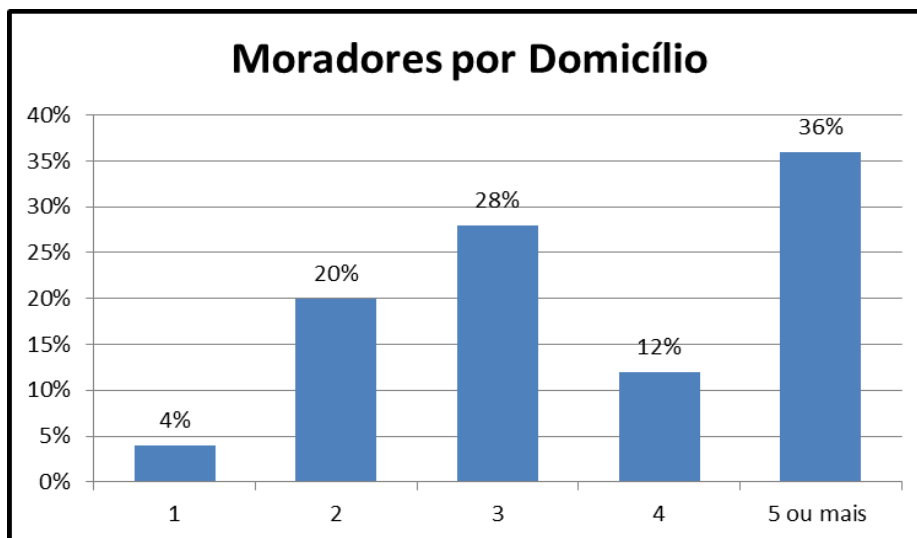


Figura 13: Quantidade de Moradores por Domicílio.

Já com relação ao grau de escolaridade, pode-se observar uma maior concentração (44%) em ensino fundamental incompleto (Figura 14). Supõe-se que a maioria dos moradores da comunidade Tamarindo não possui elevado grau de conhecimento a cerca da importância da qualidade da água e sua manutenção, pois segundo Almendra (2012) a conscientização ambiental tem forte ligação com o grau de instrução e com o contato com a educação ambiental, sendo importante a educação para formar cidadãos responsáveis e conscientes de seus atos, contribuindo para a conservação ambiental.

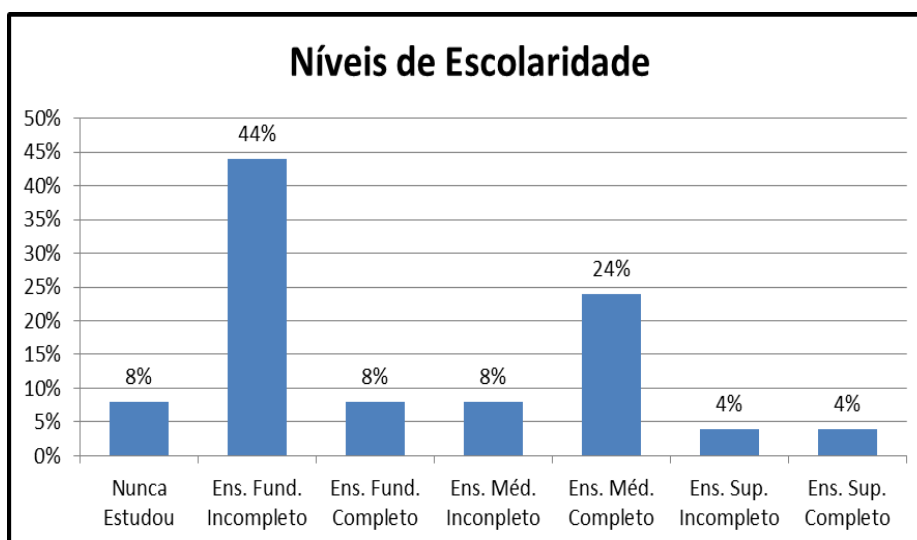


Figura 14: Níveis de Escolaridade.

Nas residências entrevistadas foi detectada a ausência de poço, o que indica que a água utilizada pelos moradores é proveniente do fornecimento realizado pela Concessionária Águas do Paraíba, ou seja, utiliza-se apenas água tratada. Verificou-se também a ausência de fossa séptica na comunidade, o que pode ser um risco para a saúde da população local uma vez que, segundo Kobiyama (2008), a construção de fossa séptica garante

benefícios, evitando a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, eliminando a ocorrência de efluentes a céu aberto além de diminuir a incidência de doenças veiculadas pelo esgoto.

Quando questionados acerca da qualidade do sistema de esgoto da comunidade, 19 moradores (76%) o classificaram como ruim (Figura 15). Por meio da realização do estudo de campo, pode-se observar que em alguns locais da comunidade o sistema de esgoto se mostra ineficiente, e a céu aberto, que além de ocasionar mau cheiro, pode funcionar como meio para vetores de doenças. Os moradores relataram que em dias de chuva, o esgoto se mistura a água, alagando a rua, fazendo com que a população dessa região tenha contato direto com o esgoto, o que é um risco a saúde pública da Comunidade. Segundo Libânio *et al* (2004) as “ações de saneamento são necessárias para o estabelecimento de condições salubres, que permitem o pleno desenvolvimento humano”.

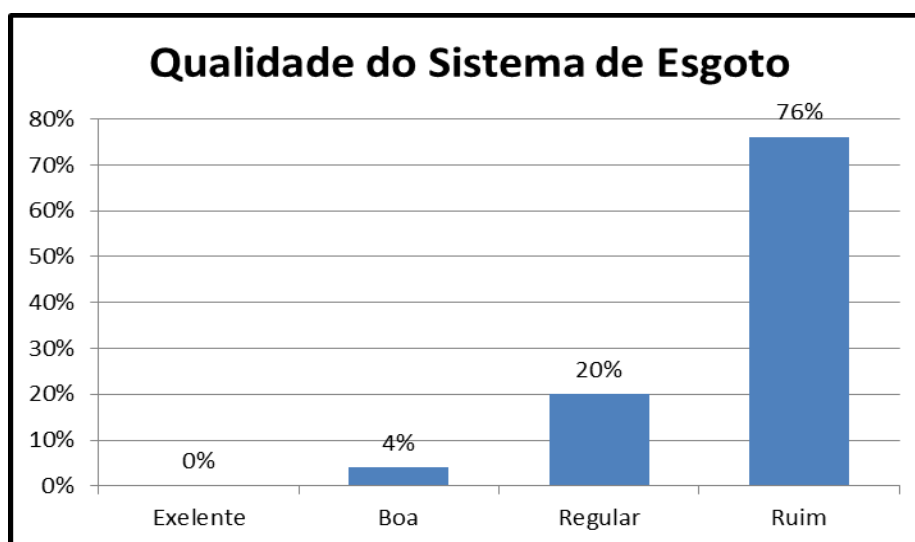


Figura 15: Percepção Quanto a Qualidade do Sistema de Esgoto da Comunidade Tamarindo.

No que diz respeito à qualidade da água de abastecimento recebida pela comunidade 16 moradores (64%) consideram de boa qualidade, 8 moradores (32%) consideram de qualidade regular, 1 morador (4%) considera ruim e nenhum morador avaliou a água como de excelente qualidade, conforme pode ser observado na Figura 16. A água disponível para abastecimento deve apresentar excelentes índices de potabilidade, indispensável para a qualidade da saúde da população.

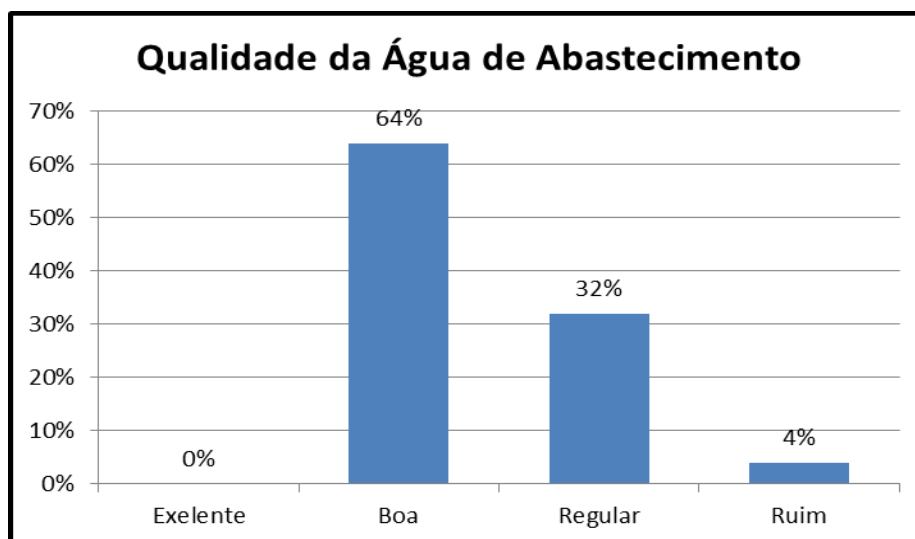


Figura 16: Percepção Quanto a Água de Abastecimento da Comunidade.

Com relação à percepção de algum aspecto diferente na água, 16 moradores (64%) não notam a existência de nenhuma característica incomum na água, enquanto os 9 moradores (36%) restantes notam, igualmente distribuídos, a presença de odor, coloração e sabor não característicos de água potável (Figura 17). Esta mesma percepção permaneceu inalterada para dias de chuvas.

A grande parte dos parâmetros de qualidade de água se encontram com os valores máximos permissíveis estabelecidos, enquanto as análises de sabor e odor apresentam dificuldade intrínseca relacionada à variedade de compostos químicos que apesar de não serem nocivos a saúde da população, compõem as características relacionadas ao aspecto visual da água, cor e turbidez, que costumam ser alvo de reclamações por parte da população que consome essa água (LIBÂNIO *et al*, 2005).

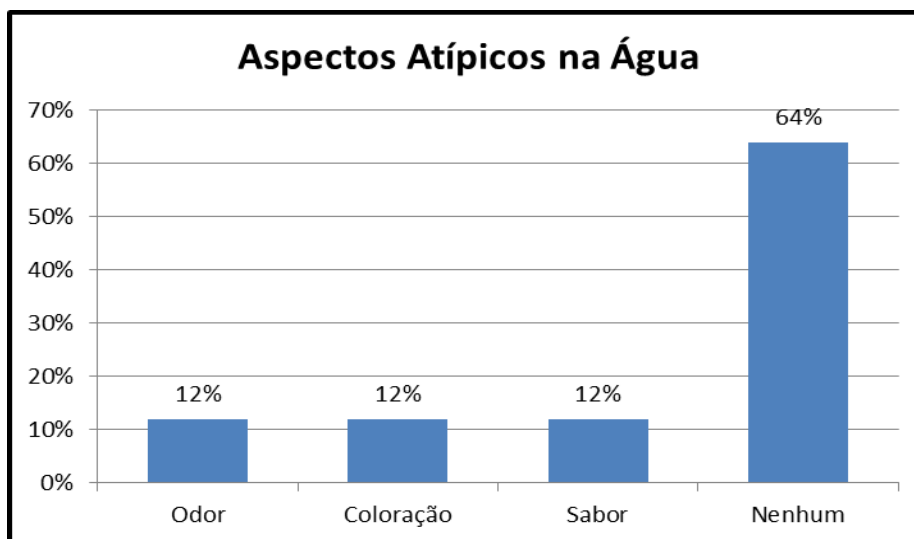


Figura 17: Aspectos Atípicos Percebidos na Água.

D'Águila *et al* (2000) realizaram um estudo onde foi percebido que a preservação da qualidade da água nos reservatórios prediais depende de boas condições sanitárias, limpeza, e que grande parte dos moradores não é informada sobre a importância e necessidade da higiene e manutenção desses reservatórios.

Quando questionados acerca da frequência de limpeza da caixa d'água 11 moradores (44%) não souberam informar e/ou não limpam a caixa d'água com uma frequência definida, 8 moradores (32%) limpam anualmente, 3 moradores (12%) limpam mensalmente, 2 moradores (8%) limpam semestralmente e 1 morador (4%) nunca limpam a caixa d'água (Figura 18).

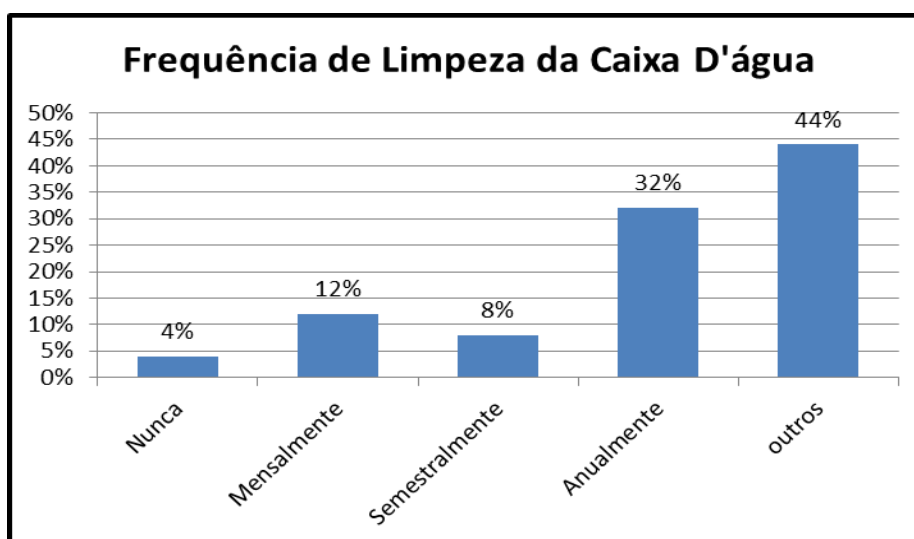


Figura 18: Frequência de Limpeza da Caixa D'água.

Já com relação à vedação da caixa d'água 20 (80%) moradores mantinham a mesma vedada e 5 (20%) não realizavam este procedimento (Figura 19). Apesar do elevado número de moradores que afirmam que a caixa d'água é vedada, não foi possível verificar se a mesma é vedada de forma adequada, o que poderia aumentar o número de casas que não possui vedação e/ou possui vedação inadequada.

É evidente a prevenção de problemas relacionados à qualidade de água através de procedimentos simples como a limpeza periódica de caixa d'água, deixando-as sempre bem vedada para que a mesma não seja meio transmissor de doenças. É necessária a realização da limpeza da caixa d'água deve ser feita pelo menos a cada seis meses para garantir que microrganismos e materiais orgânicos acumulados sejam eliminados (AMARAL, 2011).

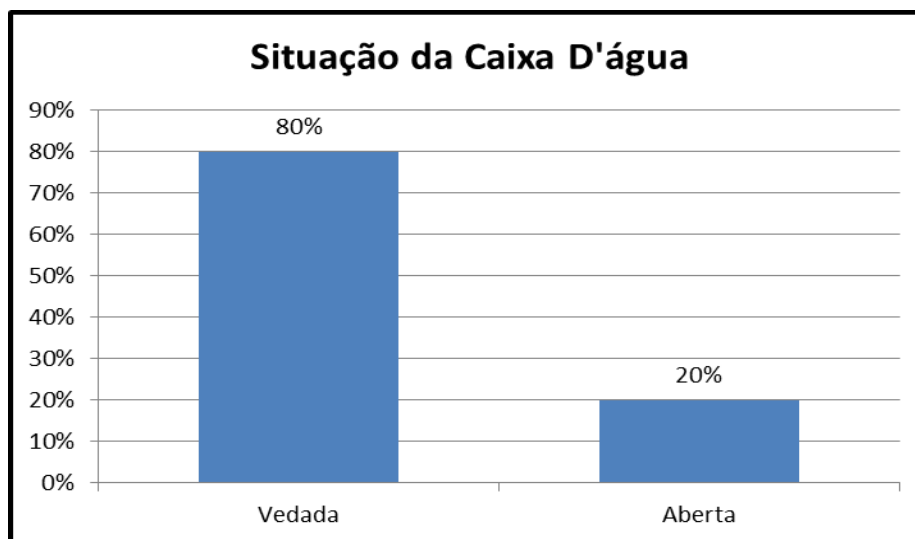


Figura 19: Situação da Caixa D'água das Residências.

CONCLUSÃO

A qualidade de vida está diretamente ligada à água, devido a sua relevância para o funcionamento do organismo humano, sendo também utilizada para o preparo de alimentos, higiene pessoal e limpeza de utensílios.

A partir do estudo de campo realizado na Comunidade Tamarindo, concluiu-se que a rede de abastecimento de água possui irregularidades, tendo constatado a ausência de hidrômetro que regula a vazão de consumo da água fornecida. As condições encontradas nas ligações da rede de abastecimento da comunidade podem interferir na qualidade da água consumida pela população local, por meio da contaminação da água com a introdução de agentes patogênicos. Ainda sobre as condições físicas da Comunidade, foi observado que nenhuma residência possui poço, o que permite concluir que toda a água consumida na comunidade para suprir as necessidades dos moradores é proveniente da concessionária Águas do Paraíba.

Com relação à percepção dos moradores quanto ao saneamento básico, concluiu-se que o sistema de esgoto da comunidade é ineficiente, pois foi observada a presença de efluente lançado no meio da rua ("esgoto a céu aberto"), causando mau cheiro e condições sanitárias insalubres, funcionando como vetor para o surgimento de doenças, tornando necessária a construção de um sistema de esgoto sanitário eficiente (fossa ou rede coletora) na comunidade em estudo, com o objetivo de afastar da população os resíduos/efluentes gerados por ela, melhorando assim as condições sanitárias locais.

Quanto à qualidade da água de abastecimento, pode-se concluir que a população considera a qualidade da água boa, embora alguns moradores utilizem água mineral para consumo. Essa falta de credibilidade na qualidade da água para esse tipo de consumo pode estar associada ao fato de que alguns moradores tiveram a percepção de aspectos diferentes na água como sabor, odor e coloração e também ao fato de não possuírem uma rede de abastecimento regular.

Com relação aos parâmetros preconizados pela Portaria 2.914/11 concluiu-se que apenas a água coletada nas torneiras internas apresentou algum parâmetro com resultado fora dos valores máximos e mínimos permissíveis e que as amostras coletadas na torneira externa estavam dentro dos limites estabelecidos, indicando que a água que abastece a Comunidade Tamarindo encontra-se de acordo com a legislação vigente que regulamenta a água destinada ao consumo humano.

Concluiu-se que o alto valor de turbidez encontrado foi devido aos sólidos suspensos presentes na água e ao fato de a caixa d'água não estar vedada. Já com relação ao cloro residual livre, ele chega à residência dentro dos limites estabelecidos, porém ao passar pelas tubulações e caixa d'água, é consumido na desinfecção da água da caixa d'água, apresentando baixo valor na torneira interna da casa. O baixo teor também pode ser explicado pela falta de higienização ou higienização inadequada dos reservatórios e ainda, pela má manutenção da tubulação no interior das residências que também pode ser responsável pelo surgimento de coliformes. A presença de coliformes ainda indica que o cloro residual livre foi consumido, devido a sua ação desinfetante.

A água usada para abastecimento doméstico deve apresentar características sanitárias e toxicológicas adequadas, dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 2.914/11, estando isenta de organismos patogênicos e de substâncias tóxicas, para prevenir danos à saúde e favorecer o bem estar das pessoas.

Por fim, foi comprovado que a água realmente consumida pela população pode não possuir a mesma qualidade da água que é tratada e monitorada nos reservatórios. Essa diminuição na qualidade da água desde a distribuição até o consumo pode ser devido a fatores como intermitência do serviço, precária cobertura da população com sistema público de esgotamento sanitário, obsolescência da rede de distribuição, manutenção ineficiente, sistema de instalações hidráulicas precárias, inexistência de conservação dos reservatórios e manejo da água de forma inapropriada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMENDRA, Fernanda Barbosa. Consumidos Verde: Estudo de Caso Sobre Perfil e Características do Mercado. Tese – Centro de Ciências e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2012.
2. ALVES, Maria da Glória. et al. Qualidade das Águas de Poços Rasos Provenientes de Áreas Urbanas e Rurais de Campos dos Goytacazes (RJ). In: XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, São Paulo/SP, 2010.
3. AMARAL, Márcia. Análise Microbiológica de Caixas D'Água de Colégios Estaduais de Foz do Iguaçu – Paraná. Tese (Pós-Graduação) – Universidade Federal do Paraná – UTFPR - Campus Medianeira, Foz do Iguaçu/PR, 2011.
4. BARBETTA, Pedro Alberto. Estatística aplicada às Ciências Sociais. 7ª Ed. Florianópolis/SC: UFSC, 2006.
5. BARBOSA, Admilson Clayton; VALÉRIO, Carolina. Formação de Espumas e Gás Sulfídrico (H₂S) no Rio Tietê, Município de Pirapora do Bom Jesus, e sua Relação com o Sistema de Tratamento das Águas do Rio Pinheiros. In: II Seminário da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade. Taubaté/SP, 2009.
6. BRASIL. Casa Civil. Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm> Acesso em 20 de agosto de 2014.
7. BRASIL. Casa Civil. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm> Acesso em 10 de agosto de 2014.
8. BRASIL. Ministério da Saúde. Perguntas e Respostas sobre a Portaria nº 2.914/2011. Brasília-DF, 2012.
9. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html> Acesso em 29 de março de 2014.
10. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da Qualidade da Água para Consumo Humano. Brasília/DF, 2006.

10. BRITO, Priscila Nazaré de Freitas. Qualidade da Água de Abastecimento em Comunidades Rurais de Várzea do Baixo Rio Amazonas. Tese - Pró-Reitoria de Ensino e Graduação de Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amapá, Macapá/AP, 2013.
11. CARVALHO, Anésio Rodrigues de. Processo de Complexação do Ferro em Águas Subterrâneas – Uma Proposta de Mudança da Portaria 36 do Ministério da Saúde. In: XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Cuiabá/MT, 2004.
12. CARVALHO, Rita de Cássia Barcelos Henrique de; RISCADO, Thaís Neves. Diagnóstico do Saneamento Básico na Vila Tamarindo em Campos dos Goytacazes-RJ. Tese – Instituto Tecnológico de Ciências Sociais Aplicadas e da Saúde, Institutos Superiores de Ensino do CENSA, Campos dos Goytacazes/RJ, 2013.
13. CASALI, Carlos Alberto. Qualidade da Água para Consumo Humano Ofertada em Escolas e Comunidades Rurais da Região Central do Rio Grande do Sul. Dissertação. (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração em Processos Químicos e Ciclagem de Elementos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2008.
14. CASTRO, Sebastião Venâncio de. Efeitos de Metais Pesados Presentes na Água Sobre a Estrutura das Comunidades Bentônicas do Alto Rio das Velhas – MG. 2006. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/ MG, 2006.
15. CESARO, Diogo de. Estudo Comparativo da Eficiência do Processo de Tratamento de Drenagem Ácida de Mina (DAM) por Floculação/Decantação e Flotação por Ar Dissolvido (FAD) na Remoção de Metais. Tese – Curso de Engenharia Ambiental, Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Criciúma/SC, 2008.
16. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Ficha de Informação Toxicológica – Cobre. São Paulo/SP, 2012. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/fit/cobre.pdf> > Acesso em 09 de outubro de 2014.
17. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Ficha de Informação Toxicológica – Potássio. São Paulo/SP, 2012. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/fit/potassio.pdf> > Acesso em 09 de outubro de 2014.
18. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Série Relatórios: Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. São Paulo/SP, 2009.
19. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Série Relatórios: Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo, São Paulo/SP, 2014.
20. CORDEIRO, Martha Eleonora Venâncio Mignot. et al. A educação Ambiental e o Uso do Solo-cimento. Vértices, v.8, n°.1/3, 2006.
21. D'AGUILA, Paulo Soares. et al. Avaliação da Qualidade de Água para Abastecimento Público. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro/RJ, 2000.
22. FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE (Brasil). Manual de Saneamento Básico, 3 ed. rev. Brasília/DF, 2006.
23. FUNASA – Fundação Nacional da Saúde (Brasil). Manual Prático de Análise de Água – Manual de Bolso. 3ed rev. Brasília/DF, 2009.
24. FUNASA – Fundação Nacional da Saúde (Brasil). Programação e Projeto Físico de Unidade de Coleta para o Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano – Manual de Diretrizes, 1ed. Brasília/DF, 2006.
25. GOMES, Uende Aparecida Figueiredo. Intervenções de Saneamento Básico em Áreas de Vilas e Favelas: Um estudo Comparativo de Duas Experiências na Região Metropolitana de Belo Horizonte. 2009. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais/MG, 2009
26. IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades – Censo 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=330100>> Acesso em 16 de abril de 2014.
27. LIBÂNIO, Marcelo. et al. Avaliação do Impacto da Presença de Sabor e Odor no Custo Operacional de Estações de Tratamento de Água. In: XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande/MS, 2005.
28. LIBÂNIO, Paulo Augusto Cunha. et al. A Dimensão da Qualidade de Água: Avaliação da Relação entre Indicadores Sociais, de Disponibilidade Hídrica, de Saneamento e de Saúde Pública. Engenharia Sanitária Ambiental, v.10, n°3, 2005.

29. MACIEL, Amanda da Cruz. et al. Gerenciamento Espacial do Monitoramento da Qualidade da Água para Abastecimento Público da Cidade de Irati/PR. Revista de Engenharia e Tecnologia. Irati/PR, vl. 6, nº 1, 2014.
30. MAIA, Celso E. et al. Manejo de Água e Solo: Estimativa de Carbonato de Cálcio Aplicado Via Água de Irrigação nas Regiões da Chapada do Apodi e Baixo Açu, RN. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5,n.1, Campina Grande/PB, 2001.
31. MEDEIROS FILHO, Carlos Fernandes de. Abastecimento de Água. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Campina Grande, PB, 2009.
32. MORUZZI, Rodrigo Braga; REALI, Marco Antônio Penalva. Oxigenação e Remoção de Ferro e Manganês em Águas para Fins de Abastecimento Público ou Industrial – Uma Abordagem Geral. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 4, nº 1, São Carlos/SP, 2012.
33. OLIVEIRA, Brunna Stefanny Sangel de. Qualidade da Água Associada à Vulnerabilidade Climáticas e Riscos Sanitários no Baixo Rio Jarí. Tese - Pró-Reitoria de Ensino e Graduação de Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amapá, Macapá/AP, 2013
34. PESSANHA, Roberto Moraes. Favelas/Comunidades de Baixa Renda no Município de Campos dos Goytacazes. Boletim Técnico nº 05/2001. Observatório Socioeconômico da Região Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes/RJ, 2001.
35. PEZARINO, Rafaela da Silveira. Avaliação da Qualidade da Água Utilizada Nos Distritos de Campos dos Goytacazes, RJ. Tese – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFF. Campos dos Goytacazes/RJ, 2010.
36. PHILIPPI JR, Arlindo. Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável. 2.ed. Editora Manole. São Paulo/SP, 2005.
37. RIBEIRO, Júlia Werneck. ROOKE, Juliana Maria Scoralick. Saneamento Básico e sua Relação com o Meio Ambiente e a Saúde Pública. 2010. Tese – Curso de Especialização em Análise Ambiental, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora/MG, 2010.
38. SCHEMBRI, Maria Cristina Alves Cabral; ENNES, Ysnard Machado. Deterioração da Qualidade da Água Distribuída: O Caso de Belo Horizonte. In: XIX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - 2ª Feira Internacional de Tecnologia de Saneamento Ambiental - FITABES'97, Foz do Iguaçu/PR, 1997.
39. SCURACCHIO, Paola Andressa. Qualidade da Água Utilizada para Consumo em Escolas no Município de São Carlos – SP. Dissertação (Mestrado) – Pós Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Campus de Araraquara. Araraquara/SP, 2010.
40. SIQUEIRA, Leonardo Pereira de. et al. Avaliação Microbiológica da Água de Consumo Empregada em Unidades de Alimentação. Ciência e Saúde Coletiva vol.15, nº1, Rio de Janeiro/RJ, 2010.
41. Sociedade Brasileira de Química. Metais Pesados no Ensino de Química. Química Nova Escola, v.33, nº4, 2011.
42. UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Alcalinidade. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/alc.htm>> Acesso em: 10 de outubro de 2014.
43. UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Determinação de Cloretos Método Argentométrico ou Método de MOHR. São Paulo/SP, 2012.
44. UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas – Centro Superior de Educação Tecnológica. Tratamento Biológico de Efluentes Líquidos – Tratamento Físico-Químico de Efluentes Líquidos. São Paulo/SP, 2008.