

I-059 – AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE FILTROS ARTESANAIS TRATANDO ÁGUA COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE TURBIDEZ**Marília Portela Ximenes**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará – IFCE, Campus Sobral.

Maria do Socorro Ribeiro Hortegal Filha

Doutoranda do Curso de Pós-Graduação de Engenharia Civil/Saneamento Ambiental-UFC. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-Campus Sobral.

Edirsana Maria Ribeiro de Carvalho

Dra. Ciências Marinhas Tropicais –UFC. Professora Fanor-DeVry Brasil.

Germário Marcos Araújo

Doutorando do Curso de Pós-Graduação de Engenharia Civil/Saneamento Ambiental-UFC. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-Campus Juazeiro do Norte.

Diolande Ferreira Gomes Freire

Dra. Engenharia Civil com Concentração em Recursos Hídricos – UFC. Professora Fanor-DeVry Brasil.

Endereço⁽¹⁾: Rua José Rufino Pereira, 109 - Centro - Ubajara - CE - CEP: 62350000- Brasil - e-mail: maryportela@hotmail.com

RESUMO

A preocupação em distribuir água com qualidade a população tornou-se fator primordial, portanto houve uma evolução no aperfeiçoamento de tecnologias para tratar a água. A partir dessa realidade, cresce a importância de estudos para descobrir mecanismos eficientes de tratamento da água, que possam ser acessíveis principalmente ao público que são desprovidos de abastecimento de água tratada. Diante disso, o presente trabalho teve como principal objetivo desenvolver um com filtros artesanais removendo turbidez de águas com diferentes diluições, assim como a remoção de bactérias na presença de desinfetante comercial. Foram abastecidos, com água coleta na entrada da ETA da cidade, 5 filtros artesanais com capacidade de 15L cada, construídos a partir de material reutilizado, com as seguintes diluições 100%, 60% e 30% que após a filtração foi adicionado volumes conhecidos do desinfetante, água sanitária, para promover a desinfecção. Após o tempo contato 2h foram realizadas a coleta para análises de turbidez, pH, CTT e contagem de heterotróficas e em 3 dias subsequentes. Os resultados mostraram que a filtração durou aproximadamente 13 horas, e após este tempo procedeu-se a coletados do filtrado sendo que no F-100 obteve-se 4L de água filtrada, seguido pelo F-60 4,3L e o F-30 9,8L. Os valores para turbidez antes e depois da foram baixos, sendo o maior valor 24,7 UNT F-100 antes da filtração, os valores de pH nos filtros variaram antes da desinfecção (7,2 a 7,8) e após a desinfecção sofreram alterações (7,5 a 8,2), com relação as concentrações de CTT foram ausentes em todos os filtros antes e depois da desinfecção, entretanto houve presença de heterotróficas (92,5 UFC/100mL), esta bactérias foram encontradas no F-100 antes da adição do desinfetante e ausentes, antes e depois da desinfecção nos F-60 e F-30. A partir dos resultados conclui-se que os filtros levou um tempo muito longo para promover a filtração, provavelmente pela baixa quantidade de velas, revelando que estes podem ser utilizados porém com baixos valores de turbidez, que apenas o F-30 foi que apresentou dentro das exigências segundo a Portaria 2914/11 do MS com relação a turbidez, houve um eficiência do hipoclorito de sódio comercial, mais conhecido como água sanitária na remoção das bactérias heterotróficas, mostrando que pode ser utilizado.

PALAVRAS-CHAVE: Água, Tratamento, Turbidez, Desinfecção, Filtros Artesanais.

INTRODUÇÃO

Os componentes que alteram o grau de pureza da água podem ser definidos por suas características físicas, químicas e biológicas, interpretada na forma de parâmetros de qualidade de água. Outra forma, de definir é devido a fenômenos naturais e da interferência antropogênica. Diante disso, há a necessidade do controle da sua qualidade, que está ligado a um planejamento global, no nível de toda bacia hidrográfica, e não individualmente, por agente alterador. Portanto, é necessário que haja uma intervenção dos gestores públicos e mão-de-obra qualificada, para implantar técnicas e deixá-la com qualidade demo que esteja para consumo. Quando a água é consumida sem qualidade, ou seja, não respeitando os padrões exigidos, há riscos da

transmissão de doenças, essas são de veiculação hídrica, causadas principalmente por microrganismos patogênicos de origem intestinal, são excretados nas fezes de indivíduos de sangue quente e tem acesso a outros indivíduos através de água ou alimento contaminados. (VON SPERLING, 2005). Assim, água distribuída para consumo humano deve ser potável, está livre de qualquer contaminação, seja microbiológica, química, física ou radioativa, não devendo em hipótese alguma, oferecer risco a saúde humana. Essa potabilidade é alcançada mediante várias formas de tratamento, sendo a mais tradicional a técnica que inclui as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e a fluoretação (FREITAS, 2002).

A filtração como processo de tratamento de água foi criada pelo homem, como resultado da observação da limpeza da água subterrânea, atribuída à passagem da mesma pelos solos naturais, tendo-se notícia que, em meados do século XVI, a filtração já era uma técnica bastante utilizada como método de clarificação da água, (PATERNIANI & CONCEIÇÃO, 2004). A partir dos últimos anos do século XIX e início do século XX, com o crescimento das cidades e o aumento do índice de urbanização, começaram a surgir diversos equipamentos e utensílios domésticos que tinham por finalidade filtrar e tornar potável a água de consumo, (BELLINGIERI, 2004). Com isso a preocupação em distribuir água com qualidade a população tornou-se fator primordial, portanto houve uma evolução no aperfeiçoamento de tecnologias para tratar a água.

Normalmente, quem tem mais acesso à água com qualidade, são as populações de centros urbanos e de zonas rurais próximas das grandes cidades. No entanto, ainda existem no Brasil comunidades que vivem isoladas, distantes dos avanços tecnológicos e principalmente sem acesso ao abastecimento com água tratada, sabe que há um grande esforço por parte da gestão pública em suprir essa carência, porém não atende a todos. A partir dessa realidade, cresce a importância de estudos para descobrir mecanismos eficientes de tratamento da água, que possam ser acessíveis principalmente ao público que são desprovidos de abastecimento de água tratada, como exemplo os filtros artesanais, construído com matérias de baixo custo. Com base nessa explanação e com a preocupação de que todas as pessoas devem ter acesso à água potável, desde as que residem em centros urbanos desenvolvidos até aquelas que residem em áreas carentes, procurou-se desenvolver um estudo com filtros artesanais, que pode ser construído por qualquer pessoa, como forma de garantir o consumo de água potável. O objetivo geral do foi avaliar a eficiência desses filtros, removendo turbidez de águas com diferentes concentrações, assim como a remoção de bactérias na presença de desinfetante comercial.

MATERIAIS E MÉTODOS

Situada na Região Noroeste do Ceará, a 235 quilômetros de Fortaleza, entre as águas do rio Acaraú e a Serra da Meruoca, Sobral limita-se ao norte com os municípios de Massapê, Santana do Acaraú e Meruoca, ao sul com Santa Quitéria, Groaíras e Cariré, a leste com Itapipoca, Irauçuba e Canindé, e a oeste com os municípios de Coreaú, Mucambo e Alcântaras, como mostra a Figura 1, (LIA, 2010). Segundo o IBGE, (2014), a cidade possui população de aproximadamente 198.000 habitantes, sendo a segunda maior cidade do interior do Ceará, atrás apenas de Juazeiro do Norte. Entre os mananciais do município fazem parte o rio Acaraú, os açudes Cachoeiro e Mucambinho, lagoas como a da Fazenda, barragens e córregos, sendo que o Rio e açudes é que servem de abastecimento para a cidade, já nos distritos e localidades, as populações utilizam poços, cacimbões, cacimbas e entre outras fontes, (SAAE, 2010).



Figura 1. Mapa de Sobral
Fonte: Sobral, 2014

Levantamentos dos Dados

Os filtros foram construídos a partir de recipientes reutilizados (baldes de margarinas com capacidades de 15L), para a construção os foram necessários 02 baldes, uma torneira e duas velas de barro, a Figura 2 apresenta o filtro pronto.



Figura 2: Filtros artesanais utilizados

Para alcançar os objetivos proposto o trabalho foi dividido em duas etapas: as atividades de campo e atividades de laboratório.

Atividades em Campo

Essa atividade está relacionada coleta de água para abastecer os filtros, foram coletados 75L de água, no canal de entrada da água na estação de Tratamento de Água do Sumaré da cidade de Sobral, a água que alimenta a ETA é do Rio Jaibas que fica a montante da cidade, mas precisamente no distrito de Jaibas que faz parte do município de Sobral. As amostras de água foram acondicionadas em baldes de polietileno com capacidade de 4L e transportadas até o laboratório de Análises Microbiológicas (LAMAE) do IFCE Campus Sobral, onde se encontrava os filtros. Todo o preparo dos baldes, acondicionamento e transporte seguiram as recomendações da (APHA, 2005).

Atividades em Laboratório

O volume de água coletado foi destinado para abastecer 5 filtros com capacidade de 15L cada, com diferentes diluições: 01 filtro sem diluir (100%) e neste foi somente amostra de água do Rio Jaibas; 02 filtros com diluição a 60% (amostra + água destilada) e 02 filtros com diluição a 30%, como mostra a Figura 3. Essa diluição foi necessária para reduzir a concentração de turbidez

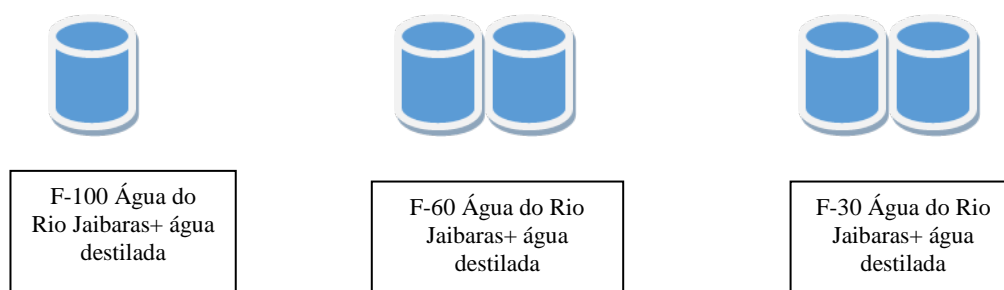


Figura 3: Esquema dos Filtros artesanais

Após a filtração foi adicionado volumes conhecidos de água sanitária (hipoclorito de sódio), esta é vendida no comércio, sendo o desinfetante utilizado para promover a desinfecção da água. O Hipoclorito de sódio comercial foi escolhido por ser um desinfetante de baixo custo e de total acesso a população carente e zonas rurais. Após a adição do desinfetante foi esperado o tempo de contato de duas horas para o início da coleta e análise das amostras. No entanto, foi observado que os filtros levariam muito tempo para filtrar completamente a água, portanto, esperou-se um tempo de 13:30h e procedeu a coleta de todo o filtrado, sendo este transferido

para baldes de polietilenos, previamente preparados e identificados de acordo com a nomenclatura de cada filtro, como mostra a Figura 4.



Figura 4: Amostra de água filtrada acondicionada em baldes.

A Tabela 1, apresenta os volumes coletados e os volumes de desinfetante adicionados, essa adição ocorreu 5 minutos após a coleta, em sequência esperou o tempo de contato de duas horas para o início das análises. As variáveis analisadas foram: turbidez pelo método Nefelométrico, pH utilizando o potenciômetro, coliformes termotolerantes pela técnica de tubos múltiplos e contagem de Heterotróficas utilizando a técnica de Pour Plate, todos os métodos utilizados foram segundo a APHA, (2005).

TABELA 1. Volumes coletados e a adição do desinfetante

FILTROS	CONCENTRAÇÕES (%)	VOLUME DE ÁGUA COLETADO	VOLUME DESINFETANTE ADICIONADOS
F1	100	4	4
F1	60	4,3	4,3
F2	60	3,3	3,3
F1	30	6,5	6,5
F2	30	9,8	9,8

RESULTADOS

A Figura 5 apresenta os filtros abastecidos com água do Rio Jaibas, observa-se a coloração amarelada e provavelmente turbidez, sendo mais forte no primeiro filtro (F-100) a água sem diluição (amostra bruta) e seguindo com uma diminuição gradativa nos F- 60 e F- 30, como mostra a Figura 5.



Figura 5: Amostra da água acondicionada nos filtros

Foi observado um longo tempo de filtração, aproximadamente 13 horas, após este tempo procedeu a coleta do filtrado, o F-100 foi menos eficiente produzindo 4L de água, seguido pelo F-60 4,3L e o F-30 9,8L. Com isso, percebe-se que quanto mais intensa a coloração da água menor foi a eficiência, isto pode ser atribuído a elevada coloração da água e a baixa quantidade de velas. Diante disso, pode-se levantar algumas hipóteses: alterando o número de velas pra mais, provavelmente o tempo de filtração seria menor implicando numa melhora de eficiência, somente 2 velas no filtro e água com elava cor o filtro estaria trabalhando com sobrecarga, indicando que nessas condições a água deve apresentar baixas concentrações de cor e turbidez para que o filtro tenha uma boa eficiência. Vale ressaltar que não foi possível a determinação da cor por problemas com equipamento, obtendo apenas os valores de turbidez.

Segundo Luiz, (2012), a turbidez é encontrada em valores elevados em quase todas as águas de superfícies, mas água subterrânea normalmente é ausente. As águas de lagos, lagoas, açudes e represas, geralmente apresentam baixa turbidez, porém o valor é variável em corpos de água rasos, função dos ventos e das ondas que revolvem os sedimentos do fundo contribuindo para elevar valores. Após uma chuva forte, as águas dos mananciais de superfície ficam turvas, graças ao carreamento dos sedimentos das margens pelas enxurradas. Foi levantado valores de turbidez antes da filtração e após a desinfecção em todos os filtros, o maior valor 24,7 UNT (Figura 6) foi encontrado na água bruta no F-100 corresponde a água do Rio coleta na entrada da ETA, vale ressaltar que o ponto de captação de água da ETA é a montante da cidade. Esse valor encontra-se dentro do intervalo do obtido por Lima, (2001) que encontrou valores de turbidez, no ponto na seção a montante do perímetro urbano, variando entre 1,7 a 65,0 UNT, durante a seca, e de 4,0 a 275,0 UNT durante a época de cheia. Segundo a Resolução CONAMA n.º 357 os valores de turbidez para as águas de classes 1, 2 e 3 não devem exceder 40, 100 e 100 UNT, respectivamente, (BRASIL, 2005) e o valor encontrado nesse estudo ficou abaixo dos valores para água de classe 1.

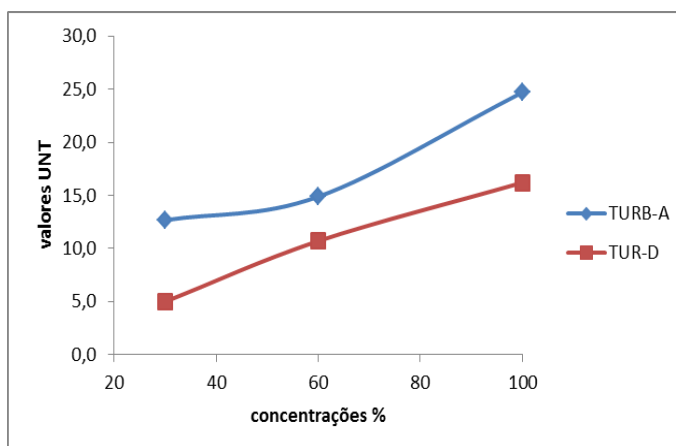


Figura 6: Valores de Turbidez antes e depois da filtração e desinfecção
LEGENDA: TURB- A: Antes da desinfecção e TURB-D: Depois da desinfecção

Avaliando ainda os valores de turbidez antes da filtração, foi verificado que houve uma redução gradativa, tendo relação direta com diluições (F60- 14,9UNT e F30-12,7UNT). Os valores encontrados nas amostras de água, após a filtração e desinfecção, revelam que houve uma redução do valor de turbidez para 16,2UNT no F-100, 10,7UNT para o F-60 e 5UNT no F-30, como mostra a Tabela 2, isto mostra que os filtros com velas de barro promovem uma filtração. Os valores de turbidez, desse estudo, representam um percentual de eficiência 34,41%, 28,82% e 60,63% para F-100, F-60 e F-30 respectivamente, revelando que o mais eficiente foi o F-30 e menos eficiente foi F-60, podendo dizer que os filtros artesanais são indicados para remover turbidez de água com valores menor igual a 12,7UNT. Verifica-se também que mesmo havendo remoção, apenas o F-30 apresenta-se com condições de produziu água dentro dos padrões de potabilidade 5 UNT, exigido pela Portaria 357/05 do Ministério da Saúde.

TABELA 2. Valores de pH e Turbidez

Concentração (%)	pH		Turbidez (UNT)	
	pH-A	pH-D	TURB-A	TUR-D
100	7,8	8,2	24,7	16,2
60	7,4	8,5	14,9	10,7
30	7,2	7,5	12,7	5

A Figura 7 e Tabela 2 apresentam os valores de pH nas amostras dos filtros e foram 8,2; 7,4 e 7,2 para F-100, F-60 e F-30 respectivamente, antes da filtração e desinfecção. Foi observado uma ligeira diferença no valor de pH do F-60 para o F-30. Os valores da concentração desta variável, após a filtração e desinfecção, foram 8,2 no F-100, 8,5 no F-60 e 7,5 no F-30, evidenciando que na amostra da água bruta(F-100) a concentração do pH não sofreu alteração quando comparado com o valor de 8,2 obtido antes da filtração e desinfecção. No entanto, esse comportamento não foi observado F-60 e F-30 com valores 8,5 e 7,5 respectivamente, mostrando-se maior quando comparado com os valores antes da filtração e desinfecção, este acréscimo pode ser atribuído a adição do desinfetante (Hipoclorito de sódio) que tende a elevar o pH. Comportamento semelhante foi encontrado por HORTEGAL FILHA (2013) em seu estudo, quando alterando a concentração do hipoclorito de sódio (água sanitária) entre os filtros, observou que no filtro onde recebeu maior dosagem do desinfetante, foi correspondente ao maior valor de pH.

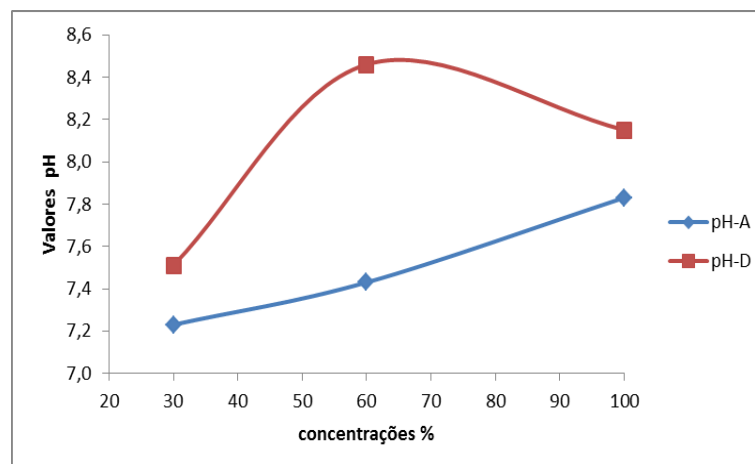


Figura 7: Valores de pH antes e depois da filtração e desinfecção
LEGENDA: pH- A: Antes da desinfecção e pH-D: Depois da desinfecção

Muito embora, a concentração do pH tenha elevado após a adição do desinfetante, os valores estão dentro do recomendado de acordo com a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, para água destinada ao abastecimento público, onde diz que valores devem variar entre 6,0 e 9,5.

Após a realização das análises de CTT (Coliformes Termotolerantes) da água bruta e da água após a desinfecção, os resultados obtidos, tanto a amostra bruta e dos filtros antes e após a desinfecção, foram ausentes, revelando que a água que alimenta a ETA da cidade, quanto aos CTT apresentou concentração deste grupo de bactérias menor que a recomendações do CONAMA 357/05 de 200 NPM/100mL para água de classe I e esta água pode ser utilizada em no abastecimento público após tratamento simplificado. A ausência de CTT na amostra do F-100 pode ser atribuída ao ponto de captação, que provavelmente não recebe carga de poluição, como exemplo esgoto doméstico, uma vez que a presença de coliformes em esgotos domésticos é da ordem de 10^9 a 10^{12} NMP/100mL. Diante disso, pode-se dizer que as amostras de água dos filtros, antes e depois da desinfecção, encontra-se dentro dos padrões exigidos pela onde a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde –MS, que recomenda que os mesmos sejam ausentes em 100 ml da amostra.

O termo bactérias heterotróficas inclui todas as bactérias que usam nutrientes orgânicos para o seu crescimento. Estas bactérias são universalmente presentes em todos os tipos de água, alimento, solo, vegetação e ar. A contagem de bactérias heterotróficas representa diversos microrganismos isolados a partir de um método particular, que incluem algumas variáveis como meio de cultura, tempo e temperatura de incubação, e a forma de inoculação no meio, (ALLEN, 2004).

A análise de Contagem de Bactérias Heterotróficas pelo método pour plate (UFC-unidade formadora de colônia) é feita para saber se há contaminação na água tratada, pois estas bactérias podem influenciar negativamente no crescimento das bactérias do grupo coliformes, como comenta (FARACHE FILHO, 2010).

Os resultados apresentados na Tabela 3, mostra que somente o F-100 apresentou concentração bactérias heterotróficas, com valor de 92 UFC/ml apenas no primeiro dia, antes da adição do desinfetante, pois nos dias subsequentes os resultados foram ausentes, atribuindo esta ação a adição do hipoclorito de sódio na água. Segundo Laubusch, (1971), a desinfecção da água pode ser obtida nas etapas sedimentação, coagulação e filtração que removem parte dos organismos patogênicos e outros presentes na água, portanto pode-se atribuir a redução das bactérias no F-100, não somente ao desinfetante, mas também ao processo de filtração. Outros fatores que podem ter contribuído foi a espécie e concentração do organismo a ser destruído; espécie e concentração do desinfetante; tempo de contato; características químicas e físicas da água; grau de dispersão do desinfetante na água. Para, Meyer, (1994) 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. Deste modo, pode-se utilizar altas concentrações e pouco tempo, ou baixas concentrações e um tempo elevado. Diante disso, pode também atribuir a eficiência de remoção das bactérias ao tempo de contato, pois as análises para a contagem de heterotróficas foram realizadas 2h após a adição do desinfetante, confirmando que o tempo de contato é um importante fator para desinfecção. Com isso, as amostras de água dos F-100, F-60 e F-30 encontram-se abaixo do valor de 500 UFC/100mL recomendado pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde.

TABELA 3. Concentrações de Bactérias Heterotróficas.

FILTROS	01/05/2014	03/05/2014	05/05/2014
100%	92,5 UFC	Ausente	Ausente
60%	Ausente	Ausente	Ausente
30%	Ausente	Ausente	Ausente

CONCLUSÕES

De acordo com a pesquisa realizada com os filtros rudimentares podem- ser uma alternativa simples e economicamente viável, para o tratamento de águas de abastecimento para comunidades de pequeno porte onde não tem acesso a água potável. Conclui-se que:

1. A quantidade de velas não foi suficiente para tratar a água, mesmo com baixos valores de turbidez, pois o tempo de filtração muito longo 13:00 horas.
2. A eficiência dos filtros pode ser elevada se aumentar a quantidade de velas de duas para três ou quatro. O filtro que mais se mostrou eficiente foi o de concentração de F-30 dos 15L iniciais filtrou 9,8L de água.
3. Apenas o F-30 foi que apresentou dentro das exigências segundo a Portaria 2914/11 do MS com relação a turbidez.
4. Houve um aumento da concentração do pH, porém todos os filtros ficaram dentro dos padrões para consumo humano.
5. Quanto a concentração de CTT, foi ausente em todos os filtros, após a adição do desinfetante.
6. Que a água hipoclorito de sódio comercial, mais conhecido como água sanitária foi eficiente na remoção das bactérias heterotróficas, mostrando que pode ser utilizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition, 2005.
2. ALLEN, M. J.; EDBERG, S. C.; REASONER, D.J. Heterotrophic plate count bacteria – what is their significance in drinking water. Int. J. Food Microbiol. v.92, p.265-274, 2004.
3. BELLINGIERI, J.C. Água de beber: A filtração doméstica e a difusão do filtro de água em São Paulo. Anais do Museu Paulista, São Paulo, v.12, n° 12, junho-dezembro, 2004.
4. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente -CONAMA. Resolução n. 357 de 17 de março de 2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2005.
5. BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria n° 2914 de 25 de março de 2011
6. FREITAS, V. P. S. Padrão físico-químico da água de bastecimento público da região de Campinas. Revista Instituto Adolfo Lutz, v.61, n.1, Campinas,2002.
7. HOTEGLA FIHA, M.S.R; COSTA, J.S.; MAGALHÃES, T. M.; ARAÚJO, G.S; OLIVEIRA, Aline DE CARVALHO. Avaliação da Água de um Poço tratada por filtros Artesanias. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves, RS. 2013
8. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – Dados do censo de 2008: Plano Nacional de Saneamento Básico (2008). Disponível em: ww.ibge.gov.br. Acesso em: ago/2013
9. LAUBUSCH, E. J., 1971. Chlorination and other disinfection processes. In: Water Quality and Treatment: A Handbook of Public Water Supplies (American Water Works Association), pp. 158-224, New York: McGraw-Hill Book Company.
10. Luíz ,Á. M. E.; Pinto, M. L. C.; Scheffer, E. W. O. PARÂMETROS DE COR E TURBIDEZ RELACIONADOS AOS USOS DO SOLO E À MORFOMETRIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARAL, SÃO MATEUS DO SUL-PR1. Programa de Pós-graduação em Geografia. Caminhos de Geografia v. 13, n. 41 mar/2012 p. 52 – 67.Revista on line. Uberlândia, 2012.
11. MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. Cadernos de Saúde Pública vol.10 no.1. Rio de Janeiro Jan./Mar. 1994
12. PATERNIANI, J.E.S.; CONCEIÇÃO, C.H.E. Eficiência da Pré-Filtração e Filtração Lenta no Tratamento de Água para pequenas comunidades. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v.1, n.1, dez, 2004
13. SAAE. Serviço Autônomo de Água e Esgoto. Sistemas de Tratamento de Água. Aracruz. 2006
14. VON SPERLING, M. Introdução a Qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ª Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.