



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS COM ÊNFASE NA DESINFECÇÃO POR CLORO E OZÔNIO

Andressa Paolla Hubner da Silva^{1*}; Manoel Maraschin; Keila Fernanda Soares Hedlund¹; Rutinéia Tassi¹; Elvis Carissimi¹.

¹ Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

* PPGEC - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima 1000, CT Lab, Santa Maria, RS 97105-900, Brasil. E-mail: andressaphubner@gmail.com

Resumo: O grande crescimento da população urbana, atrelado a demanda crescente por água, bem como à iminente perspectiva de sua escassez, vêm acarretando em graves pressões sobre os recursos hídricos, fazendo da busca por tecnologias descentralizadas de abastecimento um tema atual e de grande importância. Uma possível solução para mitigar o impacto sobre os recursos hídricos é utilização da água pluvial. Porém, em geral, devido ao risco de contaminação por micro-organismos e diversas substâncias químicas, para um uso seguro, as águas pluviais necessitam de tratamento antes de sua utilização. A filtração e o descarte dos primeiros milímetros da precipitação são medidas preliminares necessárias, e devido à grande concentração de micro-organismos comumente encontrados, uma etapa indispensável ao tratamento é a desinfecção. O tratamento químico é amplamente utilizado para fins de desinfecção, dentre os desinfetantes, o cloro é o mais utilizado, mais simples e mais acessível. Outra tecnologia básica para melhorar a qualidade microbiológica da água é o uso da ozônio. Dentro desse contexto, este estudo tem como finalidade avaliar a desinfecção das águas pluviais a partir do cloro, em diferentes concentrações, e do ozônio, em diferentes tempos de contato. A pesquisa foi realizada em um sistema de coleta de águas pluviais instalado na unidade habitacional denominada de Casa Popular Eficiente construída no Campus acadêmico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) em Santa Maria/RS. Foi verificado que uma concentração de cloro de 1,5 mg/L e uma ozonização de 15 minutos inativaram todas as bactérias pertencentes ao grupo coliformes totais.

Palavras-chave: Água da chuva. Qualidade. Gestão Hídrica.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

RAIN WATER TREATMENT WITH EMPHASIS ON DISINFECTION BY CHLORINE AND OZONE

Abstract: *The great growth of the urban population, coupled with the increasing demand for water, as well as the imminent prospect of its scarcity, have been causing serious pressure on water resources, making the search for decentralized supply technologies a current topic of great importance. A possible solution to mitigate the impact on water resources is the use of rainwater. However, in general, due to the risk of contamination by microorganisms and various chemical substances, for safe use, rainwater needs treatment before use. Filtration and disposal of the first millimeters of precipitation are necessary preliminary measurements, and due to the high concentration of microorganisms commonly found, an indispensable step in the treatment is disinfection. The chemical treatment is widely used for disinfection purposes, among disinfectants, chlorine is the most used, simplest and most affordable. Another basic technology for improving the microbiological quality of water is the use of ozone. In this context, this study aims to evaluate the disinfection of rainwater from chlorine, in different concentrations, and ozone, at different times of contact. The research was carried out in a rainwater collection system installed in the housing unit called popular efficient house, built at the Santa Maria Federal University of Santa Maria (UFSM) in Santa Maria / RS. It was found that a chlorine concentration of 1.5 mg / L and an ozonation of 15 minutes inactivated all bacteria belonging to the total coliforms group.*

Keywords: Rain water. Quality. Water Management.

1. INTRODUÇÃO

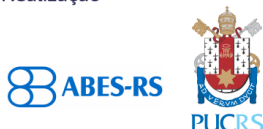
A água é recurso natural essencial para a vida, porém tem sido muito explorada nos últimos tempos. Com o grande crescimento populacional que estamos vivenciando, a demanda por água será insustentável no futuro previsível (WANDERS e WADA, 2015). Além disso, muitas vezes a água é encontrada na natureza de forma degradada, dificultando seu uso para consumo humano. Esses fatores vem tornando a escassez de água uma realidade mundial não só por indisponibilidade quantitativa, mas também qualitativa.

Atrelado a isso, e as grande secas corridas nos últimos anos, a sociedade vem se conscientizando sobre o impacto da ocupação humana no planeta, evidenciando a necessidade de utilização e gestão sustentáveis dos recursos naturais (HUANG, YEH e CHANG, 2010).

Tendo isso em vista, a alguns anos, o uso de tecnologias descentralizadas para abastecimento de água vem aumentando, diminuindo a demanda fornecida pelas companhias de saneamento e liberando suprimentos, de forma a aumentar a eficiência no uso da água, assegurando sua disponibilidade e reduzindo os custos com água potável.

Dentre as várias possíveis soluções para mitigar os impactos sobre os recursos hídricos, uma forma que vem ganhando força é a coleta de água da chuva no ponto de uso (HELMREICH e HORN, 2009), sendo que, atuar no controle da demanda residencial é uma excelente alternativa para atenuar o estresse hídrico, já que, o consumo de água residencial pode constituir mais de 50% do consumo de água em áreas urbanas (GONÇALVES, SIMÕES e WANKE, 2010). Portanto, a

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

incorporação de práticas de sustentabilidade em edifícios é uma tendência crescente, já que proporciona muitos benefícios à sociedade e aos seus aspectos socioeconômicos e ambientais.

A água da chuva, coletada em edificações, normalmente é usada para fins não-potáveis, tais como, descargas de bacia sanitária, rega de jardins, lavagem de carros e calçadas, contribuindo significativamente para a diminuição do consumo de água residencial.

Porém, aspectos práticos em relação ao tratamento, monitoramento e manutenção dos sistemas, para a segura utilização do água pluvial, são limitação acerca do tema.

Dentro desse contexto, neste estudo algumas opções de tratamento foram testadas, a fim de obter uma água com qualidade segura para determinados usos. A água pluvial para análise foi coletada de uma unidade habitacional localizada na Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, campus Santa Maria, e o cloro e ozônio como desinfetantes foram testados.

2. CONSERVAÇÃO DA ÁGUA – SISTEMA DE COLETA E TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

A água é um recurso natural indispensável a vida e a manutenção do meio ambiente e é utilizada nas mais diversas atividades industriais, agrícolas, domésticas, recreativas, culturais, entre outros, porém, o uso desordenado vem tornando esse recurso cada dia mais escasso.

Em relação ao uso doméstico, a água potável é destinada principalmente para atender as necessidades humanas, como, preparação de alimentos, higiene pessoal, irrigação, limpeza, entre outros.

O Brasil detém umas das maiores reservas de água doce no mundo, porém muitas cidades brasileiras vem passando por crises de abastecimento, das quais não escapam nem as situadas na região norte, que contém quase 80% das descargas de água de rios no Brasil (REBOUÇAS, 2003).

Dessa forma, a preocupação em torno do que deve ser feito para que a água seja melhor utilizada e a busca por alternativas a fim de atenuar seu uso intensivo, levou à diversificação de soluções acerca dos recursos hídricos, uma vez que a água de alta qualidade não é necessária para as atividades não potáveis que compreendem grande parte da demanda de água de um edifício (CAMPISANO e MODICA, 2010).

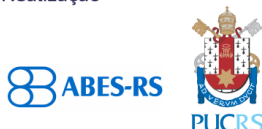
Neste contexto, qualquer tecnologia de conservação implantada localmente para suprir uma determinada quantidade de água com uma qualidade aceitável é bem recebida, sendo que, a conservação da água engloba qualquer ação que busque a redução nas perdas, desperdício ou uso racional desse recurso.

O uso de fontes alternativas de água nas edificações constitui uma medida eficiente para conservação da água, e pode representar uma economia de água potável entre 15 a 30%. Os usos mais viáveis para as águas de fontes alternativas são descargas sanitárias, lavagem de calçadas e carros, e irrigação de jardins (ABES, 2006).

O aproveitamento da água pluvial para diversos fins, vem ganhando destaque em todo o mundo, pois se trata de uma alternativa sustentável simples e eficaz, capaz de diminuir a demanda por água potável. Embora esse sistema de aproveitamento seja provavelmente a técnica mais antiga para lidar com a necessidade de abastecimento de água, nas últimas décadas, como resultado de novas possibilidades tecnológicas, muitos países estão apoiando a implementação moderna desta prática para enfrentar diversos problemas relacionados ao crescente aumento de demanda de água associado às mudanças climáticas, ambientais e sociais (AMOS, RAHMAN e GATHENYA, 2016).

Nas áreas urbanas, o sistema de coleta e aproveitamento de águas pluviais consiste na concentração, coleta, armazenamento e tratamento da água da chuva. Inicialmente a água é coletada de áreas impermeáveis (telhados, calçadas, terraços), em seguida é tratada e armazenada em reservatório de acumulação para posterior utilização.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Irrigação, jardinagem e paisagismo são usos tradicionais para água pluvial coletada, outras utilizações não potáveis consideradas são, utilização para descarga em bacias sanitárias e lavagem superficial em edifícios, o que compõem uma grande parte da demanda de água de edifícios urbanos.

O sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial é formado pelos seguintes componentes (MAY, 2004):

- Área de coleta: área aproveitada para coleta da água pluvial, geralmente telhado ou laje da edificação. Também pode-se utilizar áreas impermeáveis como pátios, calçadas e estacionamentos.
- Peneiras: para evitar o entupimento nos condutores que direcionam a água pluvial. Um sistema de peneiras deve ser introduzido para retirada de folhas e galhos.
- Condutores: sistema de calhas e condutores horizontais e verticais com a função de direcionar a água até o reservatório.
- Sistema de descarte da água de limpeza do telhado: como nas áreas impermeáveis de coleta de águas pluviais geralmente há deposição de materiais orgânicos, é recomendado o descarte da porção inicial de chuva (*first-flush*) que fará a limpeza da superfície.
- Armazenamento: sistema composto por reservatório(s) com o objetivo de armazenar as águas pluviais a fim de atender em partes a demanda por água no interior do edifício e usos externos. O reservatório deve ser projetado a partir da disponibilidade pluviométrica local, da área de coleta e para atender as necessidades de usos pretendidos.
- Tratamento: o sistema para tratamento das águas pluviais depende principalmente da qualidade da água bruta e do seu uso pretendido.

De um modo geral, os sistemas de aproveitamento de águas pluviais apresentam-se como uma forma de conservação da água de baixo custo, fácil manuseio e viabilidade econômica favorável. Porém, devido ao risco de contaminação por micro-organismos e substâncias químicas, a água pluvial exige algum tipo de tratamento antes de sua utilização.

O tratamento de água se dá por um conjunto de processos a fim de adequar as características físicas, químicas e biológicas da água a um padrão que não apresente riscos à saúde da população, sendo que, a escolha do tratamento a ser utilizado dependerá não apenas das características da água coletada, mas também da quantidade a ser tratada e da qualidade necessária ao uso pretendido.

O elevado potencial de contaminação da água pluvial requer o uso de diferentes opções de tratamento para produzir água de qualidade adequada para os usos determinados. As principais opções simplificadas de tratamento para os sistemas de coleta e aproveitamento de águas pluviais incluem filtração, desvio do *first-flush*, e desinfecção.

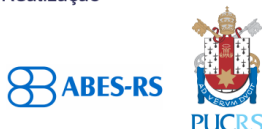
A filtração possibilita a retenção de matéria orgânica e de partículas maiores, como folhas e musgo, sendo a primeira fase do melhoramento da qualidade da água. A segunda etapa corresponde ao dispositivo de desvio da primeira descarga, responsável pelo descarte de um volume inicial do escoamento do telhado.

O descarte dos primeiros milímetros de chuva, constitui uma importante fase do sistema, pois remove as partículas que se acumulam nos telhados. O escoamento inicial da água sobre o telhado exibe um primeiro efeito de descarga, onde a superfície é “lavada” e as concentrações de poluentes e contaminantes diminuem normalmente à medida que a precipitação continua.

Os métodos de desinfecção predominantemente são utilizados para melhorar a qualidade microbiológica da água, e incluem, calor, cloro, radiação solar, radiação ultravioleta, ozonização, entre outros. Sendo que, cada uma dessas opções apresenta vantagens e desvantagens em relação a seu uso.

Dos processos químicos, a cloração é a forma mais comum para desinfecção, pois é de baixo custo, amplamente disponível, e deixa residuais que impedem um novo crescimento microbiano. Embora esse desinfetante venha sendo muito utilizado, a cloração produz subprodutos prejudiciais à

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

saúde, como os trihalometanos (THMs). Para controlar a formação de THMs, pesquisadores sugerem o uso de desinfetantes alternativos ao cloro, como dióxido de cloro e ozônio (PASCHOALATO ET AL., 2003).

Dentre os desinfetantes alternativos ao cloro, o ozônio tornou-se notório nas últimas décadas em função da implementação de padrões cada vez mais restritivos em relação aos subprodutos da cloração, como os trihalometanos (THM), ácidos haloacéticos (AHAs), dentre outros. O ozônio é um potente desinfetante, pouco empregado no Brasil, porém, muito usado na Europa e em pequenas instalações de tratamento de água dos EUA (DANIEL et al., 2001).

O O₃ é um gás incolor de odor característico, gerado a partir de oxigênio quando submetido a descargas elétricas de alta tensão. É a forma triatômica do oxigênio, que na fase aquosa, se decompõe rapidamente a oxigênio e espécies radiculares (KUNZ et al., 2002). O ozônio é muito instável em soluções aquosas, sendo reativo com muitos constituintes presentes na água e sofre o processo de decomposição espontânea (SILLANPÄÄ et al., 2011). Ao ser dissolvido em um líquido, apresenta grande poder de oxidação. A principal dificuldade de implementação da ozonização para tratamento de água é a impossibilidade de o ozônio produzir residual desinfetante no meio líquido que impeça o novo crescimento microbiano, já que o residual de ozônio, decai a oxigênio rapidamente.

Na prática, não há um desinfetante ideal, cada um apresenta vantagens e desvantagens em função das condições de utilização, da qualidade da água a ser tratada e das condições de projeto, operação e manutenção dos sistemas. A seleção da tecnologia desinfetante ideal para um processo de tratamento de água deve levar em conta, a eficácia, o custo, a praticidade e efeitos adversos do agente, entre outros.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho apresenta um estudo em relação a qualidade água pluvial coletada em uma unidade habitacional, denominada casa popular eficiente, localizada da Universidade Federal de Santa Maria, campus Santa Maria – RS.

Nesse estudo, foi avaliado a qualidade da água obtida após diferentes processos de desinfecção, sendo eles cloro e ozônio.

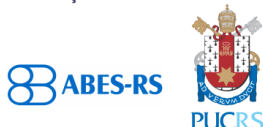
O modelo experimental de coleta das águas pluviais foi composto pelos seguintes elementos: calha, condutor vertical, filtro, para retirada de folhas e galhos, e dois reservatórios, funcionando da seguinte maneira: as águas são coletadas do telhado, composto por telhas onduladas do tipo Tetra-PaK, de 40m² de área, escoam pela calha e são direcionadas ao conduto vertical, passando por um sistema de filtração. Em seguida passam ao reservatório responsável por acumular e descartar os primeiros dois milímetros de chuva, quando este reservatório atingi sua capacidade, um sistema direciona a água pluvial para o reservatório de acumulação.

Após essas etapas, a água foi coletada e levada até o laboratório de saneamento e qualidade da água da UFSM para desinfecção e análises de qualidade.

Foram analisados 06 eventos de precipitação no ano de 2018. Inicialmente foi realizada a caracterização da água pluvial, coletada no reservatório, pelos parâmetros: pH, cor, turbidez, condutividade, temperatura, coliformes totais e *Escherichia coli*. Após a etapa de caracterização, os processos de desinfecção foram realizados, e qualidade final da água pluvial medida pelos parâmetros coliformes totais e *Escherichia coli*.

As análises seguirão como base o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2005 (Tabela 1). A precipitação foi medida em um pluviômetro instalado ao lado do local de estudo.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375

Tabela 11 - Resumo das metodologias de análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos

PARÂMETRO	MÉTODO	MÉTODO REFERÊNCIA (APHA, AWWA e WPCF)
E. Coli (NPM/100ml)	Index – Colilerte - UV	9223 B
Coliformes totais (NPM/100ml)	Index – Colilerte	9223 B
Cor Aparente (uH)	Espectrofotométrico	2120 C
Ph	Eletrométrico	4500 B
Turbidez (UNT)	Nefelométrico	2130 B
Condutividade elétrica (μ s/cm)	Potenciométrico	2510B

Fonte: Adaptado de: APHA, AWWA e WPCF (2005).

2.1. Desinfecção

Cloro

O hipoclorito de sódio é um composto que apresenta facilidade de manuseio e custo relativamente baixo, sendo assim, foi um dos escolhidos para utilização nesse processo. Este foi diluído em água destilada estéril para se obter uma solução de 1000mg/l, feito isso, a água coletada foi distribuída em béqueres de vidro sobre agitadores magnéticos, cada um contendo um volume de 0,5 litro e a solução de hipoclorito de sódio foi adicionada de forma a se obter as dosagens de 0,5; 1,0 e 1,5mg/l de cloro aplicado. Após um tempo de contato de 30 minutos, as análises de qualidade foram realizadas.

Ozônio

Para este estudo, as amostras de água pluvial do reservatório foram submetidas ao borbulhamento de ozônio (O_3) por 5, 10 e 15 min., sendo utilizado um aparelho responsável por essa geração, da marca Enaly, modelo ZO-30N. Esse aparelho realiza a sucção do ar atmosférico, que passa por um sistema de secagem do ar (filtro de sílica gel azul) e posteriormente por um sistema de geração de ozônio. Na outra extremidade do equipamento, uma mangueira com uma pedra porosa na ponta é conectada. Essa extremidade foi introduzida em um frasco contendo aproximadamente 500 ml de amostra que receberá a injeção de O_3 .

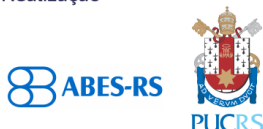
O equipamento utilizado possui capacidade teórica de geração de ozônio de 200 mg/h. Porém, com relação à ozonizadores, a produção máxima de ozônio pode estar muito aquém das especificações fornecidas pelos fabricantes, sendo necessário quantificar a produção de ozônio, para que seja possível trabalhar em condições conhecidas. Para essa quantificação foi utilizado o método iodométrico proposto por Rakness et al., 1996. O resultado obtido foi de 89,3 mg/h de geração de ozônio.

3. RESULTADOS

3.1. Caracterização das águas pluviais

A caracterização das águas pluviais coletadas no reservatório, levando em consideração os eventos de precipitação analisados, estão expresso na tabela 2.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Tabela 2 – Caracterização das águas pluviais

Dia	21/fev	01/mar	20/mar	25/mar	02/abr	13/abr
Precipitação	51,8	23	12,6	63,4	12,2	9,2
Temperatura (°C)	24,9	24,3	23,8	24,9	20,4	23,8
pH	6,17	6,42	6,35	6,55	6,49	6,76
Turbidez (NTU)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Cor (uH)	5,2	18	15,7	9,8	20	31
Condutividade (µS/cm)	8,39	16,13	10,18	11,03	21,08	25,11
Coliformes Totais (NMP/100ml)	1,87E+03	3,24E+03	2,48E+04	3,27E+03	1,65E+04	3,78E+04
E. Coli (NMP/100ml)	0	0	0	0	0	0

3.2. Qualidade da água após desinfecção

Os parâmetros coliformes totais e E. Coli, após desinfecção por cloro em diferentes concentração e ozônio em diferentes tempos de contato estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Qualidade da água pluvial após desinfecção

Dia		21/fev	01/mar	25/mar	02/abr	13/abr
Precipitação		51,8	23	63,4	12,2	9,2
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Cloro 0,5 mg/L	1,0E+00	1,0E+00	1,0E+00	2,0E+00	3,0E+00
	Cloro 1,0 mg/L	1,0E+00	0	0	0	0
	Cloro 1,5 mg/L	0	0	0	0	0
	Ozônio 5 min	1,0E+00	5,10E+00	1,0E+00	1,11E+01	2,43E+01
	Ozônio 10 min	0	0	0	2,0E+00	1,10E+01
	Ozônio 15 min	0	0	0	0	0
E. Coli (NMP/100mL)	Cloro 0,5 mg/L	0	0	0	0	0
	Cloro 1,0 mg/L	0	0	0	0	0
	Cloro 1,5 mg/L	0	0	0	0	0
	Ozônio 5 min	0	0	0	0	0
	Ozônio 10 min	0	0	0	0	0
	Ozônio 15 min	0	0	0	0	0

4. CONSIDERAÇÕES

Analisando a caracterização de águas pluviais, podemos notar uma tendência, principalmente em relação a coliformes, de melhor qualidade relacionado a maior precipitação. Isso provavelmente se deve ao fato diluição da água. Considerando que o reservatório possui capacidade de armazenamento de 200 L e que, durante a precipitação, o telhado vai sendo “limpo”, à medida que o

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

volume de precipitação ultrapassa a capacidade do reservatório, ele extravasa, diluindo a água contida em seu interior.

Na análise de qualidade da água após desinfecção, é possível verificar alguns resultados positivos somente para coliformes totais, sendo que, em todas as amostras, a concentração de cloro de 1,5 mg/L e a ozonização de 15 minutos inativaram todas as bactérias pertencentes a esse grupo.

5. CONCLUSÃO

Para aproveitamento de águas pluviais, é necessário efetuar seu tratamento para adequá-las a padrões compatíveis aos possíveis usos, visando diminuição dos riscos à saúde pública. Como o foco desta pesquisa foi o processo de desinfecção, as análises se concentraram em avaliação das bactérias do grupo coliformes.

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram estimar uma concentração de cloro e um tempo de contato de ozonização para inativação dos coliformes totais e *Escherichia coli*, para águas pluviais coletadas na casa popular eficiente localizada na Universidade Federal de Santa Maria. Sendo que, 1,5 mg/L de cloro e 15 minutos de ozonização, considerando uma geração de ozônio de 89,3mg/h, inativaram todas as bactérias pertencentes a esses grupos.

Os resultados obtidos são de grande importância para determinação de um tratamento adequado para que o uso da água pluvial não leve riscos à saúde da população, além disso, podem servir como base para gestão hídrica e uso das águas pluviais em edificações.

REFERÊNCIAS

ABES. **Uso Racional da Água em Edificações**. GONÇALVES, R. F (Coord.). Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352 p.

AMOS, C.C.; RAHMAN, A.; GATHENYA, J.M. Economic analysis and easibility of rainwater harvesting systems in urban and peri-urban environments: a review of the global situation with a special focus on Australia and Kenya. **Water** v. 8, n. 4, p. 149, 2016.

APHA; AWWA; WPCF. **Standar Methods for the Examination of water and Wastewater**. 21 ed. Washington American Public Health Association, 2005. 733p.

CAMPISANO, A.; MODICA, C. Experimental investigation on water saving by the reuse of washbasin grey water for toilet flushing. **Urban Water Journal**, v. 7, p. 17-24, 2010.

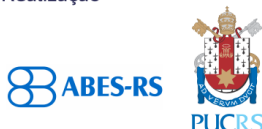
DANIEL, L. T. (Coord). **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável**. PROSAB. Coord. Luiz Antonio Daniel. ABES, Rio de Janeiro, 2001.139 p.

GONÇALVES, R. F.; SIMÕES, G. M. S.; WANKE, R. Reuso de águas cinzas em edificações urbanas – Estudo de caso em Vitória (ES) e Macaé (RJ). **Revista AIDIS**, v. 3, n. 1, p. 120-131, 2010

HELMREICH, B.; HORN, H., 2009. Opportunities in rainwater harvesting. **Desalination**, v. 248, n. 1-3, p. 118-124, 2009.

HUANG, S. L.; YEH, C. T.; CHANG, L. F. The transition to an urbanizing world and the demand for natural resources. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 2, n. 2, p. 136-143, 2010.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212-1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

KUNZ, A.; ZAMORA, P. P. Novas tendências no tratamento de Efluentes têxteis. **Química Nova**, v. 25, n. 1, p. 78-82, 2002.

MAY, S. **Estudo do aproveitamento de águas pluviais para o consumo não potável em edificações**. 2004, 159p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Pulo, 2004.

PASCHOALATO, C. F. P. R.; DI BERNARD, L.; FERREIRA, J. F. Demanda de cloro e permanganato de potássio para oxidação de substâncias húmicas e avaliação da formação de trihalometanos em água. **In: Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental**. Joinville, 2003.

RAKNESS, K.; GORDON, G.; LANGLAIS, B.; MASSCHELEIN, W.; MATSUMOTO, N.; RICHARD Y.; ROBSON, M.; SOMIYA, I. Guideline for Measurement of Ozone Concentration in the Process Gas From an Ozone Generator, **Ozone: Science & Engineering: The Journal of the International Ozone Association**, p. 209-229, 1996.

REBOUÇAS, A. C., Águas no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia Análise & Dados**. Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, p. 341-345, 2003.

SILLANPÄÄ, M. E. T.; KURNIAWAN, T. A., Degradation of chelating agents in aqueous solutions using advanced oxidation process (AOP). **Chemosphere**, v. 83, n.11, p. 1443-1460, 2011.

WANDERS, N.; WADA, Y. Human and climate impacts on the 21st century hydrological drought. **Jornal of Hydrology**, v. 526, p. 208-220, 2015.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375