

CARACTERIZAÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - ESTUDO DE CASO: EDIFÍCIOS DA CIDADE DE GOIÂNIA – GO

Jaquely Araújo de Paula¹
Milton Gonçalves da Silva Júnior²
Fernando Ernesto Ucker³
Mateus Leles de Lima¹
Ressiliane Prata Alonso⁴

RESUMO

A água é o recurso natural mais importante que há no planeta para manutenção da vida. É um recurso que não respeita divisas, atravessa cidades, estados e nações, portanto, é um bem a ser compartilhado por todos. O aumento da demanda por água devido ao crescimento populacional desordenado nas grandes metrópoles e o aumento da poluição dos mananciais com efluentes industriais, residenciais e com resíduos sólidos contribui cada vez mais para a escassez das reservas de água. De forma que se faz necessário uma alternativa para preservação desse recurso natural tão precioso. Existem várias medidas para minimizar o consumo de água potável, uma delas pode ser o reuso de águas cinzas e/ou residuárias que com processo simples de tratamento torna-se possível a sua reutilização, para fins não potáveis. A presente pesquisa teve por finalidade buscar esta solução, apresentando como estudo de caso o tratamento e o reuso de águas cinzas em três edifícios verticais na cidade de Goiânia. Para isso, elenca inicialmente as principais fontes geradoras de águas cinzas, as adaptações necessárias aos edifícios para possibilitar a coleta e tratamento bem como um método de compacto para o tratamento das águas cinzas. O resultado da análise da viabilidade de implantação de um sistema de tratamento de águas cinzas mostra uma interferência positiva, devido ao baixo custo de implantação e manutenção em comparação ao custo de uma edificação, e também por promover a economia de água potável fornecida pela concessionária bem com consequente diminuição de despesas para os proprietários.

Palavras-chave: Reuso, Sustentabilidade, *AcquaCiclus*.

CHARACTERIZATION AND TREATMENT OF ASH WATER FROM CIVIL CONSTRUCTION - CASE STUDY: GOIÂNIA CITY BUILDINGS - GO

ABSTRACT

Water is the most important natural resource on the planet for maintaining life. It is a resource that does not respect foreign exchange, it crosses cities, states and nations, so it is a good to be shared by all. The increasing demand for water due to disorderly population growth in large metropolitan areas and increasing pollution of water sources with industrial, residential and solid waste effluents is increasingly contributing to the scarcity of water supplies. So an alternative is necessary to preserve this precious natural resource. There are several measures to minimize the consumption of drinking water, one of them can be the reuse of gray and / or wastewater which with simple treatment process makes it possible to reuse it for non potable purposes. The present research aimed to find this solution, presenting as a case study the treatment and reuse of gray water in three vertical buildings in the city of Goiânia. For this, it initially covers the main sources of gray water, the necessary adaptations to the buildings to enable the collection and treatment as well as a compact method for the treatment of gray water. The result of the feasibility analysis of a gray water treatment system shows a positive interference due to the low cost of installation and maintenance compared to the cost of a building, as well as to promote the economics of drinking water provided by the utility as well with consequent decrease of expenses for the owners.

Keywords: Reuse, Sustainability, *AcquaCiclus*.

¹ Engenharia Ambiental – Faculdade Araguaia

² Professor do curso de Engenharia Ambiental – Faculdade Araguaia

³ Coordenador do curso de Engenharia Ambiental – Faculdade Araguaia

⁴ Coordenadora do curso de Engenharia Agrônômica – Faculdade Araguaia

INTRODUÇÃO

Segundo Braga *et al* (2005), há no mundo uma disponibilidade finita de água doce capaz de atender às necessidades de consumo da população, desse total de água existente no planeta Terra, apenas 0,5% representa água doce. Segundo o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC, 2005), essa perspectiva é ainda mais crítica, do total de água doce, apenas 0,3% é explorável, o Brasil possui a maior parte da reserva de água doce do planeta, que é o Aquífero Guarani.

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), aproximadamente 70% de toda a água potável disponível no mundo é utilizada para irrigação, enquanto as atividades industriais consomem 20% e o uso doméstico 10% (BIO, 2002).

Segundo Gonçalves *et al* (2010), o consumo de água doméstico pode constituir mais da metade do consumo total de água nas áreas urbanas, do ponto de vista estratégico, atuar no controle da demanda residencial é a melhor alternativa para prorrogar a ocorrência de estresse hídrico nas cidades.

A demanda por água nos grandes centros urbanos faz com que sejam construídos complexos sistemas de captação em rios de grande porte, aos quais tem córregos que cruzam núcleos urbanos e que recebem esgoto não tratado como contribuição. Com o aumento da poluição, cresce o risco de oferecimento de água de má qualidade, crescem os custos para o tratamento da água e cresce o risco de falta de água nas estiagens.

Dentro deste contexto, faz-se necessário aprimorar mais os estudos referentes à minimização da retirada de água dos mananciais, tratamento das águas já utilizadas ou aproveitamento das águas pluviais, todas essas alternativas podem influenciar na preservação desse recurso natural que é tão necessário para manutenção da vida humana.

Uma maneira que pode ser utilizada nas grandes cidades para minimizar a retirada de água dos mananciais é a reutilização de água cinza para consumos não potáveis. As águas cinzas são quaisquer água residual, ou seja, não-industrial, geradas a partir de processos domésticos como lavar roupa e tomar banho.

O reuso de águas cinzas em edificações é perfeitamente possível, desde que seja projetado para este fim, respeitando todas as normas adequadas, em

síntese, evitar que a água reutilizada seja misturada com a água tratada e não permitir o uso da água reutilizada para consumo direto, preparação de alimentos e higiene pessoal.

A reutilização de águas cinzas tratadas em edificações contribuem reduzindo o consumo residencial de água potável, reduzindo também o volume de contaminantes do solo e dos corpos hídricos. Em alguns casos, principalmente em edificações de grande porte, a prática do reuso apresenta-se como uma alternativa mais atrativa, em termos econômicos, do que a utilização de águas pluviais (ALVES *et al.* 2009). Este trabalho teve como objetivo caracterizar as águas cinzas de edifícios residenciais em Goiânia e identificar a possibilidade de reuso da água, para fins não potáveis no próprio condomínio

METODOLOGIA

Área de estudo

O Local escolhido para este estudo foi a cidade de Goiânia, que se situa no Centro Oeste Brasileiro, capital do estado de Goiás, encontra-se entre a latitude 16°40' Sul e longitude 49°15' Oeste. É uma região de topografia quase plana, sua altitude média é de 749 metros acima do nível do mar. O município de Goiânia é limitado ao norte pelos municípios de Goianira, Nerópolis e Goianópolis; ao sul, pelo de Aparecida de Goiânia; a leste, pelo de Senador Canedo e Bela Vista de Goiás; e a oeste, pelos de Goianira e Trindade. O Rio Meia Ponte e seus afluentes, entre os quais se destaca o Ribeirão João Leite, constituem a rede hidrográfica de Goiânia. O acesso Rodoviário se faz pelas BR-153, BR-060, BR-163 e BR-364. Os primeiros edifícios de Goiânia foram para as instalações municipais tendo o *Art Déco* como fonte inspiração, o acervo arquitetônico é considerado um dos mais significativos do país construídos nas décadas de 40 e 50 foram tombados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN. (Cidade Brasil, 2016).

Coleta de dados

O estudo de caso será desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica em livros especializados e artigos científicos, envolvendo vários aspectos relacionados à escassez de água e ao tratamento e reuso de águas cinzas nas edificações da cidade de Goiânia.

Análise dos dados

Através da revisão bibliográfica serão obtidas as informações necessárias para caracterizar as águas cinzas das edificações residenciais de acordo com sua fonte de geração e analisar as possibilidades e a viabilidade para reutilização de águas cinzas para fins não potáveis a fim de gerar uma redução do consumo da água potável fornecida pela concessionária.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

São objetos desse estudo três edifícios residenciais que possuem projeto de Estação de Tratamento de Águas Cinzas – ETAC e estão localizados na cidade de Goiânia. Os edifícios foram denominados com A, B e C, sendo o Edifício A o que está localizado em setor nobre e conta com apartamentos de alto padrão, o Edifício B está localizado em setor mais periférico e possui apartamento de baixo padrão, o Edifício C, está localizado em setor mais periférico e com apartamentos de médio padrão. Durante as pesquisas realizadas neste estudo, os Edifícios A e B estão em fase de utilização da ETAC e o Edifício C está em fase de construção da ETAC. As águas cinzas geradas nas edificações do estudo possuem as seguintes características físicas, químicas e biológicas.

Quadro 1 - Comparação da Caracterização das Águas Cinzas.

Parâmetros	Concentrações	
	Christova-Boal et al. (1996) <i>apud</i> Santos (2003)	Santos et al (2002)
Cor (Hz)	60 - 100	52,3
Turbidez (NTU)	60 - 240	37,35
pH	6,4 - 8,1	7,2
OD (mg/l)	-	4,63

Fósforo Total (mg/l)	0,11 - 1,8	6,24
DBO	76 - 200	96,54
DQO	-	-
Coliformes Totais (NMP/100 ml)	500 - $2,4 \times 10^7$	11×10^6
Coliformes Fecais (NMP/100 ml)	170 - $3,3 \times 10^3$	1×10^6

A ETAC foi dimensionada para os edifícios analisados neste estudo, levando em consideração o volume de efluente e/ou águas cinzas gerado. O tratamento é realizado em cinco etapas conforme croqui na figura 1: A primeira etapa é a coleta das águas cinzas provenientes do uso dos chuveiros e lavatórios por meio de uma tubulação de esgoto independente que conduz a água cinzas até o decantador primário na ETAC.

Na segunda etapa é realizada a remoção de sólidos em suspensão e sólidos flutuantes pelo método de sedimentação no decantador primário, onde as partículas sedimentáveis se aglomeram no fundo do decantador primário e por ser na forma líquida são descartadas na rede pública de coleta de esgoto por meio de uma tubulação dimensionada para este fim, enquanto que a água cinza permanece na parte superior do tanque e é conduzida por gravidade para o tanque de tratamento biológico.

No tanque para tratamento biológico ocorre a terceira etapa, onde é feito a remoção de partículas orgânicas por meio da digestão aeróbia com bactérias desenvolvidas pela própria água cinza, neste tanque há rotores aeradores que auxiliam na oxigenação da água para evitar mau cheiro.

Na quarta etapa a água é conduzida ao decantador secundário também por gravidade para que ocorra a sedimentação e remoção de alguma partícula sedimentável remanescente e a água é direcionada do tanque de acúmulo de água. Na quinta etapa, já no tanque de acúmulo de água, a água em tratamento passa por um filtro de areia automático com diferentes granulometrias de areia e carvão ativado, recebe a adição de cloro para a desinfecção e é conduzida ao reservatório de água de reuso, onde fica disponível para ser utilizada para irrigação das áreas verdes e limpeza da área comum (subsolos, pavimentos de garagens, pavimento térreo e mezanino).

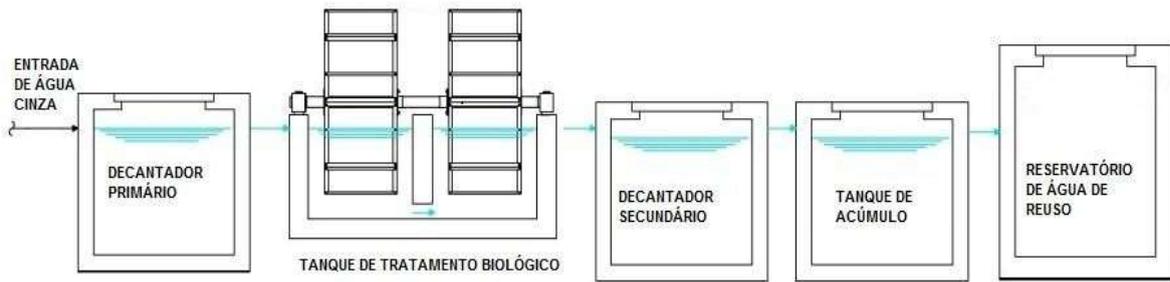


Figura 1 – Croqui da ETAC

O processo de tratamento utilizados nos Edifícios A, B e C é denominado *AcquaCiclus*, uma solução compacta de tratamento de águas cinza pela tecnologia de eixo rotativos, aperfeiçoado por uma empresa do estado de São Paulo. É um sistema com um tanque de tratamento biológico com rotores movidos a energia elétrica, que giram lentamente em torno de eixo horizontal exemplificado na figura 2, estes rotores são revestidos por um material metálico em formato de colmeias (figura 3), o que faz com que haja uma maior superfície de contato e facilita a fixação das bactérias presentes na água cinza e a formação do biofilme, o que aumenta a rapidez e eficácia do processo. Durante o funcionamento, sempre fica uma parte do rotor submerso na água cinza do tanque de tratamento biológico e outra parte fica fora do tanque fazendo sua aeração, conduzindo o oxigênio do ambiente para dentro, para que ocorra a digestão de forma natural da matéria orgânica presente na água cinza por microorganismos aeróbios, sem necessidade de introduzir qualquer produto químico no processo para acelerar a digestão.



Figura 2– Rotor horizontal do tanque de tratamento biológico

Fonte: *Acqua Brasilis*, 2009.



Figura 3 – Detalhe da colmeia do rotor

Fonte: *Acqua Brasilis*, 2009.

Nos edifícios estudados é recolhida somente a água proveniente do uso nos lavatórios e chuveiros da suíte máster para o tratamento na ETAC, desprezando as águas cinzas dos lavatórios de banheiros sociais, de lavabos, de máquina de lavar, pias de cozinha e lavagens de piso. Segundo a Construtora dos edifícios estudados, isso ocorre para que na realização de personalização nos apartamentos não seja necessária alterações no projeto do sistema de coleta da água cinza para a ETAC.

Para fazer o tratamento da água cinza, em edifícios similares aos estudados, é necessário realizar a compatibilização dos projetos hidrossanitários do apartamento quando houver personalização, e também deve ser redimensionado a ETAC e o reservatório de água de reuso de acordo com o volume de água cinza que será gerada e a ser tratada.

Como o volume de água de reuso disponível será maior, este pode ser destinado ao uso nos apartamentos para descarga em sanitários e não ficar restrito o uso somente nas áreas comuns dos edifícios, o que gera a diminuição do uso de água potável também nos apartamentos. Durante a fase de desenvolvimento dos projetos das personalizações dos apartamentos da edificação deverá ser previsto subsistemas para conduzir a água cinza aos ramais, tubos de queda e condutores para conforme demonstrado na figura 4.

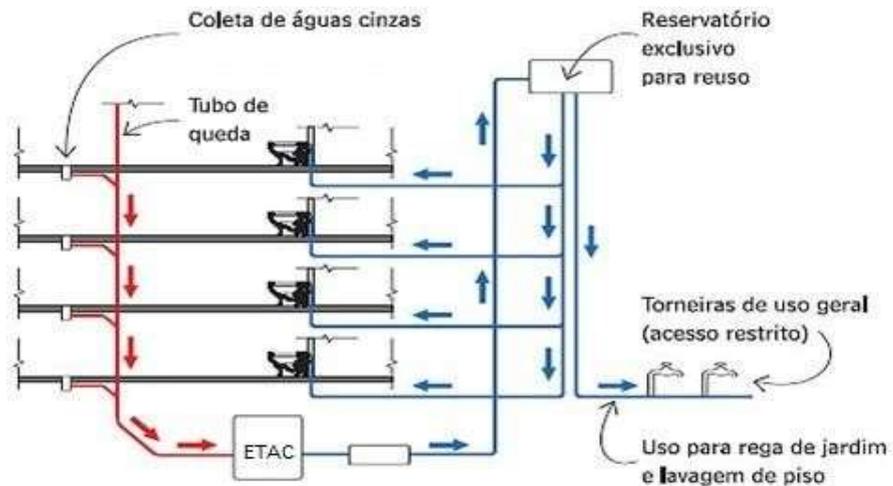


Figura 4 – Projeto de distribuição das águas cinzas

Fonte: *Téchne* (2008).

No Brasil não existe uma legislação específica para o reuso de águas cinza e/ou incentivos para adoção de técnicas de reaproveitamento da água, há a NBR 13969:1997 que traz especificações sobre Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação que norteia o reuso das águas cinzas.

Em algumas cidades foram sancionadas leis municipais a respeito do reuso de água. Em Curitiba foi sancionado a Lei 10.785/2003, Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações, que no artigo 8º descreve da seguinte forma: As Águas Servidas serão direcionadas, através de encanamento próprio, a reservatório destinado a abastecer as descargas de bacias sanitárias e, apenas após tal utilização, será descarregada na rede pública de esgotos.

Seguindo com o mesmo intuito foi sancionado o decreto Nº 47.731, de 28 de setembro de 2006 no Município de São Paulo, que fomenta a adoção preferencialmente a água de reuso, proveniente do polimento do efluente final das Estações de Tratamento de Esgoto ou da recuperação de água de chuva, para aplicações urbanas, que não requeiram água potável, em obras e serviços executados com mão de obra própria ou contratados.

No município de Goiânia onde se encontra os edifícios deste estudo não há uma lei específica para reuso de água na edificação. Então foram adotadas

como parâmetros para o desenvolvimento das ETAC's as determinações da NBR 13969:1997.

Segundo a NBR 13969:1997 o grau de tratamento para uso múltiplo de efluente líquido é definido, pelo uso mais restrigente quanto à qualidade de efluente tratado. No entanto, conforme o volume estimado para cada um dos usos podem-se prever graus progressivos de tratamento (por exemplo, se o volume destinado para uso com menor exigência for expressivo, não haveria necessidade de se submeter todo o volume de esgoto a ser reutilizado ao máximo grau de tratamento, mas apenas uma parte, reduzindo-se o custo de implantação e operação), desde que houvesse sistemas distintos de separação e de distribuição o tipo de tratamento e os respectivos parâmetros exigidos, são obtidos mediante a finalidade do reuso, conforme o quadro 1:

Quadro 2: Classificação das águas de reuso.

Classe	Tipo de Reuso	Parâmetro Exigido	Tipo de Tratamento
Classe 1	Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes.	Turbidez inferior a cinco, coliforme fecal inferior a 200 NMP/100 ml; sólidos dissolvidos totais inferior a 200 mg/L; pH entre 6,0 e 8,0; cloro residual entre 0,5 mg/L e 1,5 mg/L.	Serão geralmente necessários tratamento aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, finalmente, cloração.
Classe 2	Lavagem de piso, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção de lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes.	Turbidez inferior a cinco; coliforme fecal inferior a 500 NMP/100ml; cloro residual superior a 0,5 mg/L.	É satisfatório um tratamento biológico aeróbico seguido de filtração de areia e desinfecção. Pode-se também substituir a filtração por membranas filtrantes.
Classe 3	Reuso nas descargas dos vasos sanitários.	Turbidez inferior a 10; coliformes fecais inferiores a 500 NMP/100.	Tratamento aeróbico seguido de filtração e desinfecção.

Classe 4	Irrigação de pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.	Coliforme fecal inferior a 5000 NMP/100 ml, e oxigênio dissolvido acima de 2,0 mg/L.	-
----------	---	--	---

CONCLUSÃO

No estudo de caso apresentado, concluiu-se que a implantação de um sistema de reuso de água cinza apresenta um grande potencial de aproveitamento e viabilidade, com um custo benefício expressivo e, além disso, o sistema não exige despesas consideráveis com manutenção, já que praticamente todo o processo é automatizado, e possui um valor acessível se comparado ao custo total para um empreendimento do porte dos empreendimentos citados neste estudo.

Contudo, outro fator que torna viável o sistema de tratamento e reuso de água cinza além do baixo custo de implantação e manutenção é o fato da ETAC ocupar pouco espaço por ser um sistema compacto, e também por promover a economia de água potável, com consequente diminuição de despesas para os proprietários. Demonstrando importância no aspecto arquitetônico para viabilizar uma planta de reuso da água em um edifício, de acordo com suas especificidades.

Sendo assim, a qualidade da água cinza tratada pela ETAC, embora esteja de acordo com a NBR 13969/97, possui limitações e deve ser utilizada somente para fins não potáveis, e deve ser controlado o tipo de uso das águas de reuso. Todos os pontos onde a água é ofertada devem ser devidamente sinalizados e de preferência de acesso restrito. No caso das torneiras de jardim, devem existir também pontos que ofertem água potável, para realização de atividades que exijam uma água de melhor qualidade. Devem ser delegadas funções de fiscalização e de manutenção do sistema a pessoas que façam parte da equipe do condomínio, de modo que elas advirtam e orientem sobre os riscos da utilização das águas cinzas tratadas.

REFERÊNCIAS

- ACQUA BRASILIS. Sistemas de tratamento de água. Disponível em: <<http://acquabrasilis.com.br/index.php/tratamento-e-reuso-de-aguas-cinzas-acquaciclus/>> Acesso em: 10 de outubro de 2016.
- ALVES, Wolney Castilho; KIPERSTOK, Asher; ZANELLA, Luciano; PHILIPPI, Luiz Sergio; SANTOS, Maria Fernanda Lopes; VALENTINA, Renata Spinassé Della; OLIVEIRA, Laila Vaz; GONÇALVES, Ricardo Franci. Tecnologias de conservação em sistemas prediais. In: Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB). **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p 219-294.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969:1997**. Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997. 60p.
- BIO: Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente. Água: o ouro azul do século XXI. Rio de Janeiro, RJ, v.11, n. 21, jan./mar. 2002.
- BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- Brasil, Curitiba. Lei nº 10.785, de 18 de setembro de 2003. Estabelece o programa de conservação e uso racional da água nas edificações - PURAE. Disponível em:<<https://leismunicipais.com.br/legislacao-municipal/5520/leis-de-curitiba>> Acesso em: 28 de outubro de 2016.
- Brasil, São Paulo. Decreto Nº 47.731, de 28 de setembro de 2006. Regulamenta o Programa Municipal de Conservação e Uso Racional da Água e Reuso em Edificações. Disponível em: <http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integra.asp?alt=29092006D%20477310000> Acesso em 10 de novembro de 2016.
- CHRISTOVA-BOAL, D.; EDEN, R. E.; MACFARLANE, S. An investigation into greywater reuse for urban residential properties. *Desalination*. v. 106, n. 1-3, p. 391- 397, 1996.
- CONSUMO SUSTENTÁVEL: Manual de educação. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC, 2005. 160 p.

Goiânia através da Cidade Brasil. Disponível em: <<http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-goiania.html>> Acesso em: 16 de setembro de 2016.

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 de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica**. Espírito Santo, v. 3, n. 1, p. 120-131, 2010. Disponível em: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/23795/pdf_895>

Acesso em: 11 de novembro de 2016.

SANTOS, D. C. Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade ambiental. Ambiente construído, Porto Alegre. v. 2, n. 4, p. 7-18, 2002. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjQr523r4PRAhVBDZAKHQbaAH0QFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.seer.ufrgs.br%2Fambienteconstruido%2Farticle%2Fdownload%2F3429%2F1847&usg=AFQjCNF7pljkqBJKDCXt6eOROgdLLyHaXg&sig2=NTAg4CQeWs1oe9BBUAau2A>> Acesso em: 10 de outubro de 2016.

TÉCHNE. Sistema de aproveitamento de águas pluviais para usos não potáveis. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/133/artigo77956-1.asp>> Acesso em: 10 de outubro de 2016.

Recebido em 26 de março de 2018.

Aprovado em 30 de abril de 2018.