



Reúso de água de dreno de ar condicionado para fins não potáveis Reuse of drain water for non-potable purposes

Cecília de Castro Bolina¹

Augusto Lopes Rodrigues²

Marcelus Isaac Lemos Gomes³

Gustavo de Oliveira Manata Sardinha⁴

Marielle Vieira Félix⁵

Resumo: O mundo atual, principalmente nos anos de 2014 até 2016, passa por um período de secas prolongadas e falta de recursos hídricos para abastecimento da população. No Brasil, cidades grandes da região sudeste e nordeste passam por racionamentos no abastecimento público devido à escassez de água nos mananciais de captação. Neste propósito, este estudo tem o objetivo de avaliar o possível uso de água proveniente dos drenos de ar condicionado no Centro de Gestão de Espaço Físico (CEGEF) da Universidade Federal de Goiás para fins não potáveis tais como lavagem dos passeios, uso em bacias sanitárias, ou até mesmo para regar os jardins, priorizando-se a produção de água tratada, exclusivamente, para o consumo humano. Observou-se que o volume produzido é relativamente alto, chegando a 1.591 e 2.713 litros na estação seca e chuvosa respectivamente. Porém, a economia financeira é pequena, e o resultado da análise laboratorial mostrou presença de sulfeto de hidrogênio acima do permitido pela portaria do Ministério da Saúde MS 2914/11 impossibilitando, assim, seu uso para fins potáveis. Logo, sua utilização é recomendada para o uso em bacias sanitárias.

Palavras-chave: Aproveitamento; dreno de ar condicionado; sulfeto de hidrogênio; contaminação.

¹ UFG – Universidade Federal de Goiás

² PUC Goiás - Pontifícia Universidade Católica de Goiás

³ PUC Goiás - Pontifícia Universidade Católica de Goiás

⁴ PUC Goiás - Pontifícia Universidade Católica de Goiás

⁵ PUC Goiás - Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Abstract: The current world, especially in the years 2014 to 2016, goes through a period of prolonged droughts and lack of water resources to supply the population. In Brazil, large cities in the southeastern and northeastern regions go through rationing in the public supply due to the scarcity of water in the catchments. In this purpose, this paper to evaluate the possible use of water from the air conditioning drains in the Center of Management of Physical Space (CEGEF) of the Federal University of Goiás for non potable purposes such as rinsing the lavatories, use in sanitary basins or even to water the gardens, prioritizing the production of water treated exclusively for human consumption. It was observed that the volume produced is relatively high, reaching 1.591 and 2.713 liters in the dry and rainy season respectively. However, the financial economy is small, and the result of the laboratory analysis showed the presence of hydrogen sulphide above that allowed by Ministry of Health MS 2914/11, thus making it impossible to use them for drinking purposes. Therefore, its use is recommended for use in sanitary basins.

Keywords: Exploitation; air-conditioning drain; hydrogen sulfide; contamination.

1. Introdução

A escassez de água em regiões urbanas faz grandes contingentes populacionais sofrerem, limitando, assim, a atividade econômica, e o retardamento do progresso. A realidade é que em vários estados brasileiros como São Paulo, Rio de Janeiro e o Espírito Santo, o abastecimento encontra-se ameaçado por problemas relacionados tanto com a quantidade quanto com a qualidade da água (Gonçalves, 2005; Costa *et al.*, 2016).

Desde o ano de 1950, a população mundial aumentou três vezes, enquanto que a demanda por água cresceu seis vezes. No Canadá, por exemplo, a Organização das Nações Unidas (ONU) informou que, entre 1972 e 1991, a população aumentou aproximadamente 3% ao passo que o consumo de água subiu 80%. Portanto, há um acréscimo desproporcional, quase que exponencial do consumo de água em relação ao crescimento populacional (Kelman, 2003; Silva; Orsine, 2011).

Para Mierzwa (2002) a partir do momento em que cresceu a demanda por água, o governo brasileiro viu-se obrigado a estabelecer normas e leis que disciplinassem a utilização dos recursos hídricos pelos diversos segmentos da sociedade.

Portanto, em 1997, a Lei Federal 9.433 assumiu esse papel, introduzindo um novo modelo de Gerenciamento dos Recursos hídricos no Brasil. A lei é fundamentada nos princípios de que a água é bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Portanto, visando minorar os impactos causados pelas ações antrópicas sobre os recursos hídricos, a busca de fontes alternativas de abastecimento de água torna-se imperativo.

Nesse contexto é que se insere o reúso de água como forma de amenizar a retirada de água dos mananciais, sendo ele utilizado como configuração exclusiva para o consumo humano na forma potável.

Segundo Mancuso e Dos Santos (2003) o reúso da água subentende uma tecnologia desenvolvida em maior ou menor grau, dependendo dos fins a que se destina a água, e de como ela tenha sido usada anteriormente. O que dificulta, entretanto, a conceituação precisa da expressão “reúso de água” é a definição do exato momento a partir do qual se admite que o reúso esteja sendo feito.

O termo água de reúso passou a ser utilizado com maior frequência na década de 1980, quando as águas de abastecimento foram se tornando cada vez mais caras, onerando o produto final quando usadas no processo de fabricação. Como o preço do produto, ao lado de sua qualidade, é fator determinante para o sucesso de uma empresa, a indústria passou a procurar, dentro de suas próprias plantas, a solução para o problema, tentando reaproveitar ao máximo seus próprios efluentes (Mancuso; Dos Santos, 2003).

As discussões e a conscientização ocorrem em escalas múltiplas, e a suas realizações dependem de contextos políticos, culturais, sociais, econômicos e geográficos. Embora a técnica de reúso seja cada vez mais apreciada como uma das opções para a racionalização dos recursos

hídricos, ela ainda depende de vontade política para se concretizar como tecnologia viável, pois o custo da metragem cúbica da água tratada proveniente do serviço público é barata comparada ao custo do processo de produção e tratamento da água de reuso para utilização pela população (Telles; Costa, 2007; Silva; Santana, 2014).

Na construção civil começou-se a incorporar a partir do estabelecimento dos princípios da qualidade total, e do surgimento da série de normas internacionais ISO 9.000, o conceito de defeito e de retrabalho foi incorporado à linguagem das empresas. A partir do surgimento da série de normas ISO 14.000, tais mudanças se tornaram pré-requisitos para a certificação pela NBR ISO 14.001 e muitas empresas, na ânsia de obter tal reconhecimento internacional do seu Sistema de Gestão Ambiental, adotaram tais procedimentos. As empresas que investiram numa imagem ambiental, utilizando processos menos poluidores, e que colaboraram para a preservação do meio ambiente são mais respeitadas, têm a simpatia do público e crescem mais do que as outras (Yemal *et al.*, 2011; Bastos; Calmon, 2013; Teixeira *et al.*, 2016). Neste contexto insere-se o reuso da água do dreno do ar condicionado.

Os aparelhos de ar condicionado conhecidos atualmente provêm da criação de um processo mecânico para condensar o ar, feito pelo engenheiro norte americano Willys Carrier. Essa tecnologia teve início, com um problema da empresa impressora de papéis em Nova York que devido à grande umidade e calor imprimia imagens borradas. Então, Carrier desenvolveu um sistema que resfriava o ar dessa empresa por meio da circulação por dutos resfriados artificialmente (Stoecker; Jones, 1985; Will, 1998).

O princípio de funcionamento dos condicionadores de ar baseia-se na troca de temperatura do ambiente, por meio da passagem do ar pela serpentina do evaporador que por contato sofre queda ou acréscimo de temperatura, dependendo do ciclo utilizado, baixando a umidade relativa do ar. Nos condicionadores de ar, o dreno é a parte responsável por remover a água produzida pelo aparelho. Quando em operação, a condensadora retira a umidade do ambiente em que está instalado, realizando o processo de condensação que é quando o fluido é retirado da evaporadora por meio dos drenos (Medina Filho *et al.*, 2016).

Ainda segundo Medina Filho *et al.* (2016), nos aparelhos *splits* que são os mais utilizados, os drenos são feitos por meio de dutos, sendo os materiais mais comuns, mangueiras de polietileno ou canos de Policloreto de vinila (PVC).

Os aparelhos de ar condicionado do tipo *splitHi-Wall* permitem sua instalação na alvenaria sem a necessidade da abertura de vãos como os de janela, por isso são chamados popularmente de ar condicionados de parede. O *Hi-Wall* é o tipo mais comum de *split*, sendo seu uso maior em estabelecimentos comerciais de pequeno porte e em residências. A saída de seu dreno já é deixada pelo fabricante, cabendo ao usuário apenas a necessidade de colocação de uma mangueira ou tubo de PVC, para o direcionamento ao local de despejo da água (Figura 1) (Springer, 2017).



Figura 1: Condensadora de Ar Condicionado com o Dreno.

2. Metodologia

O presente estudo caracterizado por ser uma pesquisa quantitativa, de caráter descritivo-exploratória, onde os dados foram coletados, conferidos, anotados e analisados.

A primeira etapa do presente estudo consistiu em pesquisa bibliográfica por meio de livros, artigos, periódicos, dissertações, teses e consultas às normas para embasamento teórico referente ao assunto abordado.

A segunda etapa consistiu na coleta de dados em dois aparelhos de ar condicionado do tipo *split*, sendo um aparelho de 60.000 BTU (Figura 2) e o outro de 12.000 BTU (Figura 3), ambos no prédio do Centro de Gestão do Espaço Físico da Universidade Federal de Goiás (CEGEF-UFG), localizado na Av. Universitária, 1593, Setor Universitário, Goiânia-Goiás.



Figura 2: Aparelho 60.000 BTU.



Figura 3: Aparelho 12.000 BTU.

2.1 Coleta de Material

A coleta da água foi feita diariamente com a anotação do horário de acionamento e desligamento de cada aparelho, no período de 15 dias para serem descartados os valores discrepantes. Os períodos de coleta compreendem os meses de Agosto e Setembro de 2015 e Abril e Maio de 2016, sendo livres os dias e horários da utilização pelos funcionários. Os galões de armazenamento da água foram galões de água mineral, ambos de vinte litros, com pesos de 0,71 e 0,77 gramas na primeira coleta. Na segunda coleta, os pesos foram 0,73 e 0,75 gramas.

Com a água coletada foi feita uma análise laboratorial físico-química para a possível constatação de prováveis constituintes do fluido após a passagem dele pelas serpentinas das condensadoras. Esse processo foi feito para a definição da qualidade e da possibilidade do local de aproveitamento dessa água.

2.2 Controle da Umidade

O controle da umidade foi feito através da média da umidade dos horários de funcionamento de cada aparelho. Os dados das umidades utilizados foram provenientes da estação meteorológica do setor Central, Heliponto, Goiânia-Goiás, adquiridos no site: <http://www.simehgo.sectec.go.gov.br/simehgo/index.php>.

2.3 Estudo do volume produzido e finalidade

Com os volumes coletados nos dois aparelhos de ar condicionado foi feito um estudo da capacidade de geração de água dos drenos das salas, cinco, que possuem aparelhos do tipo split.

Isso foi feito com o auxílio de uma equação linear proveniente dos dados obtidos pelas duas condensadoras para que pudesse ser comparado com os demais aparelhos.

A finalidade da água, em princípio, será para fins não potáveis nas próprias dependências do prédio como a lavagem dos passeios e ou utilização nas bacias sanitárias, ou até mesmo para regar os jardins do edifício.

3. Resultados e discussões

O volume de água condensada produzida diariamente nos períodos coletados foi comparado, e percebeu-se que nos meses de 2016, a quantidade produzida foi maior que no período de 2015 nas duas condensadoras (Figuras 4 e 5).

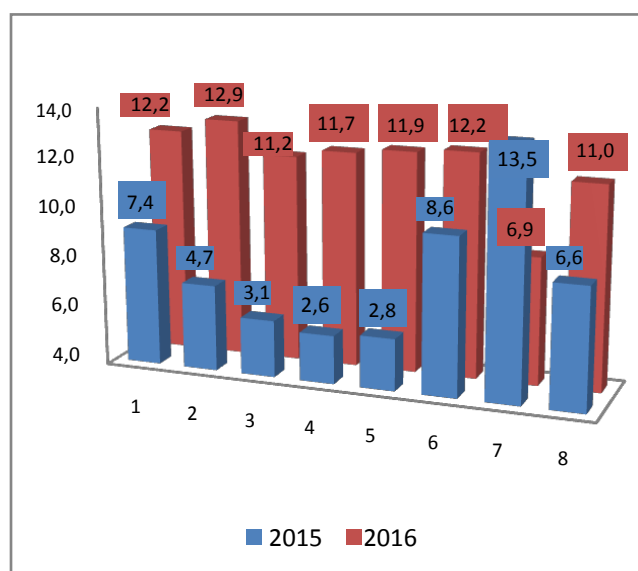


Figura 4: Volume de água em litros produzido no aparelho 1 nos anos de 2015 e 2016.

As unidades foram medidas através da média simples dos horários de funcionamento dos aparelhos (Figuras 6 e 7).

Porém, durante a análise dos resultados, optou-se em desprezar alguns volumes por fatores diversos como: entupimento da mangueira, volume discrepante dos demais mesmo com tempo de funcionamento maior, a não marcação dos horários de acionamento e desligamento por parte do corpo colaborador da pesquisa, etc.

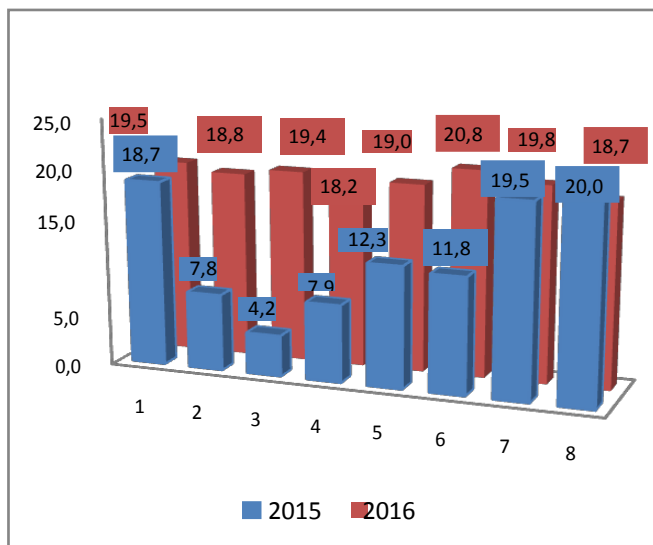


Figura 5: Volume de água em litros produzido Aparelho 2 nos anos de 2015 e 2016.

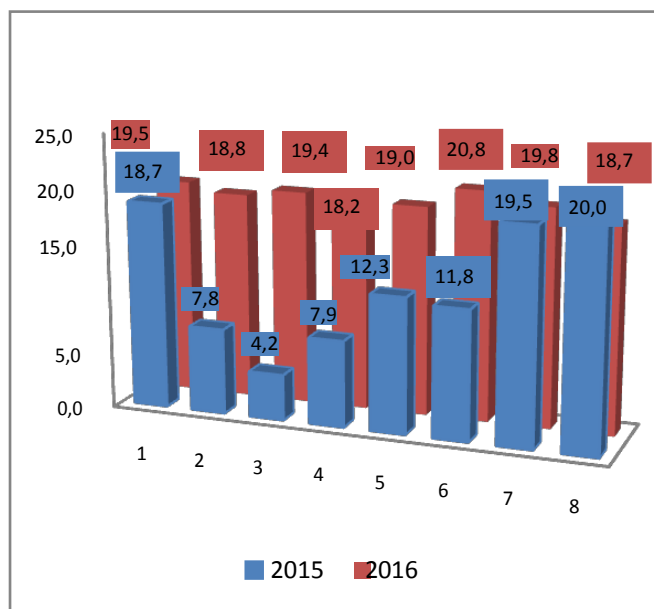


Figura 6: Umidade diária (%) Aparelho 1.

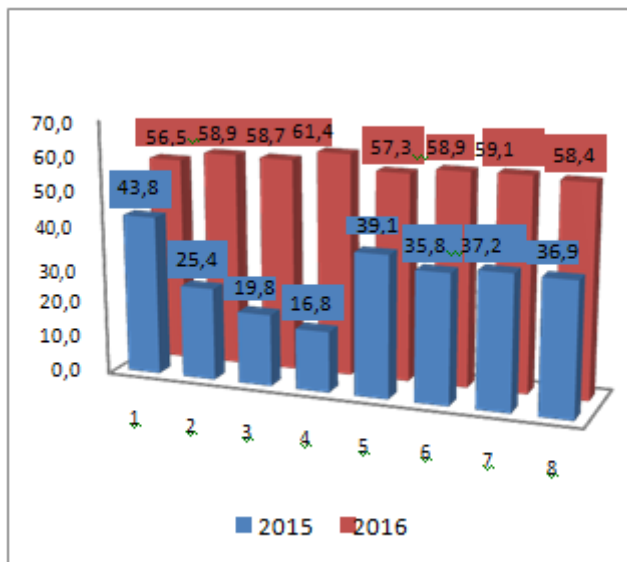


Figura 7: Umidade diária (%) Aparelho 2.

3.1 Análise Laboratorial

Os resultados da análise laboratorial podem ser vistos da Tabela 1, sendo os valores de referência contidos em anexo, obtidos através do método do laboratório.

Tabela 1: Análise Laboratorial.

Parâmetros	Resultados	Unidade	Limite de Quantificação	Método
Alcalinidade Total	14,50	mgCaCO ₃ /L	0,10	SMWW 2320B
Carbonato	<0,10	mg CaCO ₃ /L	0,10	SMWW 2320B
Hidróxido	<0,10	mg CaCO ₃ /L	0,10	SMWW 2320B
Alcalinidade	14,50	mg CaCO ₃ /L	0,10	SMWW 2320B
Cloreto	<0,50	mgCl ⁻ /L	0,50	SMWW 4500-CFB
CO ₂	0,70	mgCO ₂ /L	0,10	SMWW 9215B
Cobre	<0,002	mg/L	0,02	SMWW 3120B
Condutividade	36,00	µS/cm	0,10	SMWW 2510B
Dureza	9,00	mgCaCO ₃ /L	1,00	SMWW 2340C
Sulfeto de hidrogênio	10,16	mgH ₂ S/L	0,10	SMWW 3120B
Ferro total	0,07	MgFe/L	0,01	SMWW 3500-FeB
Gosto e Odor	0	NA	NA	Sensorial
Cor aparente	<1,00	mPt-Co/L	1,00	SMWW 2120C
Oxigênio consumido	1,10	mgO ₂ /L	1,00	CETESBL5 143
pH	7,60	NA	1,00 a 13,00	SMWW 4500-H+B
Sólidos dissolvidos totais	21,00	mg/L	2,50	SMWW 2540C
Turbidez	1,00	NTU	0,10	SMWW 2130B

O fato do CEGEF está situado em frente à Avenida Universitária, que é uma via importante e com movimento intenso do transporte coletivo de Goiânia e região metropolitana e de caminhões de portes médios e pequenos, provoca a liberação de compostos de enxofre, proveniente da combustão de óleo diesel em seus motores, no ar da região, constatado na análise laboratorial.

Segundo a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde (MS), o parâmetro de limite de potabilidade da água para consumo humano é de < 0,1 mg/L para sulfeto de hidrogênio (H₂S). Para Heller e Pádua (2006) os sulfetos dissolvidos existentes na água estão sob a forma de moléculas não-ionizadas de sulfeto de hidrogênio (H₂S), hidrossulfeto (HS⁻) e, mais raramente na configuração de sulfeto (S²⁻). No entanto, o equilíbrio entre as formas é uma função do pH. Sendo assim os pesquisadores afirmam que concentrações de sulfeto não devem ser consideradas se o pH for menor que 10. Em concentrações apreciáveis de sulfeto, toxicidade e odor forte do íon sulfeto, ele faz com que a água torne-se indesejável tanto para abastecimento quanto a outros usos. O nível de sulfeto de hidrogênio encontrado em águas consideradas oxidadas é geralmente muito baixo porque ele é convertido de forma rápida em sulfato. Por conseguinte o sulfato têm efeitos gastrointestinais laxativos e ocasiona gosto na água. Como foi encontrado no presente trabalho valores de sulfeto de hidrogênio de aproximadamente 100 vezes a mais que o permitido pela portaria MS 2.914/2011 isso, inviabilizou o uso do fluido para consumo humano. Portanto, sugere-se sua utilização em bacias sanitárias dos banheiros do

prédio que são do tipo válvulas de descarga do modelo Deca, com uso aproximado de dez litros a cada acionamento. Essa finalidade pode ajudar a solucionar um problema que é o aparecimento e o acúmulo de lodo nas saídas dos tubos dos drenos, ocasionado pelo acúmulo de umidade.

3.2 Estimativa de Volume Produzido

A estimativa do volume produzido por cada condensadora, nos períodos secos e chuvosos, é mostrada na Tabela 2. Para a projeção do volume, foi considerado um período de vinte e dois dias trabalhados no mês (excluídos finais de semana) e cinco horas diárias, que foi a média do horário de funcionamento dos aparelhos.

Tabela 2: Estimativa do Volume Mensal Produzido em Cada Condensadora.

Aparelho (BTU)	Estação	Volume (L/h)	DIAS	Horas	Volume produzido (L)
12.000	SECA	1,12	22	5	123,09
12.000	CHUVOSA	2,04	22		224,82
60.000	SECA	2,15	22		236,97
60.000	CHUVOSA	3,52	22		387,31

Depois de constatado o volume produzido pelas condensadoras dos aparelhos de 12.000 e 60.000 BTU, interpolou-se os valores, em ambas as estações, para chegar a duas equações lineares (Equação 1 e 2), a fim de fazer a estimativa dos volumes produzidos pelas condensadoras de potências diferentes do edifício.

$$Y = 0,002373X + 94,62 \text{ (seca) (Equação 1)}$$

$$Y = 0,003385X + 184,20 \text{ (chuvosa) (Equação 2)}$$

Onde: Y em BTU; X: volume produzido.

Nas Tabelas 3 e 4, pode ser constatada a estimativa do volume, diário e mensal, produzido pelas nove condensadoras, todas do tipo *split*, nas estações secas e chuvosas respectivamente.

Tabela 3: Estimativa do volume diário e mensal produzido na estação seca.

BTU	Volume	QUANTIDADE	Volume Produzido
12.000	123,09	2	246,18
30.000	165,80	4	663,18
48.000	208,50	1	208,50
60.000	236,97	2	473,94
TOTAL (1/Dia)			72,68
TOTAL (1/Mês)			1.591,80

Tabela 4: Estimativa do volume diário e mensal produzido na estação chuvosa.

BTU	Volume	Quantidade	Volume Produzido
12.000	224,82	2	449,64
30.000	285,75	4	1.143,02
48.000	346,69	1	346,69
60.000	387,31	2	774,62
TOTAL (1/Dia)			123,36
TOTAL (1/Mês)			2.713,96

A economia (Tabela 5) foi baseada na estimativa da produção mensal, sendo o preço da metragem cúbica de água tratada retirado de valores da concessionária local, Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO).

O preço da coleta e tratamento de esgotos não foi computado, pois a taxa de cobrança é feita em cima do volume de água tratada faturado no mês.

Tabela 5: Estimativa da economia mensal.

Estação	Volume (m ³ /mês)	Custo (m ³)	Economia Mensal
Seca	1,59	R\$ 7,50	R\$ 11,94
Chuvosa	2,71	R\$ 7,50	R\$ 20,35

4. Conclusões

Após a observação dos dados foi constatado que o volume produzido pelas condensadoras nos meses durante a estação chuvosa é maior se comparado ao período de estiagem. Isso ocorre pelo fato da umidade ambiente ser maior nos meses de chuva, e como a condensadora retira umidade do ambiente visando ao seu resfriamento, produz-se, assim, maior

volume de água.

A análise laboratorial mostrou a presença de sulfeto de hidrogênio no fluido apresentando valores maiores que a legislação permite para o consumo humano. Com isso, seu uso para fins potáveis tornou-se inviável, sendo o seu uso recomendado para a utilização em bacias sanitárias do próprio edifício e outros fins tais como regas de jardim da própria unidade.

As projeções dos volumes produzidos mostraram que a quantidade mensal é significativa, já que é possível a utilização de 159 e 271 vezes o uso das bacias sanitárias nas estações secas e chuvosas respectivamente.

Percebe-se que o volume total de água proveniente das condensadoras ao final de um mês é expressivo, sendo que quase a totalidade dos casos ele é desprezado, provocando a produção de lodo, mofo e outros seres que necessitam do meio úmido para se procriarem.

Portanto, em edifícios que possuem grande quantidade de condensadoras o volume produzido é alto, podendo ser uma fonte alternativa para fins não potáveis e promovendo a redução do custo da conta de água mensalmente.

5. Referências

BASTOS, C.S.; CALMON, J. L. Uso de água residual do ar condicionado e de água pluvial como gestão da oferta em uma edificação comercial: estudo de caso. *Revista Hábitat Sustentável*. Vol. 3, Nº. 2, 66-74. 2013.

BRASIL. Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Lei dos Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em: 26 fev. 2017.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria n.º 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre normas de potabilidade de água para o consumo humano. Brasília: SVS, 2011.

COSTA, Alexandre P.; SANTOS, Janderson R. S. dos; SANTOS, Manoel J. dos; ALVEZ, Kaline S.; COSTA, Isabely P. C. da; VILAR, Silvana B. O. Aproveitamento da água condensada dos aparelhos de ar-condicionado como fonte de irrigação para espaços verdes no município de Batalha/AL. 7^o Congresso Brasileiro de Extensão Universitária. Ouro Preto-MG, 2016.

GONÇALVES, R. F. *Uso Racional da Água em Edificações*. Editora Prosab, Vitória, ES, 2005.

HELLER, L.; PÁDUA, V.L. *Abastecimento de Água para Consumo Humano*. Editora UFMG. Belo Horizonte, 2006.

KELMAN, J. O desafio de levar água para todos. *Revista SENAC de Educação Ambiental*. Rio de Janeiro, ano 12, nº1, p. 8-12, jan./abr. 2003.

MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. *Reúso de Água*. Editora Manole. Barueri, SP, 2003.

MEDINA FILHO, M. L. P.; OLIVEIRA, L. A. N.; SOUZA, M. R. de; CASTRO, R. S. de; NAZARETH, T. B. Estudo da Captação de Água de Aparelhos Condicionadores de Ar: Uma Proposta de Reutilização em Bacias Sanitárias. X EEPA. Paraná, 2016.

MIERZWA, J. *O uso racional e o reúso como ferramenta para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria: Estudo de caso da Kodak Brasil*. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, 2002.

SILVA, L. C. da; ORSINE, J. V.C. Reutilização de água como ferramenta de sistemas de gestão ambiental agroindústrias e domésticos. *Revista Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011.

SILVA, M. A.da; SANTANA, C. G. de. Reuso de Água: possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas. *Revista do CEDS*. n^o. 1 agosto/dezembro 2014.

SPRINGER CARRIER. *Manual de instalação, operação e manutenção*. Disponível em: <http://www.osmag.com.br/downloads>. Rio Grande do Sul, 2017.

STOECKER, W.; JONES, J. W. *Refrigeração e Ar Condicionado*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

TEIXEIRA, M.G.; ZAMBERLAM, J.F.;SANTOS, M.B. dos; GOMES, C. M. Processo de mudança para uma orientação sustentável: análise das capacidades adaptativas de três empresas construtoras de Santa Maria-RS. *Journal of Environmental Management and Sustainability – JEMS*. Revista de Gestão Ambiental – GeAS. Vol. 5, n^o. 1. Janeiro/Abril. 2016.

TELLES, D.; COSTA, R. H. P. G. *Reúso da água: Conceitos, Teorias e Práticas*. São Paulo-SP, Editora Blucher, 2007.

WILL, H.M. The First Century of Air Conditioning. Introducing a Special Series.*ASHRAE Journal*. Canadá, 1998.

YEMAL,J.A.; TEIXEIRA, N.O.V. Sustentabilidade na Construção Civil. International Workshop Advances in Cleaner Production, Universidade Paulista. Santos, São Paulo, 2011.