

AVALIAÇÃO FINANCEIRA DO REÚSO DA ÁGUA DE CONDICIONADORES DE AR EM CONDOMÍNIO

ISABELLA SANTOS NASCIMENTO¹, ZACARIAS CAETANO VIEIRA²

¹Discente do Engenharia Civil, IFS, Aracaju-SE, isanasto@gmail.com;

²Me. Engenharia Civil e Ambiental, Prof. COED, IFS, Aracaju-SE, zacariascaetano@yahoo.com.br;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Os aparelhos de ar condicionado são utilizados em larga escala, desde edificações públicas (escolas, órgãos públicos, etc) até edificações residenciais. A utilização desses aparelhos gera um gotejamento de água, que na maioria dos casos é desperdiçada, quando poderia ser reutilizada para outros fins, e também gera patologias construtivas nas edificações que causam prejuízos físicos e estéticos para a edificação. Diante do exposto, este artigo tem como objetivo, realizar a simulação da captação de água dos aparelhos de ar condicionado e utilização em usos não potáveis em um condomínio residencial de Aracaju/SE. Utilizou-se o Condomínio Residencial Mar de Aruana II, o qual possui 396 apartamentos. Em visita ao local verificou-se que o mesmo possui atualmente 177 aparelhos. Para simulação do volume de água produzido adotou-se que todos os aparelhos possuem capacidade de 9000 BTU's, e que são utilizados em média 10 horas por dia, tendo uma geração média de água por aparelho, de 0,274L/h. Em seguida idealizou-se um sistema para captação e reservação dessa água, e levantaram-se os custos de implantação desse sistema. Os resultados mostram uma produção média de 485,0 litros por dia, ou 14.549,4 litros por mês em todo o condomínio, o que resulta em uma economia média mensal de R\$ 220,90 na conta de água, se esse volume for reutilizado. Os custos estimados para implantação do sistema foram de R\$ 38.670,00, resultando em um período de retorno do investimento de 14,6 anos, sendo viável economicamente. Com base nos resultados. Podemos concluir que a implantação apresentou um grande potencial de economia de água potável, gerando ganhos financeiros pela redução da conta de água do condomínio, ganhos ambientais pela diminuição do consumo de água do manancial abastecedor da cidade, e melhoria da estética pela não existência de manchas nas paredes e nos pisos, decorrentes dessa água condensada dos aparelhos.

PALAVRAS-CHAVE: Economia. Usos não potáveis. Prédios residenciais

FINANCIAL EVALUATION OF THE REDUCTEE OF AIR CONDITIONERS WATER IN CONDOMINIUM

ABSTRACT: Air conditioners are used on a large scale, from public buildings (schools, public agencies, etc.) to residential buildings. The use of these devices generates a drip of water, which in most cases is wasted, when it could be reused for other purposes, and also generates constructive pathologies in buildings that cause physical and aesthetic damage to the building. In view of the above, this article aims to simulate the water catchment of air conditioners and use in non-potable uses in a residential condominium of Aracaju/SE. The Mar de Aruana II Residential Condominium was used, which has 396 apartments. On a visit to the site it was found that it currently has 177 devices. To simulate the volume of water produced, it was adopted that all appliances have a capacity of 9000 BTU's, and that they are used on average 10 hours per day, having an average generation of water per appliance, of 0.274L/h. Next, a system was designed for the capture and reserve of this water, and the costs of implementing this system were raised. The results show an average production of 485.0 liters per day, or 14,549.4 liters per month throughout the condominium, which results in an average monthly savings of R\$ 220.90 in the water bill, if this volume is reused. The estimated costs for the implementation of the system were R\$ 38,670.00, resulting in a return on investment period of 14.6 years, being

economically viable. Based on the results. We can conclude that the implementation presented a great potential for saving drinking water, generating financial gains by reducing the water bill of the condominium, environmental gains by reducing the consumption of water from the supply source of the city, and improvement of aesthetics due to the lack of stains on the walls and floors, resulting from this condensed water from the appliances.

INTRODUÇÃO

Diante do quadro atual de crescimento da demanda, aumento da poluição dos corpos hídricos e uso ineficiente dos recursos hídricos, surgem a cada dia novas tecnologias de aproveitamento de fontes alternativas de água. De acordo com Brega Filho & Mancuso (2003), o reuso de água é entendido como uma tecnologia desenvolvida em menor ou maior grau, dependendo dos fins ao qual se destina a água e de como ela tenha sido usada anteriormente. Os aparelhos de ar condicionado são utilizados em larga escala, desde edificações públicas (escolas, órgãos públicos, etc) até edificações residenciais. Segundo Fortes, Jardim e Fernandes (2015) a utilização desses aparelhos gera o gotejamento de água, derivada da umidade do ar, condensada pelo aparelho quando este resfria o ar do ambiente interno. Sousa et al. (2015) relatam que os aparelhos de ar condicionado, quando em utilização, retiram a umidade existente no local em que estão instalados e realizam a condensação. Os drenos existentes neste aparelho por sua vez liberam a água produzida pelo equipamento, que na maioria dos casos é desperdiçada, quando poderia ser reutilizada para outros fins, e também gera patologias construtivas nas edificações que causam prejuízos físicos e estéticos para a edificação. Carvalho (2012) realizou a análise da qualidade da água de aparelhos de ar condicionado em um campus que, em sua estrutura física, apresenta seis unidades administrativas com 20 aparelhos de ar condicionado ao total, em funcionamento por no mínimo 12 (doze) horas diárias. Os parâmetros físico-químicos foram medidos semanalmente, durante cinco meses (dezembro de 2011 a maio de 2012), são eles: pH; alcalinidade; concentração de cloretos; condutividade e dureza. Todos os valores obtidos foram comparados com os limites estabelecidos pela Portaria MS518/2005 do Ministério da Saúde, revogada e substituída pela Portaria nº 2.914, de 12/12/2011. Contudo, os valores estabelecidos para os parâmetros analisados não se alteraram, fazendo com que a comparação feita a partir dos parâmetros da Portaria MS518/2005 seja válida. Em suma, o trabalho de Carvalho (2012), mostrou que há restrições quanto à dureza, alcalinidade e cloretos, além da presença de alumínio, entretanto a água que comumente rejeitamos dos aparelhos condensadores apresenta grande potencial para usos não potáveis. Diversos autores estudaram a viabilidade de implantação de sistemas de captação e aproveitamento de água condensada. Dentre esses autores podemos citar Caldas e Camboim (2017) que avaliaram a viabilidade do sistema de aproveitamento de águas condensadas, coletado por meio de aparelhos condicionadores de ar, para fins não potáveis em um bloco do UNIPÊ; e obtiveram como resultado uma produção mensal de aproximadamente 11060 litros. Esse valor não atende a demanda de água não potável para a realização das respectivas atividades, mas mesmo assim trouxe economia financeiro-econômica, além de benefícios ambientais, evitando, assim, um consumo exagerado de água potável para suprir a demanda em contraponto do aproveitamento de água condensada para tais fins. Mota, Oliveira e Inada (2011) desenvolveram um projeto para coleta de água proveniente do gotejamento dos aparelhos de ar condicionado instalados nas salas de aula, sendo esta água armazenada e utilizada para regar o jardim do colégio, lavar panos de limpeza e calçadas. Os resultados mostraram uma produção diária dos 8 aparelhos de ar condicionado de aproximadamente 50 litros. Diante do exposto, este artigo tem como objetivos, realizar a simulação da captação de água dos aparelhos de ar condicionado e utilização em uso não potável em um condomínio residencial de Aracaju/SE.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização desse trabalho utilizou-se o Condomínio Residencial Mar de Aruana II, localizado na Rua Eliza Correia Oliveira, Nº 1697, bairro Aruana, Aracaju – SE. O condomínio possui 11 (onze) blocos com 6 (seis) pavimentos cada, e 6 (seis) apartamentos por pavimento, totalizando assim 396 apartamentos.

Figura 1 – Condomínio Residencial Mar de Arauna II



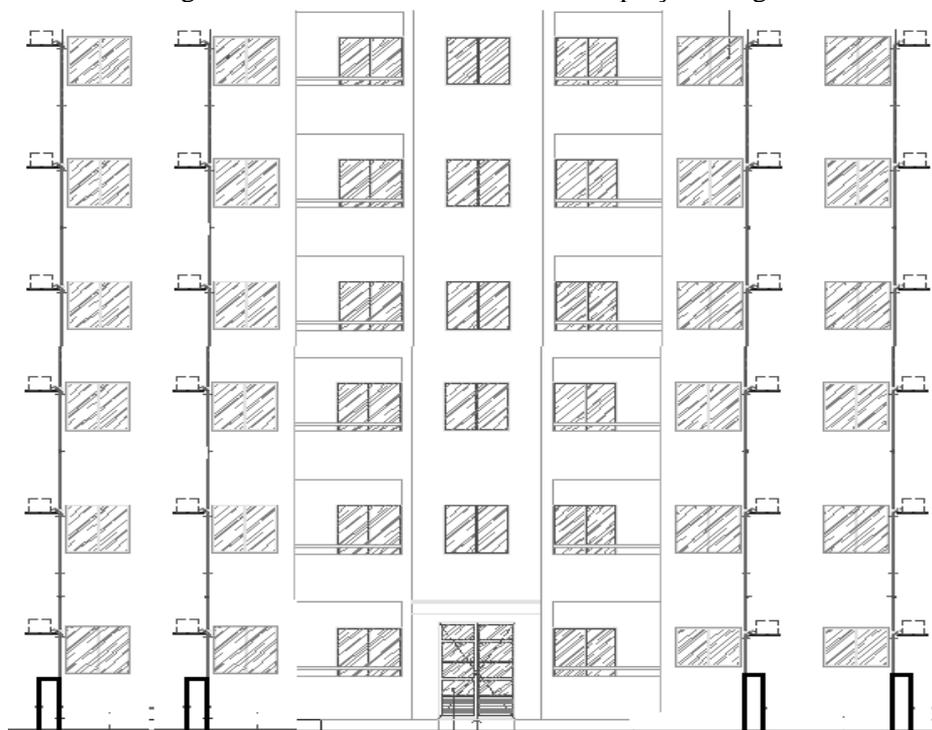
Fonte: Vieira et. al., 2017.

Cada apartamento possui um suporte para alocar um aparelho condensador. Assim cada bloco (torre) possui 36 apartamentos, totalizando 36 suportes, os quais são divididos em seis brumadas de seis suportes cada. Ao todo o condomínio possui 396 suportes de ar condicionado. Em visita realizada no local verificou-se atualmente, quantos apartamentos estão sendo ocupados, e quantos desses, utilizam aparelho de ar condicionado.

Para realização da simulação adotou-se que todos os aparelhos possuem capacidade de 9000 BTU's, e que são utilizados em média 10 horas por dia. O cálculo da quantidade diária de água gerada foi feito da seguinte maneira: multiplicou-se a quantidade de aparelhos encontrados na visita in loco pela geração média de água por aparelho, de 0,274L/h, conforme tabela apresentada por Ferreira e Tose (2016). Para uma estimativa mensal multiplica-se esse valor diário por 30 dias. Finalmente realizamos uma simulação adotando um cenário hipotético de utilização do número máximo de aparelhos no condomínio, ou seja, 396.

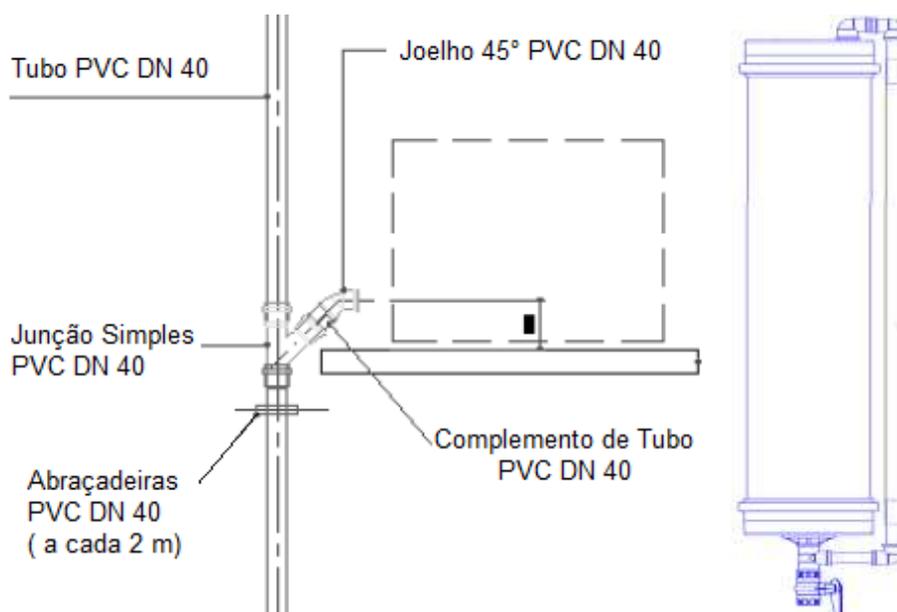
Neste trabalho adotou-se um sistema de captação de água adaptado de Sousa et al. (2015), no qual uma tubulação vertical de DN 40 fixada na alvenaria externamente, perfaz os seis pavimentos (Figura 2) recolhendo as águas dos aparelhos através da conexão do dreno com está tubulação, e encaminhando-as para um dispositivo de coleta dessa água, conforme detalhado na (Figura 3).

Figura 2. Vista frontal do sistema de captação de água



Fonte: Adaptado de Souza et. al., 2015.

Figura 3. Detalhe da conexão do dreno (esquerda) e dispositivo de coleta de água (direita)



Fonte: Adaptado de Souza et. al., 2015.

Objetivando melhorar a estética do sistema, idealizou-se um dispositivo feito com tubo de PVC DN 250, e conexões sanitárias diversas (Figura 3) para substituir o reservatório de polietileno conforme constava inicialmente no trabalho de Sousa et al., 2015. Será utilizado um tubo de 1,5 m de comprimento, resultado assim em uma capacidade de retenção de 75 litros. Para fixação desse dispositivo na parede serão utilizadas abraçadeiras. Nesse tubo será conectado nas extremidades, através de conexões hidráulicas de 20 mm (tê, joelho), um tubo de cristal 32 mm, onde será colocada uma bola de isopor de cor para que se possa visualizar o nível de água.

Para estimativa da economia mensal E , em reais, obtida pelo uso de água dos aparelhos de ar condicionado foi utilizada a Equação 1

$$E = V \times T \quad \text{Equação 1}$$

Em que V = volume de água utilizada (m^3); T = valor, em reais, da tarifa (que varia de acordo com a categoria e com o consumo de água mensal).

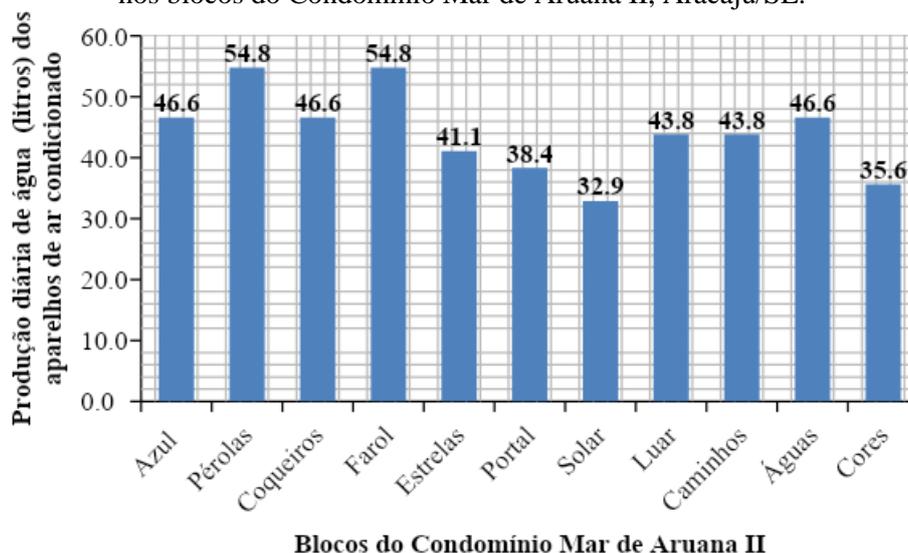
Conforme relata Dias, Júnior e Gadelha (2007) em projetos de engenharia, a identificação dos custos e benefícios começa pela definição da vida útil ou alcance de projeto; sendo este definido o período de atendimento das estruturas físicas projetadas, tanto em equipamentos como em obras civis. De acordo com esses mesmos autores para as instalações prediais, objetivo de estudo desse trabalho, utiliza-se geralmente um alcance de 20 anos.

Neste trabalho, adotou-se, para avaliação financeira de implantação do sistema, o tempo de retorno não-descontado (TRC não descontado) o qual é definido por Gomes (2005) como o período de tempo (meses ou anos) necessário para o retorno do investimento inicial, sem se levarem em conta as taxas de juros e de aumento das grandezas monetárias durante a análise do projeto. Esse indicador, o TRC, indica qual o tempo necessário para que os benefícios se igualem ao custo de investimento. O TRC está diretamente relacionado com a duração da vida útil do projeto; sendo a análise feita da seguinte forma: se o tempo de retorno do capital é superior ao período de vida útil do projeto, o investimento correspondente não será atrativo (DIAS; JÚNIOR; GADELHA, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em visita realizada ao Condomínio Mar de Aruana II, verificou-se que atualmente existem 177 aparelhos de ar condicionado, distribuído ao longo dos 11 (onze) blocos que compõem o condomínio. Adotando para simulação a potência média de 9000 BTU's, 10 horas de funcionamento por dia, uma geração média de água por aparelho, de 0,274L/h, chegou-se aos volumes diários por bloco, conforme figura 4, abaixo.

Figura 4. Estimativa de produção diária de água condensada dos aparelhos de ar condicionado nos blocos do Condomínio Mar de Aruana II, Aracaju/SE.



Fonte: Os autores

A produção diária por bloco variou de 32,9 litros (Bloco Solar) até 54,8 litros (Blocos Pérolas e Farol) resultando em uma média de 485,0 litros por dia, ou 14.549,4 litros por mês em todo o condomínio. Adotando, um cenário hipotético de utilização do número máximo de aparelhos no condomínio, tem-se uma produção diária por bloco de 98,64 litros, totalizando 1085,04 litros por dia, o que resulta em uma produção mensal de 32551,2 litros em todo o condomínio.

Diversos trabalhos tais como CARVALHO et al (2016) e DIAS et al (2018) analisaram qualitativamente as águas provenientes de aparelhos de ar condicionado e, concluíram que é viável o seu reaproveitamento para usos não potáveis tais como, serviço de limpeza geral, jardinagem e descarga sanitária. Diante do exposto, iremos considerar a utilização do volume mensal estimado (14.549,4 litros) de geração dos aparelhos, em diversos usos não potáveis no condomínio, que atualmente utilizam água tratada. Considerando o quadro Tarifário de água da DESO – Companhia de Saneamento de Sergipe (Tabela 1) e uma tarifa de esgoto que corresponde a 80% da tarifa de água, tem-se uma economia mensal mínima estimada de R\$ 220,90 que poderá ser maior a depender da faixa de consumo de água do condomínio, em cada mês.

Tabela 1. Quadro Tarifário da DESO- Companhia de Saneamento de Sergipe

| Ligações Medidas: Água | | | |
|------------------------|-------------------|---------------|--------------------|
| Categorias | Faixas de Consumo | Tarifas (R\$) | |
| | m ³ | Mínima | R\$/m ³ |
| Residenciais | Até 10 | 37,74 | - |
| | 11 a 20 | | 8,44 |
| | 21 a 30 | | 12,83 |
| | 31 a 50 | | 17,99 |
| | 51 a 100 | | 25,02 |
| | >100 | | 32,07 |

Fonte: www.deso-se.com.br

Cada prumada de aparelhos de ar condicionado terá suas águas coletadas pelo sistema formatado pelos dois itens (dreno e dispositivo) apresentados na Figura 3. Objetivando mensurar os custos dos materiais e serviços que serão aplicados na execução de cada sistema foi realizado o orçamento apresentado abaixo.

Tabela 2. Estimativa de custo do sistema de coleta por prumada de aparelhos de ar condicionado

| Discriminação | Unidade | Quantidade | Valor Unitário (R\$) | Valor Total (R\$) |
|--|-----------|------------|----------------------|-------------------|
| Joelho PVC 45° DN 40 | Unidade | 06 | 2,36 | 14,16 |
| Junção simples PVC DN 40x40 | Unidade | 06 | 2,16 | 12,96 |
| Luva PVC DN 40 | Unidade | 03 | 0,79 | 2,37 |
| Abraçadeira PVC DN 40 | Unidade | 09 | 0,75 | 6,75 |
| Adesivo plástico para PVC 75g | Unidade | 05 | 5,10 | 25,5 |
| Tubo PVC DN 40 - Linha Sanitária | Metro | 18 | 3,11 | 55,98 |
| Tubo PVC DN 250 - Linha Sanitária | Metro | 1,5 | 66,53 | 99,79 |
| CAP PVC DN 250 | Unidade | 02 | 49,89 | 99,78 |
| Adaptador PVC 20 mm | Unidade | 02 | 7,85 | 15,70 |
| Joelho de 90° Soldável 20 mm | Unidade | 03 | 0,49 | 0,98 |
| Abraçadeira PVC DN 250 | Unidade | 02 | 29,50 | 59,00 |
| Tê 90° Soldável 20 mm | Unidade | 01 | 0,64 | 0,64 |
| Abraçadeira Rosca Sem Fim | Unidade | 02 | 0,67 | 1,34 |
| Mangueira Cristal 20 mm | Metro | 1,5 | 2,70 | 4,05 |
| Registro de Esfera ½ “ | Unidade | 1,0 | 5,93 | 5,93 |
| Tubo de PVC 20 mm | Metro | 0,50 | 1,96 | 0,98 |
| Aluguel de andaime metálico tubular de encaixe tipo Torre, c/largura de até 2m, altura 1,00m - aluguel por metro mês | Metro/mês | 18,0 | 10,0 | 180,0 |
| | | | Total | 585,91 |

Fonte: Os autores

Considerando que cada torre possui 6 prumadas de aparelhos de ar condicionado, tem-se assim, a necessidade de 66 sistemas de captação de água (dreno + dispositivo) em todo o condomínio, resultando em um custo total de R\$ 38.670,00.

Considerando o custo total de implantação do sistema que foi de R\$ 38.670,00 e a economia média mensal estimada de R\$ 220,90 obtêm-se um período de retorno do investimento de aproximadamente 175,06 meses, o que equivale aproximadamente 14,6 anos. Sendo esse valor, inferior a vida útil das instalações que é de 20 anos, conclui-se que é financeiramente atrativa a implantação do projeto diante do custo benefício avaliado.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos podemos concluir que:

a) Na simulação realizada, considerando o número atual de aparelhos de ar condicionado presente no local, esses produzem um volume considerável de água (14.549,4 litros/mês) que pode ser utilizada para atendimentos de usos potáveis no próprio condomínio, tais como, rega de jardim, lavagem de piso, e lavagem de equipamentos de uso do condomínio;

b) A avaliação financeira indicou um investimento atrativo financeiramente, tendo em vista que o período de retorno do investimento foi inferior a vida útil das instalações; podendo esse período ser menor, considerando que muitas unidades ainda não estão ocupadas, e que a tarifa de água sofrerá reajustes futuros;

c) A implantação desse sistema no Condomínio Mar de Aruana II, apresentou um grande potencial de economia de água potável, gerando ganhos financeiros pela redução da conta de água do condomínio, ganhos ambientais pela diminuição do consumo de água do manancial abastecedor da cidade, melhoria da estética pela não existência de manchas nas paredes e nos pisos, decorrentes dessa água condensada dos aparelhos.

REFERÊNCIAS

BREGA FILHO, D. MANCUSO, P. Conceito de reuso de água. In: Mancuso, P., Santos, H. dos (org). Reúso de água. Barueri, SP: Manole (USP), 2003.

- CALDAS, J.; CAMBOIM, W. L. L. Aproveitamento da água dos aparelhos de ar para fins não potáveis: Avaliação da viabilidade de implantação em um bloco do UNIPÊ. Interscientia, João Pessoa, v. 5, n. 1, p.166-188, 2017.
- CARVALHO, I. M.; SOUSA, I. M. T.; LIMA, E. L.A; BAYDUM, V. P. A.; SANTIAGO, A. L. S. Análise quantitativa e qualitativa de água proveniente de aparelho de ar condicionado visando o seu reaproveitamento. In: XIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 2016, Aracaju. Anais do XIII SRHN. Aracaju: ABRHidro, 2016.
- CARVALHO, M. T. C.; Caracterização quali-quantitativa da água da condensadora de aparelhos de ar condicionado. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Cuiabá, MT, 2012.
- DIAS, F. G.; CARVALHO, A. S.; SILVA, D. A. C.; SILVA, R. R.; CÉLIO, A. Aproveitamento da água condensada dos aparelhos de ar condicionados do Laboratório de Materiais da Universidade CEUMA - São Luis-MA. In: XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2018, Maceió. Anais do ENEGEP 2018. Maceió: ABEPRO, 2018. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br>>. Acesso em: 10 fev. 2020.
- DIAS, I. C. S.; ATHAYDE JÚNIOR, G. B.; GADELHA, C. L. M. Análises da Viabilidade Econômica de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais para Fins Não-Potáveis em Residências na Cidade de João Pessoa – PB. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 38, n. 4, p.542-562, 2007.
- FORTES, P. D.; JARDIM, P. W. C.; FERNANDES, J. G. Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado. In: XII SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, Resende: AEDB, 2015.
- GOMES, H. P. Eficiência hidráulica e energética em saneamento: análise econômica de projetos. Rio de Janeiro: ABES, 2005.
- MOTA, T. R.; OLIVEIRA, D. M., INADA, P. Reutilização da água dos aparelhos de ar condicionados em uma escola de ensino médio no município de Umuarama-PR. VII ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 2011.
- SOUSA, I. M. P. de et al. Projeto de um sistema de aproveitamento de água condensada de aparelhos de ar condicionado em edificações. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, Fortaleza: CONTECC' 2015, 2015.
- SOUSA, I. M. P.; SILVA, N. C.; JÚNIOR, A. P. N.; PEREIRA, D. R.; COELHO, G. T. F. Projeto de sistema de aproveitamento de água condensada de aparelhos de ar condicionado em edificações. In: CONGRESSO TÉCNICO XV CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2015, Fortaleza. Anais do CONTECC'2017. Fortaleza: CONFEA, 2017.
- VIEIRA, Z. C.; MORATO, S. N. B.; SANTOS, I. L. S.; SANTOS, E. S. Redução de consumo com reuso de água cinza em condomínio residencial. In: X ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE, 2017, Aracaju. Anais do ENREHSE 2017. Aracaju: UFS, 2017. p. 228 - 234.