

REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA GERADA DO AR CONDICIONADO PARA ATIVIDADES COMERCIAIS EM RESTAURANTE

Paulo César Barbosa do Nascimento

Graduando em Engenharia Mecânica pela UNISUAM
pcbnnascimento@gmail.com

Flavio Maldonado Bentes

Doutor em Engenharia Mecânica na área de Acústica e Vibrações pelo Instituto Alberto Luiz
Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia pela COPPE/UFRJ
flavio.bentes@gmail.com

Bianca de Oliveira da Silva

Graduanda em Engenharia Civil pela UNISUAM
ea_bia@yahoo.com.br

Helena Inácio de Abreu

Graduanda em Engenharia Civil pela UNISUAM
helenapiacatuba@hotmail.com

RESUMO

O presente artigo aborda a utilização da água descartada de equipamentos para geração de energia térmica renovável no âmbito comercial, em especial, restaurantes. Leva-se em consideração a situação atual do planeta onde é latente a preocupação com a diminuição dos recursos naturais hídricos. Soluções inovadoras surgem para tentar diminuir essa falta de água que atinge a muitos seres em todo mundo. Segundo estudos, o custo da água nos gastos gerais tem um peso significativo dentro da indústria e do comércio. Baseado nesses dados, o projeto busca reduzir de maneira considerável o consumo de água encanada para fins de aquecimento dos alimentos, gerando como resultado direto a diminuição na despesa e ao mesmo tempo a utilização de recursos que antes seriam totalmente descartados sendo usados de maneira sustentável.

Palavras-chave: Crise Hídrica. Água. Captação. Sustentabilidade. Energia.

REAPROVEITATION OF GENERATED WATER FROM AIR CONDITIONING FOR COMMERCIAL ACTIVITIES IN RESTAURANT

ABSTRACT

This article discusses the use of wastewater of equipment for renewable thermal energy generation in the commercial area, especially restaurants. It specifies the current situation of the planet where is latent the concern about the reduction of water resources, and innovative solutions surge trying to reduce this lack of resource that reaches the population

worldwide. According to studies, the cost of water has a significant importance within the industry and commerce. Based on these data, the project seeks to considerably reduce the consumption of water for heating food in buffet restaurants, generating a decrease in the water bills and at the same time using a resource that would be totally discarded and using it in a sustainable manner.

Keywords: Water crisis. Water. Captation. Sustainability. Energy.

1 INTRODUÇÃO

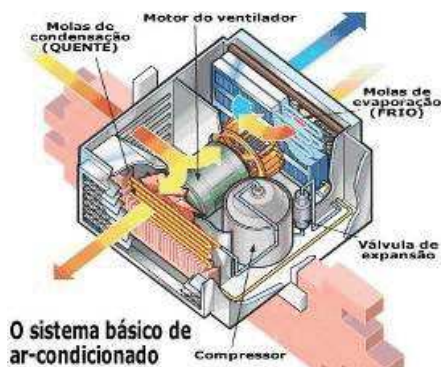
A utilização da água, de forma inteligente e eficaz, passa por estudos tecnológicos que buscam a reutilização das águas residuais, contudo, não tendo grande preocupação com elevada qualidade, pois não são direcionadas para o seu principal uso, como beber ou preparo de alimentos. Porém, podendo ser usadas em muitos trabalhos do cotidiano como regar plantas, lavagem de áreas externas, entre outras atividades. (RIGOTTI, 2014; CAETANO, 2003).

Antes de falar do sistema de aproveitamento da água que escoa do condicionador de ar vamos entender um pouco como funciona este processo. Trata-se de uma regulação de temperatura de ambiente criando de certa forma uma sensação de bem-estar, de conforto térmico por aquecimento ou resfriamento do ambiente.

Condicionadores de ar sugam o ar existente num determinado ambiente, que ao passar na serpentina do evaporador sofre uma queda ou aumento de temperatura pelo contato com a serpentina, o ar então é devolvido para o ambiente numa temperatura quente ou fria, dependendo da necessidade do usuário. No evaporador existe um sensor que realiza a leitura e é o responsável pelo acionamento e desligamento do compressor ao verificar que a temperatura desejada e/ou programada pelo usuário foi atingida, dessa forma consegue-se manter a temperatura do ambiente. (FORTES; JARDIM; FERNANDES, 2003).

Quando há variação na temperatura, o sensor volta a ativar o compressor, responsável pela circulação do gás refrigerador, conforme a figura 1.

Figura 1: Funcionamento de aparelho condicionador de ar



Fonte: MULTI-AR, 2013.

Ao percorrer a serpentina do evaporador, o ar sofre mudança de temperatura e ocorrem trocas térmicas. Por fim, a água destilada que foi condensada é diretamente direcionada para o sistema de escoamento do aparelho.

O uso sustentável da água deve ser considerado prioritário. Nos últimos anos tornou-se notória a importância da economia de água e, em muitos casos, o racionamento, pois ao contrário do que se pensava, este recurso natural não é farto e, em muitos locais, está acabando (BRITO, 2014 *apud* RIGOTTI, 2014; LIMA et al, 2015; CUNHA et al, 2011).

Pensando nas atitudes que podem contribuir para o desenvolvimento desses recursos em âmbito comercial alimentício, o projeto apresenta-se como um sistema que permitirá o reaproveitamento da água liberada pelo resfriamento do ar condicionado, e direcionando-a através de tubos para ter o contato com equipamentos ligados e aquecidos na cozinha do restaurante, com isso, elevando sua temperatura e conduzindo-a ao local de armazenamento dos alimentos, mantendo-os assim na temperatura ideal para consumo em um *buffet gourmet* de restaurantes ou hotéis. A consciência do racionamento hoje é um dos assuntos que mais tem chamado a atenção dos grandes investidores e empreendedores. Incentivar, motivar e buscar alternativas que vão ao encontro desse objetivo é o ponto chave deste projeto.

O projeto tem como objetivo desenvolver um sistema que permitirá o aproveitamento da água produzida pelo ar condicionado para ser utilizada (ao ser elevada a sua temperatura) na cuba de alimentos do restaurante. Conservando os mesmos aquecidos, não precisando assim utilizar água encanada e mantendo também desligada a resistência que esquenta a água na cuba, gerando também economia de energia elétrica.

Um restaurante consome muitos litros de água potável e muitos kWh de energia elétrica por mês. A consciência de economia em pequenas atitudes é fundamental para que se consiga ter um resultado satisfatório. A proposta do projeto é justamente essa, pequenas economias de água e energia elétrica diária e continuamente, contribuindo com a redução do custo mensal e principalmente com o meio ambiente e a sustentabilidade. Não sendo necessário usar nenhum dispositivo elétrico ou eletrônico, portanto, o consumo de energia

elétrica do sistema é inexistente. O fluido é conduzido por todo o sistema por gravidade e as trocas térmicas ocorrem em função da transferência de energia térmica pelos mecanismos de convecção e condução entre a parede do forno, fluido e o tubo de cobre.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi feito uma estimativa para a construção de todo sistema, onde equipamentos como: Ar condicionado de 12.000 BTUs (*British Thermal Units*), fogão industrial e o balcão térmico não entram na planilha de custos por já fazerem parte dos equipamentos do restaurante. Abaixo é mostrada a lista de componentes e mão de obra para execução do projeto, conforme o quadro 1.

Quadro 1: Planilha de custos de materiais.

Planilha de Custos dos Materiais				
Material	Unidade	Quantidade	Preço	Somatório
Reservatório PVC 100L	m	2	R\$ 99,00	R\$ 198,00
Tubo de cobre 1/2"	m	10	R\$ 14,90	R\$ 149,00
Tubo PVC de 1/2" com rosca	m	20	R\$ 5,30	R\$ 106,00
Registro Esfera 1/2" Metal	pc	2	R\$ 22,90	R\$ 45,80
Conexões	pc	30	R\$ 1,99	R\$ 59,70
Filtro Externo Carvão Ativado	pc	1	R\$ 94,40	R\$ 94,40
MO Instalação	VB	1	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00
Total			R\$	3.152,90

Fonte: elaboração própria, 2018.

Para a instalação são utilizados tubos e conexões de PVC (Policloreto de polivinila) na saída de água do aparelho de ar condicionado. A instalação pode ser feita em um ou mais aparelhos de forma que toda água liberada seja captada. A água é direcionada e armazenada em um reservatório próximo ao aparelho de ar condicionado, conforme a figura 2.

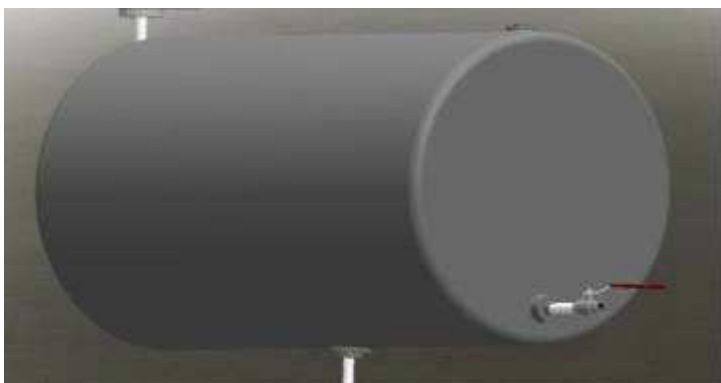
Figura 2: Etapa de captação da água do sistema.



Fonte: elaboração própria, 2018.

O mesmo possui componentes que devem evitar o transbordamento da água, visto que a vazão do ar condicionado é maior do que a vazão do *selfservice* a ser alimentado pelo sistema. Após a limitação do nível do reservatório a água excedente deve escoar pelo que chamamos de “extravasor” sendo descartada, conforme a figura 3.

Figura 3: Etapa de captação da água do sistema.



Fonte: elaboração própria, 2018.

Depois de armazenada no reservatório, a água é direcionada para uma serpentina feita por tubos e conexões de cobre, que se encontra instalada na parte traseira do forno industrial, conforme apresentado na figura 4.

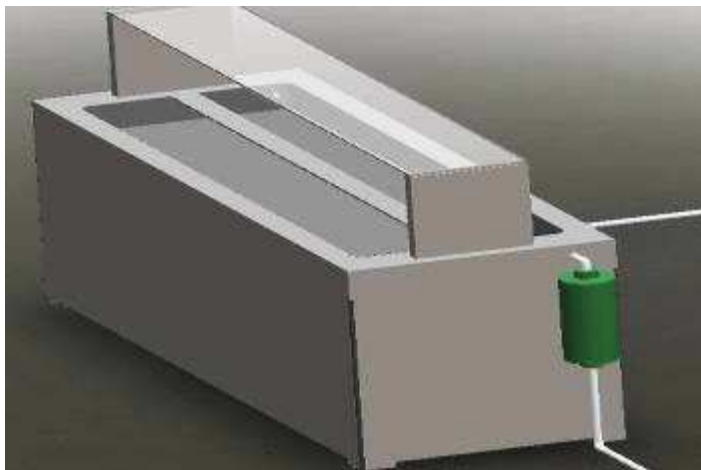
Figura 4: Serpentina instalada no forno.



Fonte: elaboração própria, 2018.

O forno ligado atinge elevada temperatura e faz com que a água aqueça no instante em que percorrer no interior da serpentina, onde seguirá por gravidade chegando assim ao compartimento de água do balcão de *self service*, aquecendo as cubas de alimentos. Com a elevação do nível da água dentro do balcão, o fluido excedente é dispensado por um tubo de PVC conectado ao balcão junto a um filtro, conforme apresentado na (figura 5), para que sejam tratadas possíveis contaminações (alimentos e/ou gordura). A partir daí a água é armazenada em um segundo reservatório para que seja reutilizada de variadas formas como, por exemplo, na lavagem do chão do restaurante.

Figura 5: Balcão *Self Service* e filtro de carvão ativado.

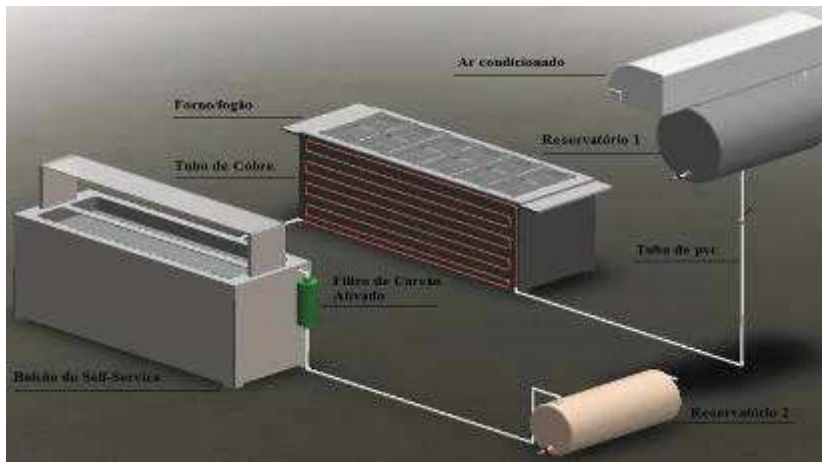


Fonte: elaboração própria, 2018.

3 MONTAGEM DO SISTEMA

O projeto utiliza a maioria dos equipamentos já existentes no restaurante como: Ar condicionado, fogão e balcão, somente precisando acrescentar os reservatórios, encanamento, registros e um filtro, conforme apresentado na figura 6.

Figura 6: Vista isométrica do projeto.



Fonte: elaboração própria, 2018.

Baseado nestes parâmetros, o investimento para esse sistema é de baixo valor financeiro. Vejamos a seguir a capacidade média de água gerada por um aparelho de ar condicionado. Para quantificação da vazão média de água gerada em um aparelho de ar Condicionado de capacidade de 12000 BTUs, foram realizadas cinco medições pelo método direto enquanto este funcionava a (21 °C) e, a partir destas, foi encontrada a média aritmética conforme o quadro 2.

Quadro 2: Quantificação da vazão média de água gerada.

Medições	Vazão (ml/h)
1ª medição	325
2ª medição	275
3ª medição	300
4ª medição	320
5ª medição	325
Média	309

Fonte: elaboração própria, 2018.

Considerando que os aparelhos de ar condicionado desses estabelecimentos têm muito mais capacidade de refrigeração em BTUs (segundo pesquisa de campo), a média de vazão será muito maior. Abaixo são apresentados vários modelos de balcões térmicos, com suas dimensões e respectivas potências, conforme o quadro 3.

Quadro 3: Especificação de balcão térmico.

Produto	Modelo	Dimensão da cuba	Potência instalada	Nº de cubas	Peso (kg)	Dimensões (AxBxC)mm	Capacidade água do tanque
BALCÃO TÉRMICO	BTE06 SL	325x265x100	2000 W	6	41	1461x624x1243	40 litros
	BTE08 SL	325x265x100	2000 W	8	46	1461x624x1585	50 litros
	BTL10 SL	325x265x100	2000 W	10	51	1461x624x1927	65 litros
	BTX06SL	325x265x60	-	6	40,6	1461x624x1243	-
	BTX08 SL	325x265x60	-	8	45,6	1461x624x1585	-
	BTX10 SL	325x265x60	-	10	50,6	1461x624x1927	-
	BTE06 ST	325x265x100	2000 W	6	29,1	1363x624x1168	40 litros
	BTE08 ST	325x265x100	2000 W	8	34,1	1363x624x1510	50 litros
	BTE10 ST	325x265x100	2000 W	10	39,1	1363x624x1852	65 litros
	BTX06 ST	325x265x60	-	6	30	1363x624x1168	-
	BTX08 ST	325x265x60	-	8	35	1363x624x1510	-
	BTX10 ST	325x265x60	-	10	40	1363x624x1852	-

Fonte: GPANIZ e GASTROMAQ (2019).

Cálculo do consumo elétrico mensal do balcão, funcionando em média 6 horas por dia.

Consumo = (potência em watt/1000) x (tempo) número de horas = total em kWh.

$$\text{Consumo} = \frac{2000 \text{ W}}{1000} \times 6 \text{ h} \times 30 \text{ dias} = 360 \text{ kWh/m.}$$

Cálculo do custo mensal considerando para classe de consumo não residencial uma média de R\$ 0,73/kWh. (Resolução da ANEEL, nº 2.375/18 de 13/03/2018. Vigência a partir de 15/03/2018).

$$\text{Consumo} = 360 \text{ kWh} \times \text{R\$ } 0,73/\text{kWh} \text{ Custo} = \text{R\$ } 262,80.$$

Cálculo do consumo hidráulico mensal do balcão, considerando a troca de água realizada a cada 2 dias.

$$\text{Capacidade} = 65\text{L ou } 0,065\text{m}^3 \text{ de água.}$$

Quantidade média da troca de água seria 15 vezes.

$$\text{Logo, teremos um consumo} = 65 \times 15 = 975\text{L ou } 0,975 \text{ m}^3 \text{ de água por mês.}$$

A seguir é feito o cálculo do custo mensal com água para o balcão, considerando os valores para um estabelecimento comercial.

Para um consumo de 0 a 20m³ (com fator multiplicador = 3,4) se tem um consumo equivalente à 3,4 x 11,254 = R\$ 38,26.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme mencionamos em tópicos anteriores, o projeto tem características sustentáveis, onde utiliza a água produzida pelo ar condicionado economizando assim água potável e energia elétrica. Foi desenvolvido um protótipo em escalas reduzidas e utilizando componentes mais simples, contudo, com a mesma funcionalidade. O sistema foi interligado

por tubos de PVC e uma serpentina com tubo de cobre, assim como no projeto original.

Somente substituímos os maiores componentes, como ar condicionado, fogão industrial e o balcão. Foram usados recipientes para armazenamento da água e um forno doméstico para geração da fonte térmica. A utilização de três termômetros na projeção da linha de fluxo do sistema foi o referencial utilizado para termos a constatação do resultado. O primeiro termômetro foi instalado no início do sistema, em um recipiente de água acima do nível de todos os componentes, simulando assim o ar condicionado liberando o fluido. A temperatura da água foi aferida em (21°C). O segundo termômetro foi instalado ao corpo do tubo de cobre que estava encostado à parede do forno (230°C), e sendo aferida em mais de (55°C). E o último termômetro foi instalado no recipiente no final do sistema, que simula o balcão onde foi aferido (50°C) em projeção crescente.

5 CONCLUSÕES

Concluimos que o sistema funciona, contudo, existem pontos relevantes a serem abordados. A serpentina deve ser muito bem instalada de forma a ter toda sua projeção horizontal encostada e presa no corpo que irá transferir a energia térmica. O tubo de PVC deve ser revestido com um isolante térmico para retardar ao máximo a diminuição da temperatura. Acreditamos que com os devidos ajustes, o sistema atingirá resultados ainda melhores, dando assim grande contribuição para redução do consumo de água e energia elétrica nesse segmento comercial e motivando uma abordagem equivalente em outros segmentos. Esperamos que este trabalho possa ser utilizado como base para elaboração de projetos que objetivem o uso racional e sustentável da água.

REFERÊNCIAS

CAETANO, P.; FELÍCIO, H. **Reuso de Água**. Barueri: Monole, 2003.

CUNHA, A. H. N. et al. O reuso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia: Centro Científico Conhecer, v. 7, n. 13, p. 1248, 2011. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20ambientais/o%20reuso.pdf> Acesso em: 24 set. 2019.

FORTES, P. D.; JARDIM, P. W.; FERNANDES, J. G. **Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado.** [S.l.: s.n.], 2015.

GPANIZ; GASTROMAQ. **Manual com especificações de balcões térmicos.** [S.l.], 2019. Disponível em: <http://gpaniz.com.br/produtos/gastromaq/coccao-e-conservacao/balcao-termico-fly/>. Acesso em: 24 set. 2019.

LIMA, S. M et al. Água de ar condicionado: uma fonte alternativa de água potável? VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., 2015, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: IBEAS, 2015. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/IX-006.pdf>. Acesso em: 24 set. 2019.

MULTI-AR. **Processos de funcionamento do ar condicionado.** [S.l.], 2013. Disponível em: <http://www.multiar.blog.br/processos-de-funcionamento-do-ar-condicionado/>. Acesso em: 30 set. 2017.

RIGOTTI, P. A. C. **Projeto de aproveitamento de água condensada de sistema de condicionadores de ar.** 2014. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Mecânica) – Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, 2014. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/2513>. Acesso em: 24 set. 2019.

Submetido em: 17/05/2019

Aprovado em: 02/10/2019