

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO USO DE LÂMPADAS UV-C
EM SERPENTINAS DE RESFRIAMENTO

Engenheira Esp. Andressa Paes Pereira – andressa_paes@yahoo.com.br.

Faculdade Profissional – FAPRO.

Me. Alexandre Fernandes Santos (Apresentador) - projetos.etp@gmail.com.

Mestre em Engenharia LACTEC-UFPR; Professor Fapro (Faculdade Profissional); Doutorando UBI (Universidade Beira Interior-Portugal).

Me. Ariel Dov Ber Gandelman – arielgandel-man@hotmail.com.

Mestre em Engenharia Mecânica e de Materiais – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR e Engenheiro Mecânico UTFPR Campus Curitiba. Professor Fapro-Faculdade Profissional.

Esp. Heraldo José Lopes de Souza – heraldosouza1@gmail.com

Faculdade Profissional – FAPRO.

R2 - Resfriamento, Congelamento, Estocagem e Exposição de Alimentos

Resumo. O propósito deste artigo é o de mensurar os efeitos de lâmpada UV-C nos equipamentos de refrigeração difundidos do Brasil. Especificamente em serpentinas de resfriamento para uso comercial (câmaras frias), onde serão apresentados os efeitos do uso de lâmpadas UV-C na eficiência energética dos equipamentos. Com a colocação da lâmpada melhorou em muito o rendimento de troca do aletado, devido a mudança de trajeto do ar, houve uma leve diminuição de vazão de ar (algo próximo de 3%). Em contra partida a limpeza do biofilme da serpentina melhorou a troca de calor. Os resultados da serpentina sem UV-C foram realizados após 04 dias de uso contínuo da lâmpada. O analisador de energia trifásico aferido mensurou um consumo um pouco maior que com a lâmpada, isto foi compensado pelo melhor rendimento, ou seja, COP foi de 13,5 %. É verdade que uma limpeza na serpentina teria um efeito melhor pelo fato de não gerar a perda de carga da lâmpada e o consumo de 15W dela. Mas enquanto a limpeza tem efeito mensal (ou anual), a lâmpada tem a possibilidade de efeito contínuo.

Palavras-chave: Lâmpada UV-C, Eficiência, Rendimento.

1. INTRODUÇÃO

A luz ultravioleta faz parte do espectro eletromagnético, com comprimentos de onda entre 100 e 400 nanômetros (nm). Quanto menor o comprimento de onda, maior a energia produzida. Estas ondas, embora invisíveis, são semelhantes à luz visível, e abrangem vários comprimentos de onda e propriedades. Fazem parte do espectro ultravioleta as faixas UV-A (400 - 320 nm), UV-B (320 – 280 nm) e UV-C (280 – 100 nm).

Especificamente as lâmpadas germicidas UV-C trabalham num comprimento de onda de 220 a 280 nm, conforme Figura 1.

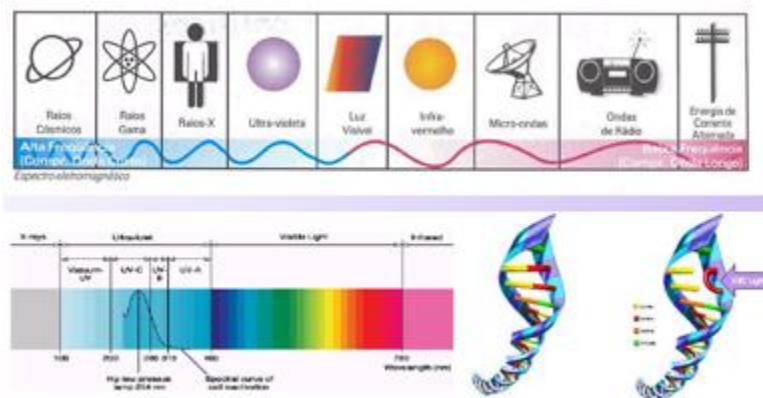


Figura 1- Espectro comprimento de onda lâmpada UV-C (Radiant UV, 2017).

Segundo GREENGUARD ENVIRONMENTAL INSTITUTE (USA), uma qualidade pobre do ar interior é associada com potenciais problemas de saúde. Melhorar a qualidade do ar não apenas reduz significativamente o nível de doenças e absenteísmo, como também gera fortes impactos positivos na produtividade do trabalhador, estimados entre 0,5 a 5%.

Entre as opções para reduzir o absenteísmo e a melhor produtividade de trabalho é a implementação de lâmpadas UV-C.

De forma empírica os fabricantes de lâmpadas UV-C esclarecem sobre além da questão do IAQ (*Indoor Air Quality*), a possibilidade de economia de energia por intermédio de trabalhar com a serpentina sem o Biofilme e demais sujidades.

À medida em que os equipamentos de ar-condicionado são utilizados, a capacidade de manter os níveis de temperatura e umidade adequados no ambiente climatizado diminui. Muitas vezes, o fator responsável é a redução da eficiência da transferência de calor da serpentina do equipamento de ar condicionado com o fluxo de ar. Evidências mostram que essa queda no desempenho pode ocorrer dentro de cinco anos de uso (BLATT, M. S., OKURA, T., MEISTER, B., 2006).

A redução na eficiência de transferência de calor pela serpentina é, tipicamente, resultado do acúmulo de contaminantes em suas superfícies. A acumulação de material orgânico (biofilme) causa o isolamento térmico da superfície, gerando uma maior temperatura do ar de insuflamento de bulbo úmido, diminuindo a capacidade latente - remover água do ar e, como resultado, a umidade do espaço é elevada. A tabela 1 apresenta os dados de redução na eficiência de troca térmica em função da espessura da camada de biofilme depositado sobre serpentinas de resfriamento.

Tabela 1 – Redução de Eficiência de Troca Térmica em Função de Espessura de Biofilme

Espessura Biofilme (mm)	Redução na Eficiência (%)
0,152	16
0,305	20
0,610	27
0,914	33
1,626	50

Com o aumento da espessura da camada de biofilme há maior dificuldade de manter o fluxo de ar entre as aletas da serpentina e, com ventiladores de rotação / vazão constante, o fluxo de ar acaba sendo reduzido. Mas mais importante que o fluxo é a troca de calor que o Biofilme pode reduzir essa eficiência conforme a tabela 1.

Medindo-se os efeitos da lâmpada UV-C nos equipamentos de refrigeração, como, serpentinas de resfriamento em uso comercial, em todo o Brasil. Assim será vista os efeitos na eficiência energética usando lâmpadas UV-C.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram analisados os dados obtidos em uma câmara fria vazia de dimensões 3,5 m x 1 m x 2,2 m, volume de ar total de 7,7 m³, utilizada para testes, de capacidade de resfriamento de 2,6 kW.



Foto 1- Câmara frigorífica

A serpentina possui dimensões de 400 x 650 mm.

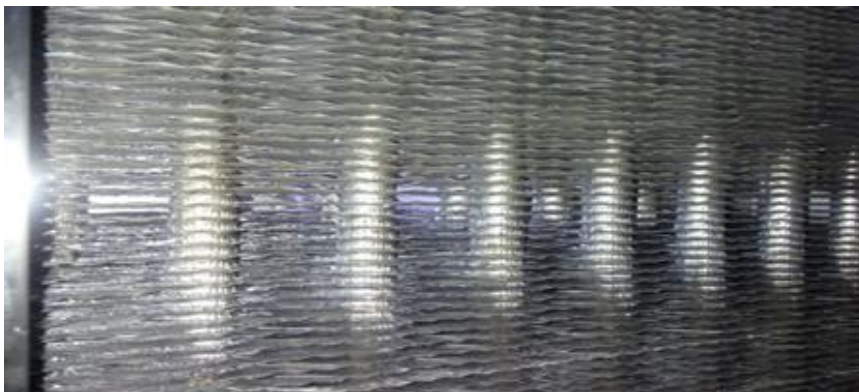


Foto 2 - Evaporadora

A vazão de ar foi obtida por medição com anemômetro de fio quente em 20 pontos na entrada de ar da serpentina. Um termo higrômetro foi utilizado para medir a temperatura e umidade da câmara em um ponto ao fundo da câmara, no lado oposto à serpentina de resfriamento.

A lâmpada UV-C é prejudicial na exposição ao homem sem proteção. Foi realizado a instalação da lâmpada, conforme diagrama elétrico, que a partir de sensor de presença desliga o sistema de lâmpada UV-C.



Foto 3 - Ligação elétrica

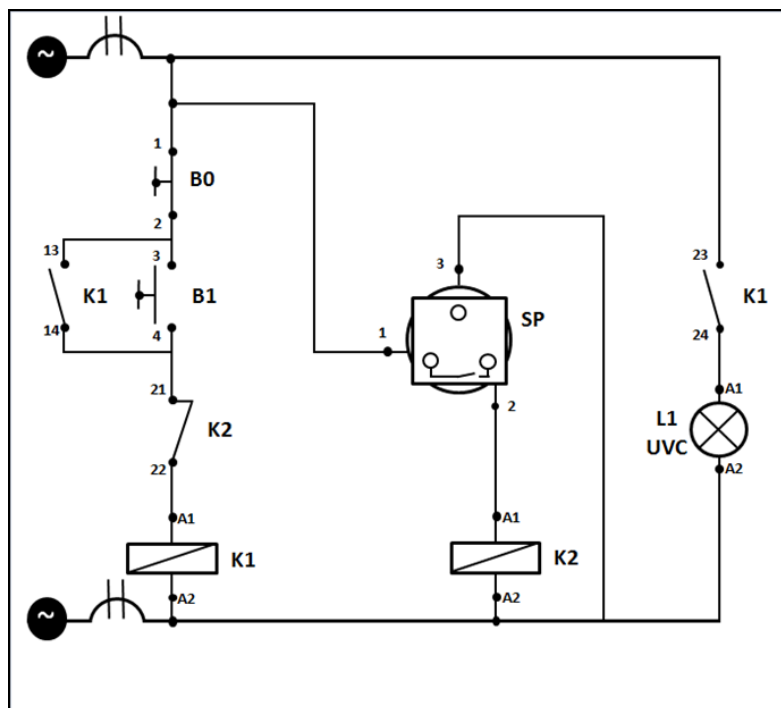


Figura 1 - Esquema Elétrico

Funcionamento consiste em reconhecimento por movimento, feito por sensor de presença instalado no interior da câmara, intertravado com sistema de *On/Off* instalado fora da câmara, que acionamento da lâmpada UV-C ao abrir a porta da câmara.

O Sistema possui uma ligação elétrica relativamente simples utilizando como materiais a relação abaixo:

- 01 lâmpada UVC marca OSRAM modelo Germicidal (Puritec HNS 15W G13 / G15T8/OF);
- 01 reator marca Maxxi Lumi Modelo MP 1-16 Partida Instantânea (16W) (127V/220V);
- 02 contactores auxiliares marca Siemens (6A 220V 60HZ 3RH1122-1AU10);
- 01 sensor de presença Isiluz (SPF601B);
- 01 Disjuntor Telemecanique C60L Bifásico 1A. 25418;
- 01 botoeira Marca Altronic modelo BDA-SI 1NA+1NF Verde/Vermelho;
- Fiação Pirelli Modelo Superastic 750V / 1mm².



Foto 4 - Lâmpada instalada

A lâmpada UV-C utilizada é potência nominal de 15 W, sendo 4,9 W de potência dentro do espectro UV-C entre 200 e 280 nm. Diâmetro de 25,4 mm, e comprimento de 438 mm. Foi utilizada apenas 1 lâmpada, com distância de 250 mm da serpentina.

O método utilizado foi verificar a transformação de entalpia do ar na primeira hora de funcionamento da câmara fria, comparando a capacidade de resfriamento e vazão antes e depois da instalação do sistema de lâmpadas UV-C.

Com intuito de ampliar a eficiência da lâmpada foi usado um espelho no suporte.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Devido a ser uma Câmara de testes da Faculdade Profissional os testes da Câmara antes e depois da instalação da Lâmpada UV-C aconteceram com as mesmas condições de temperatura de condensação, ou seja, as temperaturas de admissão de ar no condensador ocorreram na mesma temperatura que foi de 17°C, isto foi possível por que existe sistema de climatização independente da Câmara no Laboratório.

Também existe 3000 W de resistência elétrica para gerar carga térmica e as cargas térmicas das paredes são de 93 W por hora para uma variação de temperatura de até 8°C por hora.

Os valores de vazão foram executados com o mesmo perfil de locação do anemômetro em 20 pontos distintos e com média, com anemômetro de fio quente aferido.

É importante ressaltar que apesar de não haver limpeza da serpentina a mais de 12(doze) meses, o perfil de uso da Câmara nunca foi para produtos e sim para testes.

Apesar que não foi definido um padrão de espessura de sujeira antes e depois, o resultado foi visível pelas fotos.



Antes

Depois

Foto 5 – Antes e depois

Os testes foram realizados para a câmara sem e com UV-C, os resultados foram:

Tabela 2 – Resultados

	Temp. inicial (°C)	Carga Térmica Paredes	Resist. Elétrica (W).	Temp. após 1 hora (°C)	Vazão (M³/h)	DT Médio	Calor Sensível Rejeitado	Consumo (W)	COP (W/W)
Câmara sem UV-C	17	93,48837209	3000	12	2339,64	5	2947,9464	950	3,103
Câmara com UV-C	17	93,48837209	3000	10,5	2412	6	3646,944	1030	3,541

3 Conclusões

Apesar de a lâmpada ter melhorado em muito o rendimento de troca do aletado, devido a mudança de trajeto do ar, houve uma leve diminuição de vazão de ar (algo próximo de 3%). Por outro lado, a limpeza do biofilme da serpentina melhorou a troca de calor. Os testes da serpentina com UV-C, duraram 04 dias, usando continuamente a lâmpada. Foram realizados os outros testes sob as mesmas condições. Devido a temperatura mais baixa no procedimento com a lâmpada, o analisador de energia trifásico aferido, mediu um consumo um pouco maior do que sem a lâmpada, isto foi compensado pelo melhor rendimento, ou seja, COP superior.

O aumento de COP foi de 13,5 %.

É verdade que uma limpeza na serpentina teria um efeito melhor pelo fato de não gerar a perda de carga da lâmpada e o consumo de 15W dela. Mas enquanto a limpeza tem efeito mensal (ou anual), a lâmpada tem a possibilidade de efeito contínuo.

4 REFERÊNCIAS

Blatt, M.S., Okura, T., & Meister, B. 2006. Ultraviolet light for coil cleaning in schools. *Engi-neered Systems*, pp. 5061. (2006, March).

California Society for Healthcare Engineering. May/June 1998 Vol 28, N 3. (1998)

Montgomery, R.D., & Baker, R. 2006. Study verifies coil cleaning saves energy. *ASHRAE Journal*, pp. 3436. (2006, November).

RADIANTV. 2017. Ultraviolet Education. Disponível em <http://www.radiantuv.com/uv-edu/>. Acessado em 23/03/2017.

RLW. 2006. Analytics. Advanced HVAC systems for improving indoor environmental quality and energy performance of California K12schools, project final report: UVC technology. Sacramento, CA: California Energy Commission. Disponível em http://www.archenergy.com/ieqk12/Public/Proj3_Deliverables/D3.0e_UVCFinalReport_20060629.pdf. 2006.

EVALUATION OF ENERGY EFFICIENCY IN THE USE OF UV-C LAMPS IN SERPENTINES OF COOLING

Abstract. *The purpose of this article is to measure the effects of UV-C lamp on diecasting refrigeration equipment in Brazil. Specifically in cooling coils for commercial use (cold rooms), where the effects of the use of UV-C lamps on the energy efficiency of the equipment will be presented. With the placement of the lamp greatly improved the exchange performance of the finned, due to change of air path, there was a slight decrease of air flow (something close to 3%), in contrast to the cleaning of the serpentine biofilm improved the (it is important to note that the results of the serpentine without UV-C were performed after 4 days of continuous use of the lamp, were the other tests were performed under the same conditions, due to the lower temperature in the procedure without the lamp, the measured three-phase energy analyzer measured a slightly higher consumption than without the lamp, this was compensated for by the better yield, ie, COP was 13.5%. It is true that cleaning the coil would have a better effect because it did not generate the charge loss of the lamp and the consumption of 15W of it. But while the cleaning has monthly effect (or annual), the lamp has the possibility of continuous effect.*

Keywords: *UV-C lamp, Efficiency, Yield.*