

Desenvolvimento e modernização de protótipos de luz ultravioleta para tratamento de alimentos.

Development and modernization of prototypes using ultraviolet lamps for food conservation.

RESUMO

Bruno da Silva Muller
brunomuller_wb@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Roberto Ribeiro Neli
neli@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Fábio Henrique Polisei Scopel
fabioscopel@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Nos últimos anos, o mercado brasileiro de consumo tem revelado consumidores mais exigentes quanto a alimentos que preservem suas propriedades nutricionais e sensoriais. Esta realidade afeta diretamente tecnologias tradicionais, como as térmicas para o processamento de alimentos. Tais tecnologias são conhecidas pelas perdas sensoriais e nutricionais que causam aos produtos e também pelo elevado consumo de energia. A partir do efeito germicida que a luz ultravioleta proporciona aos microrganismos, foi desenvolvido um protótipo utilizando luz UV fluorescente para tratamento de alimentos sólidos. Paralelamente foi realizada melhorias em um protótipo com lâmpadas de LED desenvolvido em projeto anterior. Com estes dois protótipos foram avaliados os efeitos sobre diferentes matrizes alimentares por meio de análises microbiológica, físico-químicas e sensoriais de modo individual e também em conjunto, comparando ambas tecnologias. Por outra parte, os efeitos alcançados por estas tecnologias serão comparados a aqueles obtidos por tecnologias convencionais, tal como o processamento mínimo. Espera-se que o efeito sobre matrizes alimentares tratadas resulte em maior vida útil, preservação dos aspectos sensoriais e nutricionais. Cabe destacar o fortalecimento da colaboração entre os cursos de eng. de alimentos e eng. eletrônica.

PALAVRAS-CHAVE: Luz ultravioleta. Desenvolvimento de protótipo. Tratamento de alimentos sólidos. Lâmpada fluorescente e de LED. Componentes eletrônicos.

ABSTRACT

In the past few years, the Brazilian customer market has revealed more demanding customers regarding foods that preserve their nutritional and sensory properties. This reality directly affects traditional technologies, such as thermal technologies for food processing. Such technologies are known for the sensory and nutritional losses they cause to products and also for the high energy consumption. Based on the germicidal effect that ultraviolet light provides to microorganisms, was developed a prototype using fluorescent UV light for treating solid foods. In parallel, a LED prototype developed previously was modernized. With these two prototypes, the effects on different dietary matrices were evaluated by microbial growth, physicochemical and sensory analyzes individually and also together, comparing both technologies. On the other hand, the effects achieved by these technologies will be compared to those obtained by conventional technologies, such as minimal processing. The effect on treated food matrices is expected to result in longer shelf

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



life, preservation of sensory and nutritional aspects. It is worth mentioning the strengthening of collaboration between food engineering and electronic engineering courses.

KEYWORDS: UV light. Prototype development. Treatment of solid foods. Fluorescent and LED lamp. Electronic components.

INTRODUÇÃO

O Brasil é hoje um dos maiores produtores de vegetais e hortaliças do mundo, no entanto a perecibilidade destes acarreta grandes desperdícios, seja para produtores, comerciantes e consumidores. (Banerjee et al., 2017).

Devido à crescente demanda por produtos e processos que respeitam o meio ambiente, preservam aspectos nutricionais e sensoriais dos alimentos, a indústria de alimentos é desafiada a adaptar seus processos industriais, procurando e estudando tecnologias alternativas que sejam capazes de alcançar as exigências de mercado e ainda promovam redução do desperdício e dos custos energéticos. Esta tendência impacta diretamente sobre as tecnologias tradicionais, tal como o tratamento térmico.

Na última década, diversas tecnologias não térmicas tais como campos elétricos pulsados, processamento por alta pressão, ultrassom, luz ultravioleta entre outras têm sido estudadas e aplicadas como alternativas capazes de produzir alimentos livres de enzimas e microrganismos patogênicos, inclusive podendo interferir na qualidade nutricional e sensorial dos alimentos, o que ocorre frequentemente nos alimentos tratados termicamente (Diels et al., 2005, Polisel-Scopel et al., 2012). Entre todas as tecnologias não térmicas desenvolvidas nas últimas décadas, a radiação por luz ultravioleta é considerada uma das mais promissoras devido a sua facilidade de aplicação, pela letalidade para a maioria dos microrganismos (Keyser et al., 2007; Lim & Harrison, 2016), por não gerar resíduos químicos (Guerrero-Beltrán & Barbosa-Cánovas, 2004). Todas estas características podem ser alcançadas a baixo custo quando comparado com outros métodos de preservação (Unluturk et al., 2007). De acordo com Manzocco et al. (2009), a utilização de doses de UV-C em frutas e hortaliças podem afetar a atividade enzimática, representando não só um meio eficaz de desinfecção, como também uma técnica não termal de inativar enzimas indesejáveis responsáveis por reduzir a vida útil dos produtos vegetais.

Conforme descrito por Bintsis; Litopoulou-Tzanetaki; Robinson, (2000) a luz ultravioleta ocupa uma ampla faixa de comprimentos de onda numa região não ionizante do espectro eletromagnético entre os raios-x (200 nm) e a luz visível (400 nm). E esta pode ser subdividida em três regiões, sendo:

- a) UV-C, com comprimentos de onda curtos, na faixa entre 200 e 280 nm; Faixa germicida (microrganismos).
- b) UV-B, com comprimentos de onda médios, na faixa entre 280 e 320 nm; Queimadura da pele (câncer).
- c) UV-A, com comprimentos de onda longos, na faixa entre 320 e 400 nm; Alterações na pele humana (bronzamento).

O objetivo deste trabalho é a construção de protótipos em conjunto com o departamento de Engenharia de Alimentos, para a prolongação da vida útil de frutas, por meio da avaliação dos efeitos da luz ultravioleta UV-C nas mesmas.

O projeto até o momento consistiu na construção de dois protótipos, sendo uma câmara de lâmpada UV-C, com acionamento por barra de cobre e temporizador, e uma câmara de leds, em duas faixas de ondas diferentes, com acionamento por meio de um temporizador acoplado por cabos molex a câmara.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa consistiu no desenvolvimento de dois protótipos de câmara de tecnologia UV-C.

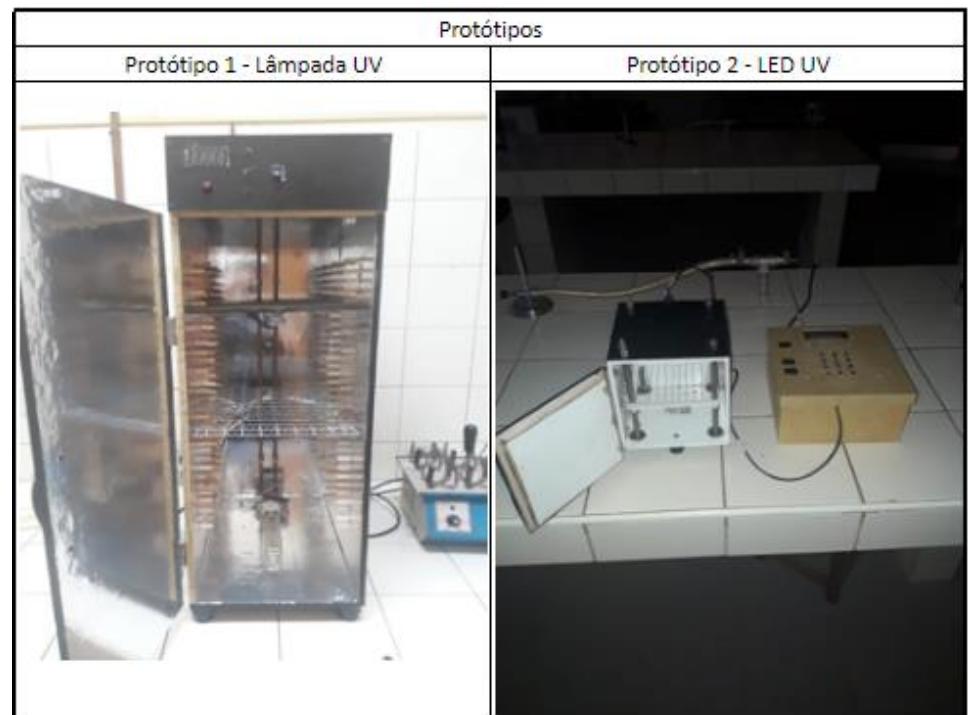
Sendo o primeiro a construção de um protótipo de madeira, com dimensões 83 cm de altura, 25 cm de largura e 35 cm de comprimento, devido ao baixo custo e resistência, neste modelo utilizou-se duas lâmpadas GT15T8 (marca Philips) de 18 W, as quais foram dispostas paralelamente, sendo que uma lâmpada foi fixada em sua base e a segunda lâmpada fixada na parte inferior de uma base móvel, a qual pode ser movida a partir de 60 cm de distância, a cada dois centímetros. Para acionamento das lâmpadas foram utilizadas duas barras de cobre, fixadas paralelamente de forma vertical no fundo da caixa. Estas são utilizadas para condução de corrente, de forma que quando a base móvel toca as barras, a lâmpada é acionada. Assim não é necessária utilização de fios, pois estes poderiam acarretar em defeitos. Para gerar maior incidência dos raios UV-C a câmara foi revestida com um filme autoadesivo de BOPP Metalizado, com a finalidade de reflexão dos raios. Para controle do tempo de exposição do fruto a incidência da lâmpada foi utilizado uma sucata de placa de potência de micro-ondas, na qual foram realizadas modificações de teclado para ativação somente das funções necessárias, sendo estas: liga/desliga; cancela e; um potenciômetro para ajuste do tempo. O protótipo está ilustrado por meio da Figura 1.

A segunda câmara foi desenvolvida em madeira MDF. A parte móvel, utiliza-se de barras roscadas e rolamentos que permitem a movimentação da grelha onde devem ser colocadas as amostras, tal processo é realizado manualmente.

Foram utilizados cinco LED's de 265 nm e cinco de 280 nm. A altura de 8,5 cm foi escolhida mediante testes com um radiômetro de alta precisão, como estes devem estar a 8.5 cm de distância do ponto superficial da amostra, a altura teve de ser dobrada e assim obteve-se uma câmara em formato cúbico (aproximadamente) com 17 cm².

Considerando propriedades refletivas a caixa foi pintada com tinta branca brilhante. A grelha foi construída com MDF e fio de cobre esmaltado, tendo seus cantos colados a porcas com arruela para fixação nas barras roscadas responsáveis pelo ajuste de altura da amostra. Os eixos utilizados são de aço inoxidável e têm 19 cm de altura com diâmetro de 8 mm. Estes foram fixados a caixa com uso de rolamentos comuns. O sistema resultante da junção de todos os componentes foi então montado dentro de uma caixa de MDF confeccionada manualmente. A mesma pode ser acoplada para ativação da câmara por meio de um conector molex 2 pinos. A mesma também segue ilustrada na figura 1.

Figura 1 – Protótipo de Lâmpada UV-C e Protótipo de LED UV-C para conservação de frutas



Fonte: Autoria própria (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a realização do projeto dois protótipos foram solicitados pelo departamento de Engenharia de Alimentos, o inicial, um protótipo de lâmpada UV-C, este foi construído de acordo com as dimensões solicitadas, utilizando barramento de cobre para acionamento da lâmpada. O modelo proposto foi assim idealizado, por minimizar defeitos que poderiam ocorrer caso se utilizassem cabos, este modo também apresentou uma melhor apresentação da câmara.

Para a característica de refletividade era necessária uma parede que gerasse tal efeito. Foram analisados diversos modos de se realizar, como papel alumínio, pintura metalizada e espelho, no entanto uma alternativa de baixo custo encontrada e de bom desempenho foi o filme de BOPP metalizado autoadesivo, o qual foi utilizado no projeto, este não rasga facilmente e conseguiu cobrir perfeitamente toda a superfície da caixa.

Para o temporizador do projeto poderia-se utilizar uma placa de circuito com Arduino, devido aos custos que desencadearia esta solução, foram coletadas amostras do lixo eletrônico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e utilizada uma placa de potência de micro-ondas para acionamento da câmara, sendo que esta foi modificada para acionar somente as funções necessárias, liga/desliga; cancela; e um potenciômetro de ajuste de tempo.

Para a segunda câmara, a qual já estava previamente construída foram realizadas algumas modificações, onde foi realizada a troca do temporizador, seguindo a mesma lógica do temporizador da câmara 1, utilizando uma placa de potência de micro-ondas e também foram realizadas melhorias estéticas no

protótipo, bem como a troca do sistema de acionamento do equipamento por uma caixa acoplada por conectores molex.

De acordo com os estudos realizados até o momento pelos acadêmicos de Engenharia de Alimentos, os resultados obtidos foram de diminuição de microrganismo nas amostras tratadas em comparação as amostras sem tratamento, como mostrado nos quadros 1 e 2 para tratamento com lâmpada fluorescente UV e LED UV.

Quadro 1– Redução da população microbiana (log UFC/g) com lâmpada UV fluorescente.

Tratamento	Dia 0	Dia 3	Dia 6	Dia 9
Controle	2,39	2,29	3,18	3,70
UV-C Lâmpada fluorescente	1,65	2,35	2,29	2,61

Fonte: A autoria própria (2019).

Os instrumentos possuem um painel de controle simples para permitir que os usuários ajustem o tempo de tratamento e irá oferecer uma intensidade fixa de luz UV.

Quadro 2– Redução da população microbiana (log UFC/g) lâmpada UV LED.

Tratamentos	Mesófilos	Psicrotróficos
Sanitização com solução de cloro	1,86	1,62
UV-C LED	1,86	1,58
UV-C Lâmpada fluorescente	2,24	2,08

Fonte: A autoria própria (2019).

CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho foi possível propor duas soluções de baixo custo para a preservação de frutas. Para o acadêmico o trabalho trouxe aprendizados a cerca da prática dos conhecimentos adquiridos durante o curso. Os estudos com os protótipos ainda estão em andamentos, os resultados parciais se apresentaram satisfatórios. Para futuros trabalhos propõe-se melhorias estéticas e funcionais nos protótipos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de realizar este trabalho e permitir estar neste momento de minha vida acadêmica. Agradeço a Universidade e aos departamentos de Engenharia Eletrônica e Engenharia de Alimentos pela chance de realizar este estudo. Agradeço também a Fundação Araucária pelo apoio financeiro, que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BANERJEE, J., SINGH, R., VIJAYARAGHAVAN, R., MACFARLANE, D., PATTI, A.F., ARORA, A., (2017). Bioactives from fruit processing wastes: Green approaches to valuable chemicals. *Food Chemistry*. 225:10-22. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.093>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

BINTSIS, T.; LITOPOULOU-TZANETAKI, E.; ROBINSON, R. K. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry—a critical review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 80, n. 6, p. 637–645, 2000.

DIELS, A.J., CALLEWAERT, L., WUYTACK, E.Y., MASSCHALCK, B. & MICHIELS, C.W. Inactivation of *Escherichia coli* by high-pressure homogenisation is influenced by fluid viscosity but not by water activity and product composition. *International Journal of Food Microbiology*. 101, 281-291, 2005.

GUERRERO-BELTRÁN, J.A., BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. Advantages and limitations on processing foods by UV light. *Food Science and Technology International* 10 (3), 137–147, 2004.

KEYSER, M.; MÜLLER, I.A.; CILLIERS, F.P.; NEL, W.; GOUWS, P.A. Ultraviolet radiation as a non-thermal treatment for the inactivation of microorganisms in fruit juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 9, 348–354, 2008.

MANZOCCO, L.; DRI, A.; QUARTA, B. Polyphenoloxidase inactivation by light exposure in model systems and. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 10, p. 500-505, 2009.

UNLUTURK, S.; ATILGAN, M.R.; BAYSAL, A.H.; TARI, C. Use of UV-C radiation as a non-thermal process for liquid egg products (LEP). *Journal of Food Engineering*. 85, 561–568, 2008.