

Métodos eco-inovadores de desinfecção para fruta cortada de modo de produção biológico

Amilcar Duarte¹, Ana Graça¹, Miguel Salazar² & Carla Nunes¹

¹ICAAM- Universidade do Algarve. FCT. Ed. 8 Campus de Gambelas, Faro, Portugal, aduarte@ualg.pt; canunes@ualg.pt

²Centro de Investigação em Ciências do Ambiente e Empresariais (CICAE). Instituto Universitário D. Afonso III (INUAF), Loulé, Portugal, miguel.salazar@mail.telepac.pt

Resumo

O cloro é o desinfectante de uso habitual na indústria de fruta cortada mas apresenta problemas de eficácia, de saúde e ambientais, pelo que há uma tendência para ser eliminado do processo de desinfecção, não apenas para os alimentos de modo de produção biológico (MPB) mas também de alimentos convencionais. Neste trabalho foi testada em pêra 'Rocha' cortada a actividade biocida de três sistemas eco-inovadores de desinfecção (iluminação UV-C, água electrolisada e água ozonizada). Cubos de pêra foram inoculadas com uma suspensão de *Escherichia coli*, *Listeria innocua* ou *Salmonella choleraesuis* e tratados com os sistemas eco-inovadores. Para cada um testaram-se diferentes doses ou tempos de exposição (UV-C: 0-10 kJ.m⁻²; água electrolisada: 10-200 ppm cloro livre, 5 min; e água ozonizada: 0,4 ppm, 1-5 min). Como testemunha utilizou-se o tratamento com hipoclorito de sódio a 100 ppm. Os resultados demonstram que o sistema mais eficaz foi a iluminação UV-C, seguido de água electrolisada e de água ozonizada. A iluminação UV-C e a água electrolisada apresentaram, de um modo geral, eficácia superior à do hipoclorito de sódio e o ozono, eficácia similar. Dos métodos testados, o mais promissor para uso em alimentos MPB e numa agricultura sustentável é a iluminação UV-C, pois, além de elevada eficácia, apresenta a vantagem de não utilizar água nem produzir resíduos nem subprodutos nos frutos nem no ambiente.

Palavras-chave: água electrolisada, cloro, iluminação UV-C, microrganismos patogénicos de origem alimentar, ozono.

Abstract

Eco-innovative methods for disinfection of fresh-cut fruit of organic production.

Chlorine is the disinfectant usually used in the cut fruit industry, but presents problems of efficiency as well as health and environmental problems, so there is a tendency to be eliminated from the disinfection process, not just for the organic food, but also to the conventional foods. We tested on cutted 'Rocha' pear the biocidal activity of three eco-innovative disinfection systems (UV-C light, electrolyzed water and ozonated water). Pear cubes were inoculated with a suspension of *Escherichia coli*, *Listeria innocua* or *Salmonella choleraesuis* and treated with the innovative eco-systems. For each treatment different doses or times of exposure were tested (UV-C: 0-10 0-10 kJ.m⁻²; electrolyzed water: 10-200 ppm free chlorine, 5 min, and ozonated water: 0.4 ppm, 1.5 min). As a control we used the treatment with sodium hypochlorite at 100 ppm. The results showed that the most effective system was the UV-C light followed by electrolyzed water and ozonated water. The UV-C light and the electrolyzed water showed, in general, a superior efficacy, compared to sodium hypochlorite and ozone showed similar efficacy. Among the tested methods, the most promising for use in organic produces and in sustainable agriculture, is the UV-C light, because in addition to its high efficiency, has the advantage of not using water or producing waste or by-products in the fruit or in the environment.

Keywords: electrolyzed water, chlorine, UV-C light, food-borne microorganisms, ozone.

Introdução

Os frutos e legumes minimamente processados representam um sector da indústria agro-alimentar em rápido crescimento. Este crescimento deve-se ao facto de estes produtos apresentarem maior comodidade, produzirem menos resíduos e reduzirem o tempo de confecção. Estes alimentos

vêm ao encontro de uma maior exigência do consumidor em produtos de elevado valor nutricional e qualidade sensorial.

Entende-se por produtos minimamente processados aqueles frutos e legumes frescos, limpos e embalados, que estão prontos para o consumo. O produto final mantém as propriedades naturais e frescas. O aumento da procura destes produtos representa um desafio aos investigadores e produtores, para garantir a segurança destes alimentos. Os problemas específicos dos produtos minimamente processados destinados ao consumo em fresco, quer sejam de modo de produção convencional e em especial os de produção biológico, são de origem microbiológico. Estes produtos não são submetidos a tratamentos térmicos que inativem ou matem os patogénios, sendo por isso essencial respeitar a cadeia de frio. Alguns dos patogénios de origem alimentar associados a estes produtos incluem *Listeria monocytogenes*, distintas espécies de *Salmonella*, estirpes enteropatogénicas de *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, etc. A contaminação pode surgir no campo a partir do solo, da matéria orgânica, de fertilizantes orgânicos, da água de rega, insectos, animais ou contacto humano e ainda nas práticas de pós-colheita ou de processamento (Beuchat, 1996). O risco de contaminação dos produtos minimamente processados é maior que no produto inteiro, pois no processamento são descascados e cortados, removendo as barreiras naturais e disponibilizando um meio nutritivo rico para o crescimento de microrganismos. O elevado teor em água, falta de tratamento térmico e a possível quebra de frio ao longo da cadeia aumentam o risco de serem veículos de transmissão de doenças.

Um relatório do Comité Científico de Alimentação da UE (SCF, 2002) indica que a incidência de surtos epidémicos relacionados com produtos vegetais, ainda que menores que os de origem animal, tem vindo a aumentar nos últimos anos, o que provocou a nível da UE uma preocupação a esse respeito; preocupação incrementada pelo recente surto de *E. coli* ocorrido na Alemanha.

Na indústria de processamento a carga microbiana dos produtos minimamente processados vai depender da carga inicial e dos tratamentos aplicados, podendo inclusive aumentar. A desinfecção é o único processo eficaz, mas não garante eliminação total, reduzindo 10-100 vezes a população microbiana. A eficácia depende do tipo e pH do desinfetante, tempo de contacto, temperatura e propriedades físico-químicas da superfície do produto (Beuchat, 1998). Desinfetantes contendo cloro são os mais usados (FDA, 1996), mas representam um risco para o ambiente e saúde, pela formação de subprodutos carcinogénicos (Wang et al., 2006), com uso proibido em alguns países, especialmente em produtos de modo de produção biológico (Ölmez et al., 2009), sendo necessário procurar alternativas. Com este objectivo, têm surgido diversas tecnologias de desinfecção, como ozono (Selma et al., 2008; Ölmez & Akbas, 2009), iluminação UV-C (Artés-Hernández et al., 2010; Gomez et al., 2010) e água electrolisada (Abadias et al., 2008; Graça et al., 2011), entre outros.

O Ozono (O₃) tem efeito biocida devido ao elevado poder oxidante, com capacidade de oxidar a matéria orgânica 3000 vezes maior que o cloro (EPRI, 1997) e pela sua elevada difusão nas membranas celulares. Apresenta a vantagem de decompor-se facilmente em fase aquosa e não produz resíduos nos alimentos. A água electrolisada (AE) é gerada pela electrólise de uma solução de sal (NaCl) diluída (0,5-1%). Existem dois tipos de AE com propriedades desinfetantes: a ácida (AEA) e a neutra (AEN). A AEA apresenta maior poder biocida, devido ao baixo pH (2-4) e ao elevado potencial de oxidação redução (ORP >1000 mV), e porque contém oxidantes activos como o ácido hipocloroso (Kim et al., 2000). A AEN também tem forte poder bactericida, com pH entre 5,0 e 8,5 e ORP 500 a 700 mV. A iluminação UV-C (λ de 200 a 400 nm) é uma forma de radiação não ionizante com pouca capacidade de penetração, mas elevado poder biocida, por penetrar nas membranas celulares e romper as cadeias de DNA (Shama & Alderson, 2005). Este sistema também não gera resíduos nem subprodutos tóxicos. A iluminação UV-C, além do efeito biocida, também tem sido referenciada por atrasar os processos de senescência, induzir mecanismo de defesa e aumentar a composição nutricional dos frutos e legumes (Artés-Hernández et al., 2010a).

O objectivo deste trabalho foi avaliar a actividade biocida de três sistemas eco-inovadores de desinfecção (iluminação UV-C, água electrolisada e água ozonizada) em pêra 'Rocha' minimamente processada.

Material e Métodos

Culturas bacterianas

Os patogénios de origem alimentar usados neste estudo foram *Escherichia coli* O157:H7 NCTC 12900, *Listeria innocua* e *Salmonella choleraesuis* subsp. *choleraesuis* (Smith) Weldin serotipo Michigan, ATCC BAA-709. *L. innocua* foi usada como modelo de *L. monocytogenes*. Cada bactéria foi crescida separadamente em meio líquido TSB (Triptona soja), em agitador orbital a 150 rpm e 37°C

durante 20 h. Cada cultura foi centrifugada e ressuspensa em peptona salina. Para cada bactéria foi preparado inóculo a 10^7 ufc.mL⁻¹.

Preparação das amostras

Foram usadas pêras 'Rocha' adquiridas em central fruteira e mantidas a 0,5°C durante um período não superior a 4 meses. Os frutos foram lavados e desinfetados em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% durante 30 s, e depois de secos foram cortados em bocados iguais de 10 g, em condições assépticas. Os bocados de pêra cortados foram submersos numa suspensão de cada uma das bactérias *E. coli*, *L. innocua*, *S. choleraesuis* durante 3 min, num agitador orbital a 150 rpm. As amostras inoculadas foram secas à temperatura ambiente durante 30 min antes de receber os tratamentos.

Aplicação dos tratamentos

Água electrolisada

Ambas, água electrolisada ácida (AEA) e neutra (AEN) foram produzidas pela unidade Enviolyte® 400. Os tratamentos foram comparados com água destilada (AD) e solução de hipoclorito de sódio (H) à mesma concentração de cloro livre que a AE. As concentrações de cloro livre usadas foram 10, 100 e 200 ppm. Os frutos foram colocados numa suspensão fria de cada tratamento em agitação a 150 rpm durante 5 min, e enxaguados duas vezes com AD fria durante 3 min, para retirar possíveis resíduos de cloro. Os frutos cortados foram deixados secar. A concentração de cada patógeno foi determinada após 2 h do tratamento. Amostras inoculadas mas não tratadas foram usadas como controlo.

Iluminação UV-C

Os tratamentos de iluminação UV-C foram realizados em câmara revestida de alumínio e com 6 lâmpadas na zona superior e 6 na zona inferior, permitindo que os frutos sejam iluminados em ambos lados. As doses foram obtidas através da medição com um radiómetro e depois foi calculado o tempo de exposição necessário para cada dose. As doses usadas neste estudo foram: 2,5, 5,0, 7,5 e 10 kJ.m⁻². Os tratamentos foram comparados com um tratamento com água destilada (AD) e solução de hipoclorito de sódio (H) a 100 ppm de cloro livre, como explicado anteriormente. A concentração de cada patógeno foi determinada após 2 h do tratamento. Amostras inoculadas mas não tratadas foram usadas como controlo.

Água ozonizada

Para realizar os tratamentos de água ozonizada utilizou-se o ozonizador Eurozon Millenium 4000. Num recipiente de 25 L de capacidade colocou-se 20 L de água corrente. O recipiente foi fechado e ozonizado durante 10 min, até alcançar a concentração máxima. Para medir a concentração de O₃ na água utilizou-se tabela de correspondência com o potencial redox (ORP). A dose utilizada foi de 0,4 ppm, que corresponde a ORP de 900 mV. Dez gramas de pêra cortada foram colocadas em 150 mL de água ozonizada durante 1, 3 e 5 min. Os frutos foram deixados secar. Os tratamentos foram comparados com água destilada (AD) e solução de hipoclorito de sódio (H) a 100 ppm de cloro livre, como explicado anteriormente. A concentração de cada patógeno foi determinada após 2 h do tratamento. Amostras inoculadas mas não tratadas foram usadas como controlo.

Análise microbiológica

As amostras de pêra cortada (10 g) foram transferidas para sacos de stomacher com 90 g de peptona salina estéril e homogeneizadas num Stomacher 400 Lab (VWR) a 240 rpm durante 2 min. Realizaram-se diluições seriadas das amostras homogeneizadas em peptona salina e gotas de 20 µL foram colocados em placa Petri com meio TSA utilizando o método de Miles & Misra (1938) e incubadas a 37 ± 1°C durante 24 h. Os resultados foram expressos em logaritmo das unidades formadoras de colónias por grama (log ufc.g⁻¹) de pêras. Para cada condição realizam-se 3 repetições e os ensaios foram repetidos 2 vezes.

Resultados e Discussão

Actividade anti-microbiana da água electrolisada

As propriedades físico-químicas das soluções utilizadas foram determinadas pela medição do pH e potencial de oxidação-redução (ORP). Para AEA 200 ppm: pH=2,68 e ORP 1111 mV; AEN 200 ppm: pH=8,33 e ORP 736 e H 200 ppm: pH=8,50 e ORP 759 Vm, as diluições para redução do cloro livre tiveram um efeito muito pequeno nos valores de pH e ORP.

A população inicial de células viáveis após 30 min de inoculação em pêra 'Rocha' cortada não lavada (tratamento controlo) foi de 5,71, 6,07 e 6,13 log ufc.g⁻¹ para *E. coli*, *L. innocua* e *S. choleraesuis*,

respectivamente. A eficácia de AEA, AEN, H e AD na redução da população bacteriana foi avaliada e comparada com os valores da população em pêra cortada, inoculada e não tratada (fig. 1).

Para todos os patogénios os tratamentos de AEA com 200 ppm de cloro livre foram em geral os que apresentaram maior efeito bactericida e resultou em reduções maiores ou similares aos de AEA a 100 ppm.

Para *E. coli* (fig. 1A) a redução da população observada em pêras cortadas e lavadas com AEA a 200 ppm (AEA200) de cloro livre, foi de 2,00 log ufc.g⁻¹. Os tratamentos AEA100, AEN200, AEN100 e H200 permitiram valores de redução de *E. coli* estatisticamente iguais (entre 1,09 e 0,84 log ufc.g⁻¹).

A redução da população de *L. innocua* (fig. 1B) obtida com os tratamentos AEA200 e AEA100, foi de 1,86 e 1,92 log ufc.g⁻¹, respectivamente. Para *S. choleraesuis* (fig. 1C) as reduções maiores na população foram superiores a 2,00 log ufc.g⁻¹ e correspondem também aos tratamentos de AEA200 e AEA100 além de AEN200. Em geral, para todos os tratamentos, a redução da população de *S. choleraesuis* foi superior, quando comparada com os restantes patogénios.

Para todos os patogénios os tratamentos de H10 e AD não apresentaram diferenças significativas entre si e foram aqueles que tiveram menor efeito bactericida.

Comparando o efeito de AEN e H observa-se que para *E. coli* e *L. innocua* a eficácia dos tratamentos é similar, para valores iguais de cloro livre, o que se explica por os valores de pH e ORP serem similares. No entanto a eficácia de hipoclorito de sódio na redução de *S. choleraesuis* é menor, quando comparada com AEN para as mesmas doses de cloro livre

Os resultados obtidos neste estudo indicam que a AEA tem um efeito bactericida superior a AEN e H, este efeito deve-se a que AEA tem ORP superior e pH inferior que as restantes soluções. O ácido hipocloroso (HOCl) que é o principal agente activo de AEA e AEN, é a forma de cloro livre que tem maior poder bactericida, pois forma radicais OH que actuam sobre os microrganismos. Assim a maior concentração de HOCl na AEN produz mais OH, o que juntamente com um maior ORP e menor pH resulta numa forte actividade antimicrobiana.

Estes resultados estão de acordo com outros estudos em vegetais minimamente processados (Park et al., 2001; Abadias et al., 2008). Em frutos processados existem muito poucos estudos com água electrolisada. Apenas estão referenciados 4 trabalhos em frutas minimamente processadas, dois no controlo de *E. coli* em maçãs (Wang et al., 2006, 2007) e no controlo de *E. coli*, *L. innocua* e *S. choleraesuis* em inoculação individual ou em simultâneo em maçã (Graça et al., 2011).

Actividade anti-microbiana de iluminação UV-C

A população inicial de células viáveis após 30 min de inoculação em pêra 'Rocha' cortada não lavada (tratamento controlo) foi de 5,33, 5,28 e 5,43 log ufc.g⁻¹ para *E. coli*, *L. innocua* e *S. choleraesuis*, respectivamente.

Todos os tratamentos de UV-C apresentaram eficácia semelhante na redução da população de *E. coli*, com valores entre 1,92 e 1,68 log ufc.g⁻¹ (fig. 2A). Em relação a *L. innocua* as reduções maiores foram obtidas com as duas doses mais altas de UV-C e foram superiores a 2,5 log ufc.g⁻¹, seguidas dos tratamentos de 5,0 e 2,5 kJ.m⁻², com reduções de 1,82 e 1,09 log ufc.g⁻¹ respectivamente (fig. 2B). Em *S. choleraesuis*, verificou-se uma relação directa entre a dose de UV-C e a redução da população deste patogénio (fig. 2C). Para todos os patogénios o tratamento com menor eficácia na redução dos patogénios foi AD seguido de H100. Os tratamentos de UV-C reduziram significativamente a carga microbiana em todos os casos e, em geral, o efeito do tratamento dependeu da dose de UV-C e do tipo de patogénio a controlar.

Os nossos resultados estão de acordo com os obtidos por outros autores em produtos minimamente processados, ainda que em frutos cortados, tal como com água electrolisada existem muito poucos estudos, e não encontramos nenhum com inoculação de microrganismos patogénicos. Fonseca & Rushing (2006) verificaram que com doses de 4,1 kJ.m⁻² de UV-C a redução da carga microbiana em cubos de melancia foi inferior a 1 log ufc.g⁻¹, e Artés-Hernández et al. (2010b) conseguiu também em melancia a redução máxima de 2 log ufc.g⁻¹ com dose de 1.6 kJ.m⁻². Nestes estudos a redução da carga microbiana dizia respeito a microrganismos mesófilos, psicotróficos e enterobacteria, com carga inicial de 2,4 log ufc.g⁻¹.

Actividade anti-microbiana de água ozonizada

As reduções obtidas com água ozonizada para os 3 patogénios estudados não apresentaram em geral diferenças significativas em relação a H100 e AD, pelo que não apresentamos graficamente os resultados. Verificou-se que assim que a fruta era depositada na água ozonizada o valor de ORP decrescia drasticamente para valores inferiores a 400 ORP e que durante o decorrer da experiência este valor decrescia ainda mais, o que pensamos ser a razão do baixo efeito bactericida obtido. Esta

descida deve-se provavelmente ao facto de o ozono ser instável em fase aquosa e decompor-se facilmente na forma do oxigénio molecular, além de reagir fortemente com a matéria orgânica. É necessário otimizar a metodologia, com o objectivo de aumentar a estabilidade do ozono em solução. Este objectivo poderá ser alcançado com utilização de água próximo de 0°C (Rice et al., 1981) e mediante a diminuição do pH da solução.

Conclusões

Como conclusões finais podemos indicar que o uso de água electrolisada e da iluminação UV-C são eficazes na redução, dos patogénios *Escherichia coli*, *Listeria innocua* e *Salmonella choleraesuis*, em pêra 'Rocha' cortada. Tendo em consideração que estes métodos apresentam a vantagem de produzir um impacto negativo baixo ou nulo no ambiente e na saúde humana e são mais económico que outros sistemas de desinfecção, há fortes perspectivas de que venham a ser usados na indústria para desinfecção de fruta minimamente processada em MPB e também em produtos convencionais.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado por Fundos FEDER, através do Programa Operacional Factores de Competitividade - COMPETE e por Fundos Nacionais, através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, no âmbito do projecto PTDC/AGR-ALI/111687/2009; e através programa POCTEP do projecto I2TEP, subprojecto Citroliva.

Referências

- Abadias, M., Usall, J., Oliveira, M., Alegre, I. & Viñas, I. 2008. Efficacy of neutral electrolyzed water (NEW) for reducing microbial contamination on minimally-processed vegetables. *International Journal of Food Microbiology* 123:151-158.
- Artés-Hernández, F., Gómez, P., Aguayo, E., & Artés, F. 2010a. Technological innovations to preserve quality and safety of fresh-cut horticultural products. The effect of electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut fruit, in: Nunes, C. (Ed.), *Environmentally Friendly and Safe Technologies for Quality of Fruit and Vegetables*. Universidade do Algarve, Faro, pp:192-200
- Artés-Hernández, F., Robles, P.A., Gómez, P.A., Tomás-Callejas, A. & Artés, F. 2010b. Low UV-C illumination for keeping overall quality of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biology and Technology* 55(2):114-120.
- Beuchat, L.R. 1996. *Listeria monocytogenes*: Incidence on vegetables. *Food Control*, 7:223-228.
- Beuchat, L.R. 1998. Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw: A review. *Food Safety Issues*. Food Safety Unit, World Health Organization. WHO/FSF/FOS 98.2. 42 pp.
- EPRI (Electric Power Research Institute) "expert panel" U.S. Food and Drug Administration, 1997. Substances generally recognized as safe, proposed rule. *Federal Register* 62 (74):18937-18964.
- FDA. 1996. United States Code of Federal Regulations. Title 21, chapter 21, part 173, secondary direct food additives permitted in food for human consumption: section 173.315. U.S. Food and Drug Administration, Dept. of Health and Human Services, Washington, D.C.
- Fonseca, J.M. & Rushing, J.W. 2006. Effect of ultraviolet-C light on quality and microbial population of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biology and Technology* 40:256-261.
- Gomez, P.L., Alzamora, S.M., Castro, M.A. & Salvatori, D.M. 2010. Effect of ultraviolet-C light dose on quality of cut-apple: Microorganism, color and compression behavior. *Journal of Food Engineering* 98(1):60-70.
- Graça, A., Abadias, M., Salazar, M. & Nunes, C. 2011. "The use of electrolyzed water as a disinfectant for minimally processed apples." *Postharvest Biology and Technology*.
- Kim, C., Hung, Y.C. & Brackett, R.E. 2000. Roles of oxidation-reduction potential in electrolyzed oxidizing and chemically modified water for the inactivation of food-related pathogens. *Journal of Food Protection* 63:19-24.
- Miles, A.A., & Misra, S.S. 1938. The estimation of the bactericidal power of blood. *The Journal of Hygiene* 38(6): 732-749.
- Ölmez, H. & Kretzschmar, U. 2009. Potential alternative disinfection methods for organic fresh-cut industry for minimizing water consumption and environmental impact. *Lwt-Food Science and Technology* 42:686-93
- Ölmez, H. & Akbas, M.Y. 2009. Optimization of ozone treatment of fresh-cut green leaf lettuce. *Journal of Food Engineering* 90:487-494.

- Park, C.M., Hung, Y.C., Doyle, M.P., Ezeike, G.O. & Kim, C. 2001. Pathogen reduction and quality of lettuce treated with electrolyzed oxidizing and acidified chlorinated water. *Journal of Food Science* 66:1368-1372.
- Rice, R.G., Robson, C.M., Miller, G.W. & Hill, A.G. 1981. Uses of ozone in drinking water treatment. *Journal of the American Water Works Association* 73:44-57.
- Scientific Committee on Food. 2002. Risk profile on the microbiological contamination of fruits and vegetables eaten raw. http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out125_en.pdf
- Selma, M.V., Allende, A., López-Gálvez, F., Conesa, M.A. & Gil, M.I. 2008. Disinfection potential of ozone, ultraviolet-C and their combination in wash water for the fresh-cut vegetable industry. *Food Microbiology* 25(6):809-814.
- Shama, G. & Alderson, P. 2005. UV hormesis in fruits: a concept ripe for commercialisation. *Trends in Food Science & Technology* 16:128-136.
- Wang, H., Feng, H. & Luo, Y. 2006. Dual-phasic inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 with peroxyacetic acid, acidic electrolyzed water and chlorine on cantaloupes and fresh-cut apples. *Journal of Food Safety* 26:335-47.
- Wang, H., Feng, H. & Luo, Y. 2007. Control of browning and microbial growth on fresh-cut apples by sequential treatment of sanitizers and calcium ascorbate. *Journal of Food Science* 72:M001-M007.

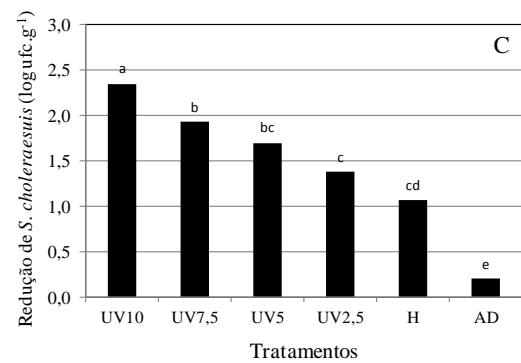
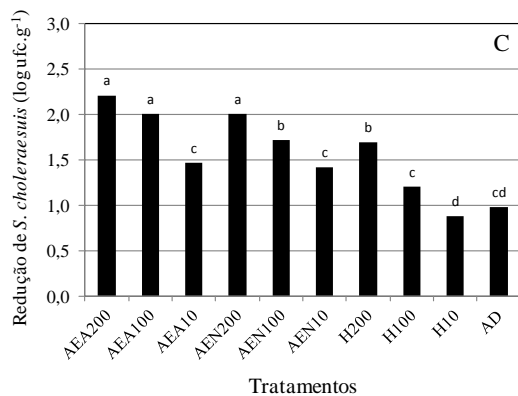
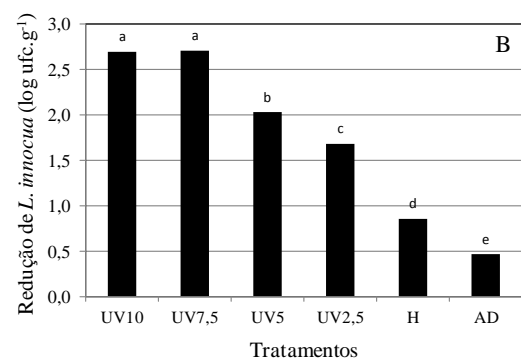
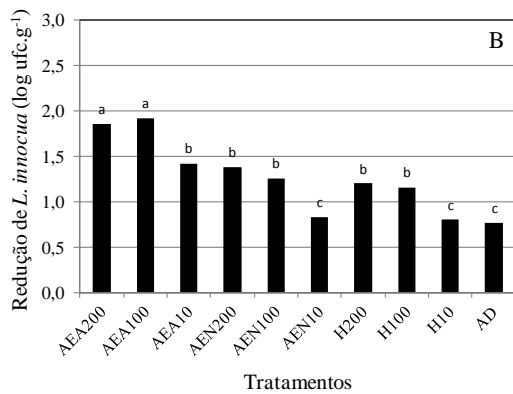
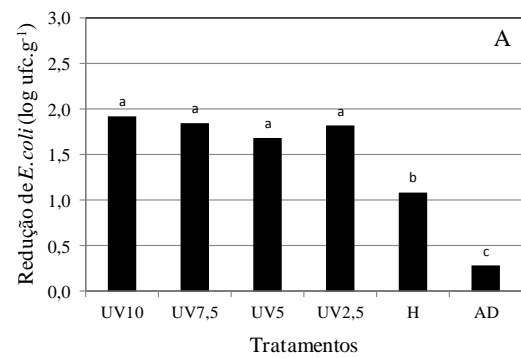
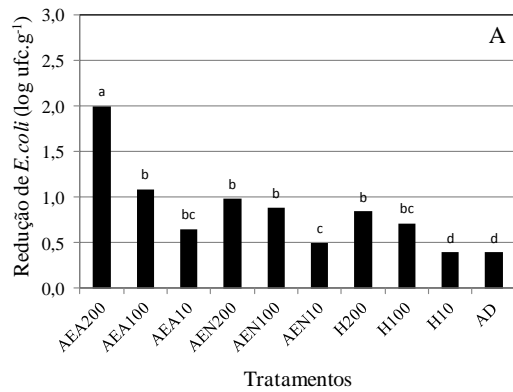


Figura 1 - Eficácia de AEA, AEN, H a doses de 10-200 ppm de cloro livre, e AD na redução de *E. coli* (A), *L. innocua* (B) e *S. choleraesuis* (C) em pêra 'Rocha' cortada e inoculada artificialmente. Tratamentos com letras comuns não apresentam diferenças significativas entre si.

Figura 2 - Eficácia de iluminação UV-C a doses de 2,5-10 kJ.m⁻², H a 100 ppm de cloro livre e AD, na redução de *E. coli* (A), *L. innocua* (B) e *S. choleraesuis* (C) em pêra 'Rocha' cortada e inoculada artificialmente. Tratamentos com letras comuns não apresentam diferenças significativas entre si.