

**POTENCIAL SANITIZANTE DO GÁS OZÔNIO NO PROCESSAMENTO
MÍNIMO DE ALIMENTOS FRESCOS**

Fernanda Beltrame Hernandez¹, Bruna de Villa², Dayane Taine Freitag¹, Diandra Ganascine³, Luciene Kazue Tokura²

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Graduação em Engenharia Agrícola, Rua Universitária, 2069, CEP 85819-110, Bairro Jardim Universitário, Cascavel, PR. E-mail: fernandabeltramehernandes@gmail.com, dayane_freitag@hotmail.com

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Energia na Agricultura - PPGEA, Campus Cascavel, Rua Universitária, 2069, CEP 85819-110, Bairro Jardim Universitário, Cascavel, PR. E-mail: bruna.devilla.58@hotmail.com, lucienetokura@gmail.com

³Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Campus Cascavel, Rua Universitária, 2069, CEP 85819-110, Bairro Jardim Universitário, Cascavel, PR. E-mail: diandraganascini@hotmail.com

RESUMO: A demanda de alimentos frescos e minimamente processados tem aumentado devido à preocupação com a qualidade de vida associada à rotina corrida, estes alimentos passam por etapas que possibilitam o aumento do tempo de prateleira e garante segurança ao consumidor. O emprego do ozônio, que é uma substância sanitizante, tem ganhado espaço em relação aos sanitizantes convencionais, pois é mais eficiente na eliminação de microrganismos, incluindo patógenos resistentes, sem que haja formação de compostos indesejados.

PALAVRAS-CHAVE: Tempo de prateleira, segurança alimentar, microorganismos.

**POTENTIAL SANITATION OF OZONE GAS IN THE MINIMUM
PROCESSING OF FRESH FOOD**

ABSTRACT: The demand for fresh and minimally processed food has increased due to the concern with the quality of life associated with the running routine, these foods go through steps that increase the shelf life and guarantee consumer safety. The use of ozone, which is a sanitizing substance, has gained space over conventional sanitizers because it is more efficient in eliminating microorganisms, including resistant pathogens, without the formation of unwanted compounds.

KEY WORDS: Shelf life, food safety, microorganisms.

INTRODUÇÃO

A procura da população por qualidade de vida elevada associada à rotina corrida da vida atual evidencia a demanda de alimentos frescos que não exijam grande tempo de preparo, mas que tenham qualidade agregada ao produto. Por esta razão a procura por alimentos frescos como hortaliças orgânicas e minimamente processadas têm crescido representativamente durante os últimos anos (Sebrae, 2015).

Além disto, consumidores cada vez mais conscientes estão exigindo produtos seguros e com menor impacto ao meio ambiente e à saúde humana (Beirão-da-Costa et al., 2014).

Alimentos frescos são altamente perecíveis devido ao alto teor de água em sua composição química; consequentemente, apresentam uma vida pós-colheita limitada. Para que o tempo de conservação seja maximizado e ocorra redução das perdas pós-colheita mantendo-os conservados para um tempo maior de consumo, é importante que se conheça e utilize as práticas adequadas de manuseio durante as fases de colheita, pós-colheita, armazenamento, transporte, distribuição, comercialização e consumo (Freitas-Silva et al., 2013), já que em todas estas etapas pode haver contaminação. Também são potenciais veiculadores de microrganismos, esses podem estar associados à toxicoinfecções alimentares, consequentemente a doenças transmitidas por alimentos (DTA). O manuseio e o preparo correto de frutas e hortaliças para o consumo humano são cruciais para reduzir a carga microbiana nestes tipos de produtos e por consequência diminuir a incidência de doenças transmitidas através de alimentos (Antoniolli et. al., 2005).

O método de sanitização química dos alimentos é bastante utilizado pela indústria alimentícia devido à enorme quantidade de produtos desenvolvidos para essa finalidade. O cloro é o composto mais utilizado na sanitização, porém apresenta o risco de formação de compostos indesejáveis. Por isso, em alguns países da Europa como Alemanha, Holanda, Dinamarca, Suíça e Bélgica, seu uso em alimentos frescos foi proibido. Esse é um dos motivos para o surgimento de várias alternativas para a sanitização de hortifrutícolas no mercado. Como por exemplo, ácido acético, ácido peracético, ozônio, radiação, superóxido, óxido nitroso, luz ultravioleta (Artés et al., 2007).

Apesar de a cloração diminuir a propagação de doenças infecciosas transmitidas por alimentos, o efeito dos compostos clorados no meio ambiente é de grande preocupação. Lançamentos de compostos clorados para o meio ambiente podem resultar na formação de Trihalometanos em rios e, deste modo, o potencial de água potável pode ser afetado juntamente com espécies aquáticas e terrestres nativas (Guzel-Seydim et al., 2004).

Dentre as novas tecnologias no controle de patógeno o ozônio pode tornar-se uma alternativa ecologicamente correta e economicamente viável no âmbito da manutenção e preservação da qualidade dos produtos de origem vegetal (Rozado et al., 2008). Uma vez que possui segurança e eficácia superiores aos desinfetantes convencionais, além de não gerar resíduos tóxicos.

Ozônio

O ozônio foi descoberto em 1839, por Schonbein que estudava a decomposição eletrolítica da água (Lapolli et al., 2003), ele tem ganhado a indústria alimentícia por sua elevada segurança em comparação com os sanitizantes convencionais, agindo com maior eficácia em microrganismos, incluindo patógenos resistentes.

Segundo Chiattonne et al. (2008) o ozônio foi utilizado, pela primeira vez, como agente conservante de alimentos em 1909, em câmaras frias de estocagem de carnes. Contudo, na época sua utilização como desinfetante não foi bem aceita pela indústria de alimentos, devido ao seu custo elevado em relação a outras substâncias como, por exemplo, o cloro.

Nos Estados Unidos na década 90, a partir da aprovação pela Food and Drug Administration (FDA) do ozônio como uma substância segura para aplicação direta em alimentos, sua utilização no setor alimentício vem crescendo. No Brasil, no entanto, não há legislação específica sobre a sua utilização no setor alimentício, ficando restrito ainda a pesquisas e experimentos científicos. O ozônio pode afetar componentes dos microrganismos, como glicoproteínas, glicolipídios, enzimas, além de apresentar outros efeitos benéficos para o aumento da vida útil dos produtos (Kawano et al., 2016).

A aplicação do ozônio para fins agrícolas pode ser incluída no armazenamento e conservação de frutos e legumes, na descontaminação superficial de alimentos perecíveis e desinfecção de equipamentos de indústria, água, e materiais de embalagem (Graham, 1997).

Processamento mínimo

A atividade de processamento mínimo de frutas e hortaliças teve início nos Estados Unidos quando, em 1938, saladas embaladas podiam ser encontradas em quitandas e pequenos mercados (Moretti e Machado, 2006). Na década de 70 surgiram no mesmo país um volume importante de vegetais pré-processados, reunindo praticidade e conveniência. No Brasil, a produção e comercialização de produtos minimamente processados tiveram início em 1996, principalmente nos estados do sudeste (Puschmann et al., 2006).

Os vegetais minimamente processados englobam todos aqueles produtos frescos submetidos a pequeno processamento que incluem seleção, lavagem, descascamento,

corte, fatiamento, sanitização e empacotamento, ou seja, são preparados prontos para serem consumidos, porém em estado semelhante aos vegetais frescos, trazendo como consequências a melhor aparência do alimento e a redução do tempo de preparo para o consumidor final (Riva et al., 2001).

Em uma definição ampla e com o foco no consumidor, um alimento de qualidade é aquele que reúne atributos sensoriais (cor, sabor, aroma, textura, crocância, entre outros), nutricionais, de segurança (ausência de perigos químicos, microbiológicos e físicos), relacionados a sistemas de produção (transgênicos, orgânicos, convencionais, indicação geográfica, entre outros), de conveniência e disponibilidade. A segurança de alimentos é o item decisivo para que um alimento tenha qualidade, ou seja, um alimento de qualidade é necessariamente seguro (Cenci, 2011).

Ações fungicidas e de potencial preservativo

O ozônio é uma substância antimicrobiana poderosa devido à sua potencial capacidade oxidante (Brady e Humiston, 1978).

Em forma gasosa ou aquosa, o ozônio pode reduzir os níveis da microflora natural, bem como infecções bacterianas, fúngicas e de molde a contaminação em cereais e subprodutos de cereais, incluindo esporos, Bacilo, bactérias coliformes, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Serratia*, *Aspergillus* e *Penicillium* (Naito e Takahara, 2006).

Segundo Silva et al. (2011) a redução ou a inativação da população microbiana devido à ozonização depende da concentração de ozônio, do tempo de aplicação e do microrganismo envolvido.

A inativação das bactérias pelo ozônio pode ser considerada uma reação de oxidação de vários constituintes celulares. O primeiro alvo da oxidação é a membrana celular, mas há evidências de que o ozônio aja também, sobre a atividade enzimática das bactérias. A oxidação e a inativação pelo ozônio são muito rápidas, além de não específicas em relação aos constituintes celulares, existindo dados que evidenciam a ação do ozônio sobre as bases púricas e pirimídicas dos ácidos nucleicos da *Escherichia coli* (Lapolli et al., 2003).

A ozonização é bastante efetiva contra fungos e micotoxinas, porém os fungos tendem a ser mais resistentes que as bactérias na forma vegetativa (Russel et al., 1999; Kim et al., 1999). Ainda assim, Wickramanayake (1991), relata que os fungos são

facilmente atingidos pela ação do ozônio e em menor período de tempo do que bactérias como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Bacillus* spp.

O ozônio atua sobre as células fúngicas através de lise (Pryor e Rice, 1999), e a presença de água pode acelerar sua reação com substâncias orgânicas (Hoign e Bader, 1983; Allen et al., 2003).

A Figura 1 apresentada a seguir demonstra um esquema de como o gás ozônio atua na célula microbiana.

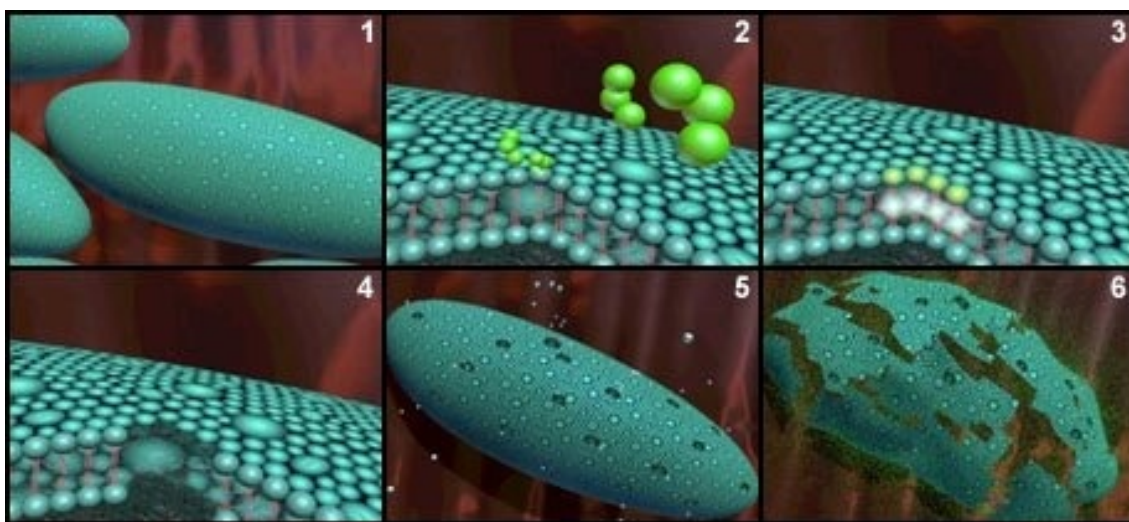


Figura 1. Efeito do ozônio sobre células bacterianas. 1- Imagem gerada por computador de uma célula bacteriana; 2- Foco da molécula de ozônio que entra em contato com a parede bacteriana; 3- O ozônio penetra criando um buraco na parede bactéria; 4- Foco nos efeitos do ozônio na parede celular; 5- Célula bacteriana, após algumas moléculas de ozônio entrar em contato; 6- Destruição da célula após o contato com o ozônio (lise celular).

Fonte: ALVAP (2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A demanda por alimentos frescos e minimamente processados é acompanhada da necessidade de sanitização e manutenção da qualidade dos mesmos, garantindo assim a satisfação e segurança dos consumidores. O elevado teor de água na composição química destes alimentos propicia o desenvolvimento de microrganismos que causam a rápida deterioração do produto, tornando-o impróprio ao consumo.

A sanitização química dos alimentos é o mais método usual na indústria, atualmente o cloro é um dos compostos mais utilizados, porém pode formar compostos indesejados. Diante disso, o uso de ozônio como sanitizante tem ganhado espaço em relação aos sanitizantes convencionais, pois é mais eficiente na eliminação de microrganismos, incluindo patógenos resistentes.

O ozônio é uma substância sanitizante que pode reduzir os níveis da microflora natural, bem como contaminações bacterianas e fúngicas, podendo ser aplicado em forma gasosa ou aquosa. A sua aplicação nos alimentos minimamente processados tem por objetivo aumentar o tempo de prateleira sem deixar resíduos no produto.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, B., WU, J. N., DOAN, H. Inactivation of fungi associated with barley grain by gaseous ozone. **J. Environ. Sci. Health B-Pestic. Food Contam**, New York, v. 38, n. 5, p. 617-630, 2003.
- ALVAP. **OZÔNIO**. Disponível em: <http://www.alvap.com.br/site/index.php/2013-01-18-19-48-02>. Acesso em: 07 de março de 2016.
- ARTÉS, F.; GÓMEZ, P.; ARTÉS-HERNANDEZ, F.; AGUAYO, E.; ESCALONA, V. Improved strategies for keeping overall quality of fresh-cut produce. **Acta Horticulturae, Leuven**, v. 33, n. 746, p. 245-258, 2007.
- BEIRÃO-DA-COSTA, S.; MOURA-GUEDES M. C.; FERREIRA-PINTO M. M, EMPIS, J.; MOLDÃO-MARTINS, M. Alternative sanitizing methods to ensure safety and quality of fresh-cut kiwifruit. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 38, p. 1-10, 2014.
- BRADY, J. E., HUMISTON, G. E. **General Chemistry Principles and Structure**. John Wiley & Sons, New York. 1978, 970 p.
- CENCI, S. A. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem**. Embrapa Agroindústria de Alimentos. Rio de Janeiro: Repositório ALICE, 2011. 28p.
- CHIATTONE, P. V.; TORRES, L. M.; ZAMBIAZI, R. C. Application of ozone in the industry of food. **Alimentos e Nutrição, Araraquara**, v. 19, n. 3, p. 341-349, 2008.
- FREITAS-SILVA, O.; SOUZA, A. M.; OLIVEIRA, E. M. M. Potencial da ozonização no controle de fitopatógenos em pós-colheita. In: Luz, W. C. da. (org.). **Revisão anual de patologia de plantas**. 1.ed. Passo Fundo: Gráfica e Editora Padre Berthier dos Missionários da Sagrada Família, v. 21, p. 96-130. 2013.
- GUZEL-SEYDIMA, Z. B.; GREENEB, A. K.; SEYDIMA, A. C. Use of ozone in the food industry. **Food Science and Technology**, v. 37, p. 453-460, 2004.
- HOIGNE, J., BADER, H. Rate constants of reactions of ozone with organic and inorganic compounds in water II. **Water Research, Oxford**, v. 17, p. 185-194, 1983.
- KAWANO, B. R.; da SILVA, R. F.; MORES, G. de V.; CUGNASCA, C. E. Frutas e hortaliças: tecnologias para conservação pós-colheita. **Agroanalysis**. p. 29-30. 2016.

KIM, J. G.; YOUSEF, A. E.; DAVE, S. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: A review. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 62, n. 9, p. 1071–1087, 1999.

LAPOLLI, F. R.; SANTOS, L. F.; HÁSSEMER, M. E. N.; AISSE, M. M.; PIVELI, R. P. **Desinfecção de efluentes sanitários por meio da ozonização**. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). Desinfecção de efluentes sanitários, remoção de organismos patógenos e substâncias nocivas: aplicação para fins produtivos como agricultura, aquicultura e hidropônica. Vitória: PROSAB, p. 169-208, 2003.

MORETTI, C. L.; MACHADO, C. M. M. Aproveitamento de resíduos sólidos do processamento mínimo de frutas e hortaliças. In: **ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS**, 4, 2006, Piracicaba.

NGUYEN–THE, C.; CARLIN, F. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Boca Raton, v. 34, p. 371-401, 1994.

NAITO, S., TAKAHARA, H., Ozone contribution in food industry in Japan. **Ozone-Science & Engineering**, Las Vegas, v. 28, n. 6, p.425–429, 2006.

PRYOR, A., RICE, R. G. Introduction to the use of ozone in food processing applications. In **14th Ozone World Congress**, Dearborn, MI, p. 26-36,1999.

PUSCHMANN, R.; COSTA, F. B.; SIMÕES, A. N.; SILVA, E. O. História e atualidades sobre pesquisa com processamento mínimo de frutas e hortaliças no Brasil. In: **ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS**, 4, 2006, Piracicaba. Palestras... Piracicaba: ESALQ, 2006. p. 4-15.

RIVA, M.; FRANZETTI, L.; GALLI, A. Microbiological quality and shelf life modeling of ready-to-eat cicorino. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 64, n. 2, p. 228-234, 2001.

ROZADO, A. F.; FARONI, L. R. A.; URRUCHI, W. M. I.; GUEDES, R. N. C.; PAES, J. L. Aplicação de ozônio contra *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum* em milho armazenado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, p. 282-285, 2008.

RUSSEL, A. D.; HUGO, W. B.; AVLIFFE, G. A. J. **Principles and practice of disinfection, preservation and sterilization**. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 1999. 826 p.

WICKRAMANAYAKE, G. B. Desinfection and sterilization by ozone. In: BLOCK, S. S. (Ed.). **Disinfection and sterilization and preservation**. 4. ed. Philadelphia: Lea and Febiyer, p. 182-190, 1991.