

SATURAÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DO OZÔNIO EM MEIO POROSO CONTENDO CASTANHA-DO-BRASIL

CASSIUS I. S. DA SILVA¹, ERNANDES R. ALENCAR², LUCAS P. LIMA¹, WALLAS F. S.
FERREIRA¹, MARCIO A. MENDONÇA³

¹ Estudante de Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV/UnB), Fone: (0XX61) 31077560, cassiusishmael@yahoo.com, lucas.prado.lima1@gmail.com, wallasfelippe@gmail.com

² Eng. Agrícola, Prof. Dr., Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV/UnB), Fone: (0XX61) 31077560, ernandesalencar@unb.br

³ Tecnólogo de Laticínios, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV/UnB), Fone: (0XX61) 31077560, marcioamen@gmail.com

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: Objetivou-se com esse trabalho determinar o tempo e a concentração de saturação do ozônio e avaliar a cinética da decomposição do gás em meio poroso contendo castanha-do-Brasil, adotando-se diferentes condições. O teor de água do produto foi de aproximadamente 6,0% (b.u.). No processo de ozonização, as concentrações do gás foram de 630, 1.080 e 2.050 ppm, na temperatura de 25°C e vazão de 5,0 L min⁻¹. A cinética de decomposição foi avaliada depois da saturação do meio poroso com o ozônio, quantificando-se a concentração residual do gás, após intervalos de tempo durante os quais aconteceu a decomposição do ozônio. Obteve-se valores de tempo de saturação do gás ozônio de 102, 50 e 25 min, para concentrações iniciais de 630, 1080 e 2050 ppm, respectivamente. No que tange a concentração de saturação do gás ozônio no meio poroso, obteve-se valores equivalentes a 434, 833 e 1.494 ppm, para concentrações iniciais de 630, 1080 e 2050 ppm, respectivamente. No que se refere ao tempo de meia vida do ozônio, os valores obtidos permaneceram na faixa entre 2,1 e 3,5 min. Concluiu-se que a concentração inicial do ozônio afeta o processo de saturação e decomposição do ozônio em meio poroso contendo castanha-do-Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: ozonização, saturação, meia-vida

SATURATION AND DECOMPOSITION OF OZONE IN POROUS MEDIUM CONTAINING THE BRAZIL NUT

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the time and the saturation concentration and to evaluate the kinetics of ozone gas composition in porous medium containing Brazil nut, adopting different conditions. Moisture content of the product was approximately 6.0% (wb). In the ozonation process was adopted concentrations of 630, 1,080 and 2,050 ppm at a temperature of 25 °C and a flow rate of 5.0 L min⁻¹. The kinetics of decomposition was measured after saturation of the porous medium with ozone, by quantifying the residual gas concentration after time intervals which occurred during the decomposition of ozone. Time values of saturation of ozone were 102, 50 and 25 min for initial concentrations of 630, 1080 and 2050 ppm, respectively. Regarding the saturation concentration of ozone in the porous medium, was obtained equivalent to 434, 833 and 1494 ppm for initial concentrations of 630, 1080 and 2050 ppm, respectively. With regard to the half-life of ozone, the values obtained remained in the range between 2.1 and 3.5 min. It was concluded that the initial concentration of ozone affects the saturation process and decomposition of ozone in porous media containing Brazil-nut.

KEYWORDS: ozonation, saturation, half-life

INTRODUÇÃO: A castanha-do-Brasil é considerada um alimento de alto valor nutricional. Esse produto se destaca por ser rico em selênio, além de outros constituintes como carboidratos, lipídeos, proteínas com enxofre e minerais (BARCLAY et al., 1995; COUTINHO et al., 2002). Entretanto, a castanha-do-Brasil é um excelente substrato para fungos, em especial aqueles capazes de produzir as aflatoxinas. Ressalta-se que a presença dessa micotoxina em castanha-do-Brasil, segundo ARRUS et al. (2005), é um sério entrave para os exportadores do produto, principalmente desde 1998, quando a União Européia estabeleceu limites máximos de 4 e 2 ppb, para aflatoxinas totais e aflatoxina B1, respectivamente. Diante de tal cenário, é de suma importância estudos de tecnologias que possam contribuir para a prevenção e controle de aflatoxinas em alimentos, e em especial na castanha-do-Brasil. Uma alternativa que vem sendo apresentada para prevenção e controle de aflatoxinas é o gás ozônio. Sabe-se que em produtos agrícolas o gás ozônio inibe ou retarda o desenvolvimento de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Myrothecium* e *Mucor*, dentre outros (WU et al., 2006; ALENCAR et al., 2012), além de outros microrganismos, como vírus e bactérias (ÖZTEKIN et al., 2006). Apesar de serem encontrados na literatura alguns relatos que tratam, por exemplo, da eficácia do ozônio como agente antimicrobiano e na degradação de micotoxinas, há carência de trabalho com o uso dessa técnica em castanha-do-Brasil. Um dos aspectos que precisam ser abordados é a cinética de decomposição do gás em meio poroso contendo esse produto. Os parâmetros relacionados a cinética de decomposição do ozônio são importantes na predição da distribuição do gás em um determinado meio poroso, na avaliação da viabilidade técnica do processo de ozonização e para dimensionar sistemas industriais. Em vista do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a cinética de decomposição do gás ozônio em meio poroso contendo castanha-do-Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi realizado no Laboratório de Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Brasília. No processo de ozonização foi utilizado castanha-do-Brasil com teor de água em torno de 6,0% (b.u.). A avaliação da cinética de decomposição do ozônio em meio poroso contendo castanha-do-Brasil foi realizada depois da determinação do tempo de saturação e da respectiva concentração de saturação. Para determinar o tempo de saturação do ozônio em meio poroso contendo o produto, foi feita a injeção do gás, nas concentrações de 630, 1.080 e 2.050 ppm, em recipientes de vidro, com capacidade de 3,25 L, contendo 1 kg de amostra. A vazão de entrada do gás será de 5,0 L min⁻¹, na temperatura de 25 °C. A concentração residual do ozônio foi determinada após a passagem do gás pelo produto, em intervalos de tempos regulares, até que ela se mantivesse constante. Conhecendo-se a concentração de saturação (C_{Sat}), foi possível determinar a relação C_{Sat}/C_0 , em que C_0 é definida como a concentração inicial do gás ozônio. A cinética de decomposição foi avaliada depois da saturação do meio poroso com o ozônio, quantificando-se a concentração residual do gás, após intervalos de tempo durante os quais aconteceu a decomposição do ozônio. Esse procedimento foi repetido até que o ozônio residual não pudesse ser quantificado pelo método iodométrico. O modelo cinético de primeira ordem foi ajustado aos dados da concentração de ozônio em função do tempo (WRIGHT, 2004). O ajuste dos modelos de cinética de decomposição, após linearização foi realizado por meio de análise de regressão. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Apresentam-se, na Figura 1, as curvas referentes às concentrações de ozônio em função do tempo de exposição, durante o processo de saturação de meio poroso contendo castanha-do-Brasil, quando adotadas três diferentes concentrações iniciais do gás (630, 1.080 e 2.050 ppm), vazão de 5,0 L min⁻¹, na temperatura de 25 °C. No que se refere ao tempo de saturação, observou-se redução à medida que se elevou a concentração inicial do gás. Obteve-se valores equivalentes a 102, 50 e 25 min, para concentrações iniciais de 630, 1080 e 2050 ppm, respectivamente. Com relação à concentração de saturação do gás ozônio no meio poroso contendo castanha-do-Brasil, obteve-se valores equivalentes a 434, 833 e 1.494 ppm, para concentrações iniciais de 630, 1080 e 2050 ppm, respectivamente. Os valores obtidos referentes à relação C_{Sat}/C_0 permaneceram na faixa entre 0,69 e 0,77. Esses valores são superiores ao encontrado por ALENCAR et al. (2011) que verificaram, para grãos de amendoim com 7,1% de teor de água, relação C_{Sat}/C_0

equivalente a 0,57, para concentração inicial do gás de 450 ppm e vazão de 3,0 L min⁻¹. Apresentam-se, na Tabela 1, as equações de regressão ajustadas e os seus respectivos coeficientes de determinação, que relacionam o ozônio residual e o tempo de exposição ao gás. Os tempos de meia-vida do ozônio (Figura 2 e Tabela 2) permaneceram na faixa entre 2,1 e 3,5 min. Então, a decomposição do ozônio é mais acelerada em meio poroso contendo castanha-do-Brasil, que naqueles que contêm milho e amendoim. Os tempos de meia-vida para milho e amendoim encontrados na literatura são equivalentes a 5,57 e 7,7 min, respectivamente (SANTOS, 2007; ALENCAR et al., 2011).

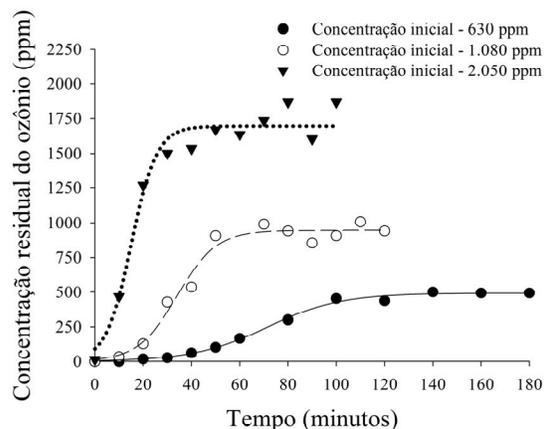


Figura 1. Concentração residual do ozônio (ppm) em função do tempo durante o processo de saturação do meio poroso contendo castanha-do-Brasil, com diferentes concentrações iniciais do ozônio, na temperatura de 25 °C.

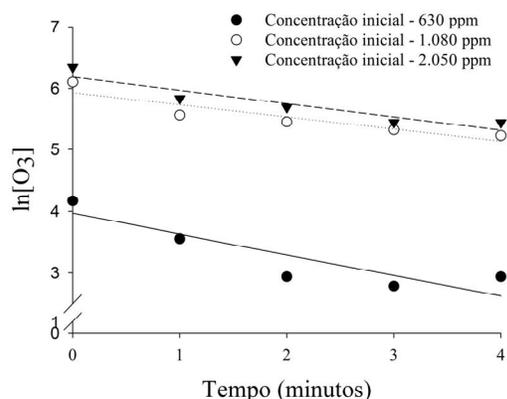


Figura 2. Modelo cinético de primeira ordem ajustado aos dados observados de concentração residual de ozônio, após saturação, do meio poroso contendo castanha-do-Brasil, com diferentes concentrações iniciais do ozônio, na temperatura de 25 °C.

Tabela 1. Equações de regressão ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R²) para concentração residual do ozônio (ppm) durante o processo de saturação de meio poroso contendo castanha-do-Brasil, adotando-se diferentes concentrações iniciais do ozônio, na temperatura de 25 °C

Concentração inicial (C ₀ , ppm)	Equações ajustadas	R ²	t _{Sat} (min)	C _{Sat} (ppm)	Relação C _{Sat} /C ₀
630	$\hat{y} = \frac{492,97}{1 + e^{-\left(\frac{x - 71,23}{15,58}\right)}}$	0,99	102,4	434	0,69
1.080	$\hat{y} = \frac{945,79}{1 + e^{-\left(\frac{x - 34,00}{8,14}\right)}}$	0,98	50,3	833	0,77
2.050	$\hat{y} = \frac{1.695,93}{1 + e^{-\left(\frac{x - 15,10}{5,27}\right)}}$	0,97	25,7	1.494	0,73

t_{Sat} = Tempo de saturação; C_{Sat} = Concentração de saturação

Tabela 2. Equações de regressão ajustadas em função do tempo para a concentração residual do gás ozônio em meio poroso contendo castanha-do-Brasil, adotando-se diferentes concentrações iniciais do ozônio, na temperatura de 25 °C, seus respectivos coeficientes de determinação (r^2) e tempos de meia vida

Concentração inicial (ppm)	Equações ajustadas	r^2	Tempo de meia vida (min)
630	$\hat{y} = 3,92 - 0,324^* x$	0,78	2,1
1.080	$\hat{y} = 5,93 - 0,199^* x$	0,84	3,5
2.050	$\hat{y} = 6,19 - 0,218^* x$	0,88	3,2

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

CONCLUSÕES: A partir dos resultados obtidos, concluiu-se que a concentração inicial do ozônio afeta o processo de saturação e decomposição do ozônio em meio poroso contendo castanha-do-Brasil.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, FAPDF e DPP/UnB pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, E.R.; FARONI, L.R.D.; MARTINS, M.A.; COSTA, A.R.; CECON, P.R. Decomposition kinetics of gaseous ozone in peanuts. *Engenharia Agrícola*, v.31, n.5, p.930-939, 2011.
- ALENCAR, E.R.; FARONI, L.R.D.; SOARES, N.F.F.; SILVA, W.A.; CARVALHO, M.C.S. Efficacy of ozone as a fungicidal and detoxifying agent of aflatoxins in peanuts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.92, p.899-905, 2012.
- ARRUS, K.; BLANK, G.; ABRAMSON, D.; CLEAR, R.; HOLLEY, R.A. Aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in Brazil nuts. *Journal of Stored Products Research*, v.41, p.513-527, 2005.
- BARCLAY, M.N.I.; MCPHERSON, A.; DIXON, J. Selenium content of a range of UK foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, v.8, p.307-318, 1995.
- COUTINHO, V.F., BITTENCOURT, V.B. & COZZOLINO, S.M.F. Effects of supplementation with Brazil nuts (CP, *Bertholletia excelsa* H.B.K.) in capoeira players on selenium (Se) concentration and glutathione peroxidases activity (GSH-PX, E.C.1.11.1.9). In: trace elements in man and animal. Springer ed., Part II. 2002.
- ÖZTEKIN, S.; ZORLUGENC, B.; ZORLUGENC, F.K. Effects of ozone treatment on microflora of dried figs. *Journal of Food Engineering*, v.75, p.396-399, 2006.
- SANTOS, J.E.; MARTINS, M.A.; FARONI, L.R.A.; ANDRADE, M.P.; CARVALHO, M.C.S. Ozonation process: saturation time, decomposition kinetics and quality of maize grains (*Zea mays* L.). In: IOA CE, 2007, Valência, Espanha, Proceedings... 2007. Valência: IOA.
- WU, J.; DOAN, H.; CUENCA, M.A. Investigation of gaseous ozone as an anti-fungal fumigant for stored wheat. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, v.81, n.7, p.1288-1293, 2006.
- WRIGHT, M.R. An introduction to chemical kinetics. 1ª Edição. Editora John Wiley & Sons, Ltd. New York. 2004. 441p.