

# **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SACHES ADSORVEDORES EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO**

BEATRIZ B. **MORAES**<sup>1</sup>; CLAIRE I. G. L. **SARANTÓPOULOS**<sup>2</sup>

Nº 0803022

## **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade e a cinética de adsorção de sachê absorvedor de oxigênio em diferentes concentrações de oxigênio. Os ensaios foram feitos em dois tipos de células de adsorção, com volumes diferentes, que resultaram em concentrações de oxigênio diferentes ao longo do tempo. Os sachês foram colocados nas células herméticas, a 0,93atm, 15 ±2 °C, 85%UR e, periodicamente, alíquotas de gás foram retiradas para quantificação do teor de oxigênio, por cromatografia gasosa. Os resultados evidenciaram a influência da concentração de oxigênio no desempenho do absorvedor, por isso se recomenda que a capacidade e a cinética de absorção sejam avaliadas em atmosferas gasosas que simulem a aplicação, a exemplo de baixas concentrações de oxigênio em embalagens a vácuo e com atmosfera modificada.

## **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the adsorption capacity and the adsorption kinetics of an oxygen scavenger sachet in environments of different oxygen concentrations. The experiments were carried out in two types of adsorption cells, with different volumes, so the oxygen concentrations differed over time. The sachets were placed in hermetic adsorption cells at 0,93atm, 15 ±2 °C, 85%RH and, periodically, aliquots of gas were removed and analyzed for oxygen content by gas chromatography. The results showed that there is an influence of the oxygen concentration in the scavenger performance. So it is recommended that the adsorption capacity and the adsorption kinetics of the oxygen scavenger be evaluated in gas atmospheres similar to that will occur inside the package, like low oxygen concentrations in vacuum and modified atmospheres packages.

1. Bolsista CETEA: Graduação em Engenharia de Alimentos, FEA / UNICAMP, Campinas-SP,  
✉ biabrombal@gmail.com

2. Orientadora: Pesquisadora, CETEA/ITAL, Campinas-SP

## **INTRODUÇÃO**

Embalagens ativas são aquelas que, além de atuarem como uma barreira passiva a agentes externos, contém elementos deliberadamente incluídos no material ou no espaço-livre da embalagem para melhorar seu desempenho (ROBERTSON, 2006).

Atualmente os absorvedores de oxigênio são a tecnologia de embalagens ativas mais utilizada para alimentos (CHARLES, 2006) e têm como objetivo o aumento da vida-de-prateleira dos produtos, além de garantir a segurança e manter a qualidade dos mesmos (VERMEIREN et al., 2003), em detrimento dos danos causados pelo oxigênio presente no espaço-livre da embalagem, advindo do acondicionamento, do ar incorporado no produto e/ou do oxigênio que permeia o material da embalagem durante a estocagem.

A capacidade de absorção de absorvedores comerciais é definida pelo fabricantes, mas são poucos os estudos sobre a cinética de absorção dos mesmos, que é um parâmetro de extrema importância para a qualidade do alimento a ser preservado (CHARLES, 2006).

Em praticamente todas as formas de embalagem, o oxigênio entra por três fontes: ar incorporado ao produto, o gás (nem sempre ar) do espaço-livre da embalagem advindo do acondicionamento (vácuo, atmosfera modificada ou ar) e oxigênio que passa pela embalagem devido à sua permeabilidade e por eventuais vazamentos nas regiões de fechamento e microfuros. É importante ressaltar que a concentração de oxigênio na embalagem é uma função destas fontes e da interação do oxigênio com o produto embalado.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da concentração de oxigênio na capacidade e na cinética de absorção de um sachê absorvedor comercial.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram realizados dois ensaios de avaliação do desempenho de sachê absorvedor de oxigênio Ever Fresh H60 (300mL de ar ou 63mL de O<sub>2</sub>), cujo princípio ativo está relacionado a pó de ferro veiculado em terra diatomácea. A atividade absorvedora de

oxigênio do sache foi testada a 15°C, 85% UR e 0,93atm, simulando a aplicação em produto cámeo usualmente exportado no Brasil. Estes parâmetros foram estabelecidos, uma vez que a taxa de absorção de oxigênio dos saches pode variar de acordo com a natureza dos materiais que os constituem, temperatura, pressão e umidade relativa (TEWARI et al, 2002).

Foram utilizadas células de adsorção de oxigênio, compostas por frasco de vidro de capacidade volumétrica nominal de 600mL e 1000mL, com tampa metálica, à qual foi acoplado um sistema de coleta hermética de gás do espaço livre do frasco, através de um septo de borracha vedante.



**FIGURA 1.** Foto ilustrativa de um sache na célula de adsorção, com solução salina para geração da umidade relativa desejada.

Para se obter a umidade relativa desejada nas células de adsorção foram colocados, aproximadamente, 90mL da solução salina saturada de cloreto de potássio em cada frasco, que gera um ambiente com aproximadamente 85%UR de 5°C a 80°C (ASTM E 104-02).

Um sache foi colocado em cada célula de adsorção, fixado em um suporte de anzol de aço inox, preso por fio metálico na parte interna superior da célula. Após a fixação dos absorvedores, as células de adsorção foram rapidamente fechadas, contendo ar no seu interior (concentração de oxigênio inicial de 21%) e mantidas a 15°C  $\pm$  2°C.

Periodicamente foi avaliada a concentração de oxigênio residual no espaço-livre das células de adsorção, por cromatografia gasosa. Foram feitas quatro repetições em cada ensaio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de oxigênio inicial foi igual nos 2 tipos de células de adsorção, isto é, a concentração no ar (21%). Entretanto, devido à diferença de volume de oxigênio, sua concentração na célula de maior volume passou a ser maior ao longo do tempo. Quando se verificou a estabilização da quantidade de oxigênio absorvida, nas células de 600mL a concentração foi na faixa de 0,2 a 3,4% de oxigênio em 24 horas, enquanto que nas células de 1.000mL foi entre 4,0 e 9,1% em 110 horas.

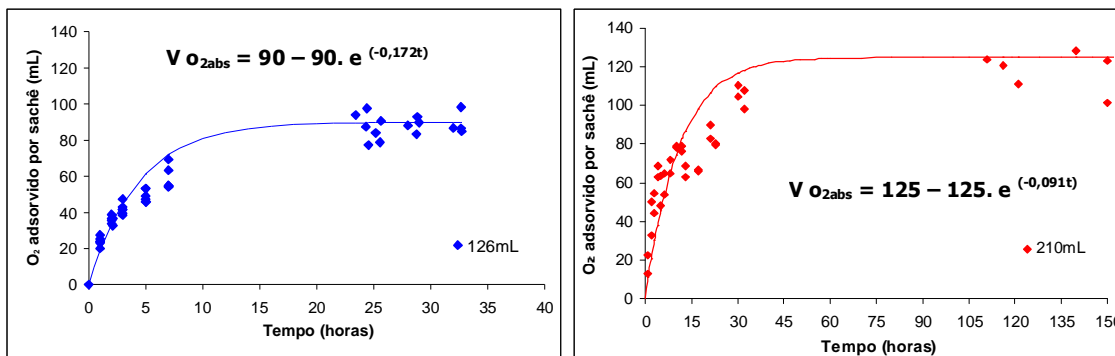
A partir dos resultados de evolução da concentração de oxigênio nas células de adsorção, verificou-se uma relação linear entre o logaritmo natural do tempo *versus* o inverso do volume de oxigênio absorvido (curva não apresentada neste trabalho). Assim, a reação foi considerada de primeira ordem e descrita pela equação 1:

$$V_{O_{2abs}} = V_{O_{2abs} \text{ média máx.}} - V_{O_{2abs} \text{ média máx.}} \cdot e^{(-kt)} \quad \text{Equação (1)}$$

onde  $V_{O_{2abs}}$  é o volume de  $O_2$  absorvido no tempo  $t$  (mL),  $V_{O_{2abs} \text{ média máx.}}$  é o volume máximo de  $O_2$  absorvido, ou a capacidade do absorvedor (mL),  $k$  é a constante da taxa de absorção ( $h^{-1}$ ) e  $t$  é o tempo (h).

Para a determinação do valor da constante  $k$ , utilizou-se os dados experimentais das células de adsorção de 600 e 1.000mL de  $O_2$  até a 24<sup>a</sup> e a 110<sup>a</sup> hora, respectivamente (adaptado de CHARLES et al., 2006). Nestes tempos verificou-se uma significativa estabilização da quantidade de oxigênio absorvida, provavelmente devido à saturação do saches em relação à sua capacidade absorvedora.

Na Figura 2 estão apresentados os modelos matemáticos que descrevem as taxas de adsorção de oxigênio nas células de adsorção de 600mL até a 32<sup>a</sup> hora e de 1.000mL até a 150<sup>a</sup> hora.



**FIGURA 2.** Modelamentos matemáticos da cinética de absorção do sachê Ever Fresh H60 nas célula de adsorção de 600mL e 1.000mL.

As taxas de absorção do sachê Ever Fresh H60 nas células de 600mL e 1.000mL podem ser representadas pelas equações 2 e 3, respectivamente:

$$V_{O_{2abs}} = 90 - 90 \cdot e^{(-0,172t)} \quad [mL] \quad \text{Equação (2)}$$

$$V_{O_{2abs}} = 125 - 125 \cdot e^{(-0,091t)} \quad [mL] \quad \text{Equação (3)}$$

A Tabela 1 mostra os resultados da constante da taxa de absorção de oxigênio ( $k$ ), o tempo para se atingir a capacidade volumétrica nominal de absorção de oxigênio dos sachês ( $T_{cap\ nom}$ ) e o volume de oxigênio absorvido em 24 e 110 horas, obtidos pelos modelamentos matemáticos ( $V_{abs\ em\ 24h}$  e  $V_{abs\ em\ 110h}$ ).

**TABELA 1.** Dados de cinética e capacidade de absorção em função da concentração de oxigênio.

Célula de adsorção	$k(h^{-1})$	$T_{cap\ nom} (h)^*$	$V_{abs\ em\ 24h} (mL)^*$	$V_{abs\ em\ 110h} (mL)^*$
600mL	0,172	7,01	88,5	90,0
1.000mL	0,091	7,70	110,9	125,0

\* resultados obtidos com as equações dos modelamentos matemáticos

Verificou-se que menores concentrações de oxigênio (célula de 600mL) induziram a um aumento na velocidade de absorção de oxigênio nas primeiras 9 horas, uma vez que a inclinação inicial das curvas está associada à constante da taxa de absorção ( $k$ ). Entretanto, o tempo para se atingir a capacidade nominal foi apenas 41 minutos menor. Embora inicialmente a velocidade de absorção tenha sido maior no ambiente de menor concentração (célula 600mL), após 24h o volume de oxigênio absorvido pelo sachê passou a ser maior no ambiente de maior concentração de oxigênio (célula 1000mL).

## CONCLUSÃO

Os resultados evidenciaram a influência da concentração de oxigênio no desempenho do absorvedor, por isso se recomenda que a capacidade e a cinética de absorção sejam avaliadas em atmosferas gasosas que simulem a aplicação, a exemplo de baixas concentrações de oxigênio em embalagens a vácuo e com atmosfera modificada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM E 104-02: standard practice for maintaining constant relative humidity by means of aqueous solutions. Philadelphia, 2002. 5 p.

CHARLES, F.; SANCHES, J. GONTARD, N. Absorption kinetics of oxygen and carbon dioxide scavengers as part of active modified atmosphere packaging. **Journal of Food Engineering**, n.72, p.1-7, 2006.

ROBERTSON, G. L. **Food packaging: Principles and Practice**. Boca Raton, FL, 550p., 2006.

TEWARI, G.; JAYAS, D. S.; JEREMIAH, L E. Absorption kinetics of oxygen scavengers. *International Journal of Food Science and Technology*, n. 37, p. 209-217, 2002.

VERMEIREN, L.; HEIRLINGS, L.; DEVLIEGHERE, F. Oxygen, ethylene and other scavengers. In: AHVENAINEN, R. **Novel food packaging techniques**. 590 p., Boca Raton, FL, 2003.