

USO DE ABSORVEDOR DE OXIGÊNIO NA CONSERVAÇÃO DE FOLHAS DE COUVE MINIMAMENTE PROCESSADA¹

Paula S. Silva²
Nilda F. F. Soares³
Robson M. Geraldine³
Rolf Puschmann⁴
Ebenézer de Oliveira⁴
Marcelo Carneossi⁴

RESUMO

Avaliou-se o uso de sachês absorvedores de oxigênio na extensão da vida de prateleira da couve minimamente processada. Os absorvedores diminuíram o teor de oxigênio no interior das bandejas de poliestireno envoltas com filme de PVC contendo couve minimamente processada em aproximadamente 5%, em comparação com as embalagens sem os sachês, que apresentaram concentrações em torno de 8% de oxigênio, quando estocadas a 5°C. Não houve diferença significativa nos teores de vitamina C nas amostras de couve acondicionadas com o sachê absorvedor de oxigênio ou sem ele, e a contagem de mesófilos aeróbios e psicrotróficos atingiu 10^5 UFC/g e 10^6 UFC/g, respectivamente, após 14 dias de estocagem, não havendo diferença significativa entre os dois tratamentos.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *acephala*, embalagem ativa, sachês absorvedores de oxigênio.

¹ Aceito para publicação em 20.02.2003.

² Bolsista de Iniciação Científica do Curso de Engenharia de Alimentos. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG.

³ Departamento de Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG. E-mail: nfsoares@ufv.br

⁴ Departamento de Biologia Vegetal. Universidade Federal de Viçosa, 36571-000 Viçosa, MG.

ABSTRACT

EVALUATION OF OXYGEN ABSORBENTS ON CONSERVATION OF MINIMALLY PROCESSED LEAVES OF KALE

Oxygen absorbents were evaluated aiming to extend the shelf-life of minimally processed leaves of kale. Samples of minimally processed kale were packed in polystyrene trays wrapped with polyvinylchloride (PVC) films, with or without sachets of oxygen absorbents. Packaging with the absorbents decreased the oxygen level to 5% compared to 8% in the packaging without absorbents. There were no significant differences between the two treatments for vitamin C contents, during the storage period at 5°C. Aerobic mesophilic and psychrotropic counts reached 10^5 CFU/g and 10^6 CFU/g, respectively, after 14 days of storage and were not significantly affected by the presence of the absorbents.

Key words: *Brassica oleraceae* var. *acephala*, active packaging, oxygen absorbents.

INTRODUÇÃO

O processamento mínimo é um conjunto de práticas simples e aplicáveis à maioria das frutas ou hortaliças. Inclui operações de seleção, lavagem, classificação, corte (fatiamento), sanitização, centrifugação, embalagem e refrigeração. Tem como objetivo preservar a qualidade visual e nutricional dos alimentos, de modo a obter-se um produto comestível fresco e que não necessite de subsequente preparo, facilitando, assim, a vida dos consumidores (6, 8).

Devido a acentuadas mudanças no estilo de vida das pessoas, o qual diminuiu o tempo disponível para o preparo de frutas e vegetais, tem-se verificado um grande interesse na produção de frutos e hortaliças minimamente processados (2). Outro fator importante no aumento da produção de alimentos minimamente processados é a tendência crescente de consumo de alimentos saudáveis, frescos e de alta qualidade pelos consumidores (15).

Diversos são os produtos potencialmente utilizáveis como minimamente processados, como a couve, altamente consumida pela população brasileira, o que viabiliza seu uso dessa forma.

O curto período de vida de prateleira dos produtos minimamente processados ocorre porque o processamento causa injúrias nos tecidos, as quais induzem respostas fisiológicas e bioquímicas, que aceleram a senescência, diminuindo a qualidade e o tempo de vida (1, 6).

Um dos efeitos fisiológicos e bioquímicos provocados pelo processamento mínimo dos vegetais consiste no aumento da taxa respiratória do produto, e uma maneira de reduzir tal efeito consiste em reduzir a disponibilidade de oxigênio (13, 14).

O oxigênio é altamente reativo, podendo causar deterioração de aroma, sabor, cor e valor nutricional de quase todos os produtos alimentícios, além de acelerar a taxa respiratória dos vegetais e a taxa de crescimento de microrganismos aeróbicos (9). Portanto, a redução ou remoção do oxigênio é um fator importante na conservação de muitos produtos alimentícios e que pode ser alcançada pelo uso de embalagens com baixa permeabilidade ao oxigênio ou, mais recentemente, por meio das embalagens ativas, neste caso, os absorvedores de oxigênio (11), que são sachês porosos contendo principalmente compostos à base de ferro, que reagem com o oxigênio residual ou aquele que permeia através da embalagem, controlando o seu nível no meio e tornando a atmosfera modificada (11).

O emprego dos absorvedores de oxigênio nas embalagens de vegetais minimamente processados apresenta potencial de redução do processo de senescência destes vegetais, conservando-os por mais tempo e, conseqüentemente, aumentando-lhes a vida de prateleira .

MATERIAL E MÉTODOS

Plantas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) foram colhidas na horta da Universidade Federal de Viçosa, com aproximadamente 35 a 40 cm de comprimento e imediatamente levadas ao laboratório, colocadas em bandejas com o pecíolo imerso em água e armazenadas por quatro a oito horas em câmara fria a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ até o seu processamento (4).

O processamento mínimo constituiu-se das etapas de seleção, padronização e lavagem, corte (fatiamento), sanitização, enxágüe, centrifugação e embalagem (3). Todas as etapas foram realizadas em laboratório refrigerado com temperaturas em torno de $18 \pm 2^\circ\text{C}$.

Na seleção, padronização e lavagem, as folhas de couve foram selecionadas e padronizadas pelo tamanho, aparência visual e integridade. A seguir foram lavadas com água corrente e retirada a nervura central.

No corte, usou-se um processador industrial para vegetais, Robot Coupe[®] CL50, equipado com lâmina para corte de 1 mm, gerando fatias de couve com espessuras de 1 a 3 mm.

Na sanitização, o produto cortado foi imerso em água resfriada a 5°C com gelo, contendo 150 ppm de cloro ativo, por dez minutos (10). A seguir, foi feito um enxágüe em água resfriada a 5°C , contendo 3 ppm de cloro ativo, para retirada do excesso de sanitizante.

Na centrifugação, a couve minimamente processada foi centrifugada por dez minutos, utilizando-se uma centrífuga doméstica (ARNO) de pequeno porte, com velocidade constante equivalente a $800 \times g$.

Em uma primeira etapa do trabalho foram utilizados os seguintes materiais para acondicionamento do produto: filme de poli (cloreto de vinila) (PVC) em bandejas de poliestireno expandido (PS), sacos de poliolefina multicamada (PLM) e sacos de polietileno (PE). Segundo informações dos fabricantes, os filmes de PVC, PLM e PE têm taxa de permeabilidade ao oxigênio de 15.680 , 3.000 e 4.130 $\text{cm}^3.\text{m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e espessura de 15, 30 e 24 μm , respectivamente. As dimensões dos sacos de PLM e PE são de 18 x 22 e 13 x 18 cm de largura e comprimento, respectivamente. Sachês absorvedores de oxigênio, adquiridos da Multisorb Technologies Company, foram colocados no espaço livre da embalagem após o acondicionamento da couve. Usou-se o absorvedor de oxigênio por tratar-se de um produto com elevada taxa respiratória, acreditando-se que o sachê, ao reduzir a disponibilidade de oxigênio para a couve minimamente processada, reduziria a sua respiração e, conseqüentemente, a sua taxa metabólica, retardando o processo de senescência. Em cada embalagem foram adicionados 40 g de couve minimamente processada e um sachê com capacidade de absorver 150 cm^3 de oxigênio. Os sacos foram selados, a quente, e as bandejas envoltas com o filme de PVC. As embalagens receberam pequena quantidade de silicone na superfície externa, com a finalidade de retirar amostras de gases para as análises durante o armazenamento.

As amostras de couve minimamente processadas e acondicionadas foram armazenadas em expositores verticais com circulação de ar (Metalfrio) à temperatura de 5 °C. O efeito da temperatura na conservação da couve minimamente processada foi pouco discutido, pois trabalhos anteriores (4, 13) mostraram que o aumento da temperatura provoca elevação da taxa respiratória da couve minimamente processada. Durante o período de armazenamento realizaram-se as análises do teor de oxigênio no interior das embalagens, teor de vitamina C, pH e teor de sólidos solúveis (°Brix).

O teor de oxigênio (%) foi estimado por meio de alíquotas de ar (3 mL) coletadas no interior das embalagens através de um septo de silicone e determinado com um analisador de oxigênio Mocon.

O teor de vitamina C foi determinado de acordo com a metodologia proposta pela American Official Analysis of Chemistry (AOAC, 39.051), com adaptações. Amostras de 10 g de material fresco foram maceradas em almofariz contendo nitrogênio líquido. Após a maceração, a amostra foi suspensa com solução de extração e filtrada em gaze, e o volume completado para 50 mL em balão volumétrico. Transferiram-se 7 mL da amostra para erlenmeyer, a fim de ser titulados rapidamente com 2,6-diclorofenolindofenol até viragem para a coloração rosa. Preparou-se uma solução-padrão de ácido ascórbico utilizando-se 50 mg de ácido ascórbico

dissolvidos em solução de extração e transferidos para um balão volumétrico de 50 mL, onde o volume foi completado com a solução de extração. A padronização da solução de ácido ascórbico foi realizada transferindo-se uma alíquota de 2,0 mL de padrão de ácido ascórbico para erlenmeyer contendo 5,0 mL de solução de extração. A titulação foi realizada com 2,6-diclorofenolindofenol até que persistisse uma cor rosa-claro. Foram também titulados dois brancos contendo 7 mL da solução de extração.

O pH foi determinado no homogenato obtido a partir da trituração de 2 g de couve minimamente processada em 50 mL de água destilada.

O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi determinado, com o auxílio de um refratômetro de Abbé, a partir da extração do suco celular de couve minimamente processada (1 mL) com uma prensa manual.

As análises foram efetuadas em triplicata, em intervalos de três dias.

Na segunda etapa do experimento foram utilizadas bandejas de PS envoltas em duas camadas de filme de PVC. Usaram-se duas camadas do filme de PVC para reduzir a taxa de permeabilidade ao oxigênio, para $11.300 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$. Em cada embalagem foram adicionados 90 g de couve minimamente processada, e à metade foi adicionado um sachê com capacidade de absorver 300 cm^3 de oxigênio, da Mitsubishi Gas Company. As embalagens foram mantidas a 5°C , por 21 dias. Realizaram-se as mesmas análises da primeira etapa, além das microbiológicas, incluindo mesófilos aeróbios e psicotróficos.

O método de contagem de microrganismos viáveis em placa utilizado foi o de semeadura em superfície, ou seja, foi inoculado 0,1 mL da diluição selecionada da amostra, em placa de petri estéril já contendo o ágar-padrão para contagem, PCA, solidificado, e a amostra foi espalhada sobre a superfície com alça drigalski. As placas foram analisadas em um contador de colônias imediatamente após os períodos de incubação, que foram de 48 horas a $35 \pm 2^\circ\text{C}$, no caso de microrganismos mesófilos aeróbios, e dez dias a $7 \pm 1^\circ\text{C}$ com microrganismos psicotróficos. Os resultados foram expressos em log de UFC/g de couve minimamente processada.

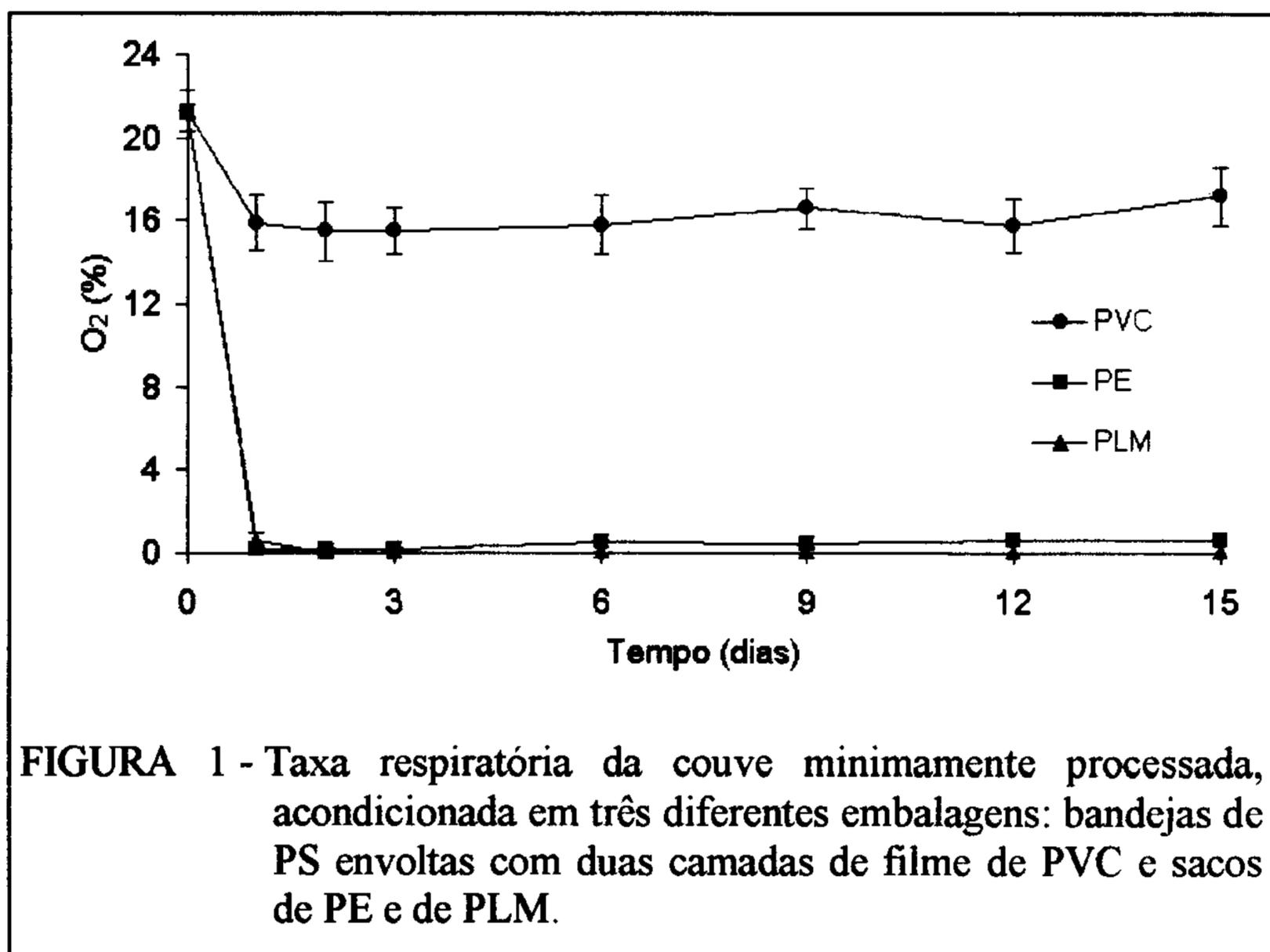
As análises foram efetuadas em triplicata, em intervalos de sete dias. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições para cada tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados, as amostras de couve acondicionadas nas bandejas de 7PS envoltas com duas camadas de filme PVC apresentaram menor

decréscimo no nível de oxigênio, atingindo o teor de 16%, enquanto as amostras nos sacos de PLM e PE apresentaram decréscimo acentuado, com níveis de oxigênio próximos a 0% (Figura 1), devido às diferentes permeabilidades dos filmes e à taxa respiratória da couve minimamente processada. As embalagens de PLM e PE possuem menores taxas de permeabilidade ao oxigênio, com valores de 3.000 e $4.130 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$, respectivamente. Assim, a baixa concentração de oxigênio do meio externo permeia para o interior da embalagem e, associado ao consumo de oxigênio da couve, pelo seu processo de respiração, leva a uma redução drástica do nível de oxigênio no interior da embalagem. O baixo nível de oxigênio afeta a cor e o odor da couve, uma vez que ela fica exposta a uma condição de anaerobiose, escurecendo e cheirando mal devido à produção de compostos voláteis de odores desagradáveis. Por outro lado, a embalagem de PS envolta com filme de PVC possui maior permeabilidade ao oxigênio, de $15.680 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$, o qual se mantém numa concentração mais elevada no interior da embalagem, em razão da entrada constante de oxigênio à medida que este vai sendo consumido pela couve.

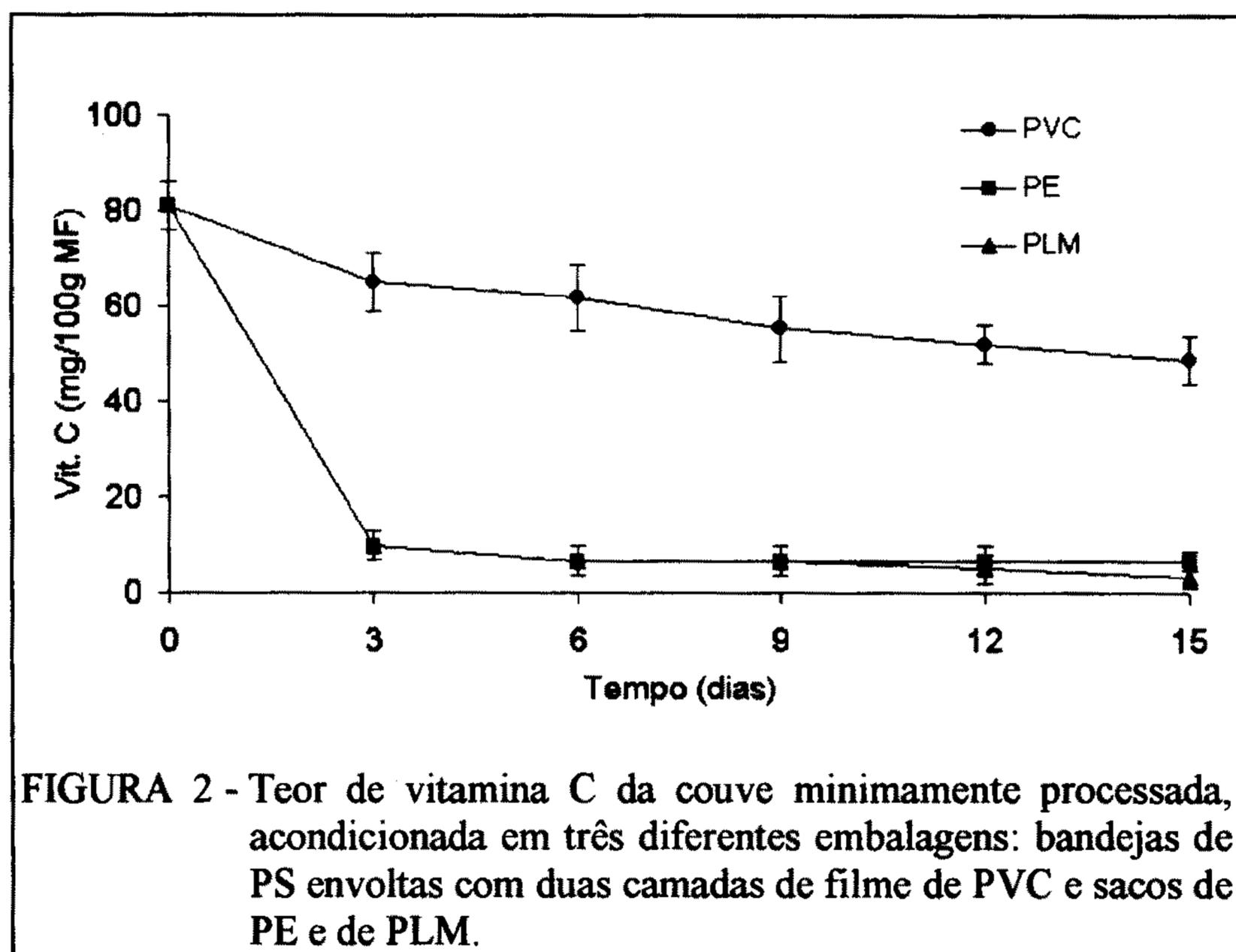
Pelos resultados da pesquisa de Kader et al. (7), a exposição do produto fresco a concentrações de O_2 abaixo do seu limite de tolerância pode aumentar a respiração anaeróbia e acelerar o desenvolvimento de *off flavors* pelo acúmulo de etanol e acetaldeído.



O teor de vitamina C sofreu menor degradação nas amostras acondicionadas nas bandejas envoltas em PVC. Após 15 dias de estocagem, a couve ainda mantinha 60% da vitamina C inicial (Figura 2).

Resultados semelhantes foram obtidos por Carnelossi (4) que relatou menor decréscimo nos teores de vitamina C nas amostras de couve minimamente processadas e acondicionadas em embalagem mais permeável ao oxigênio, em comparação com o produto acondicionado em embalagens com alta barreira a gases durante o período de armazenamento.

Na embalagem de poliolefina multicamada (PLM), no 3º dia de armazenamento, a couve estava bastante deteriorada, com cheiro desagradável muito acentuado.



Nas três embalagens, a couve minimamente processada não apresentou variações significativas em pH, com médias em torno de 6,5 (Figura 3).

Resultados semelhantes foram alcançados por Fantuzzi (5) em repolho minimamente processado, cujos valores de pH das amostras alcançaram um valor médio de 6,5, após 20 dias de estocagem, não sendo

detectadas diferenças nesses valores nas amostras embaladas em diferentes filmes plásticos e mantidas a 5°C.

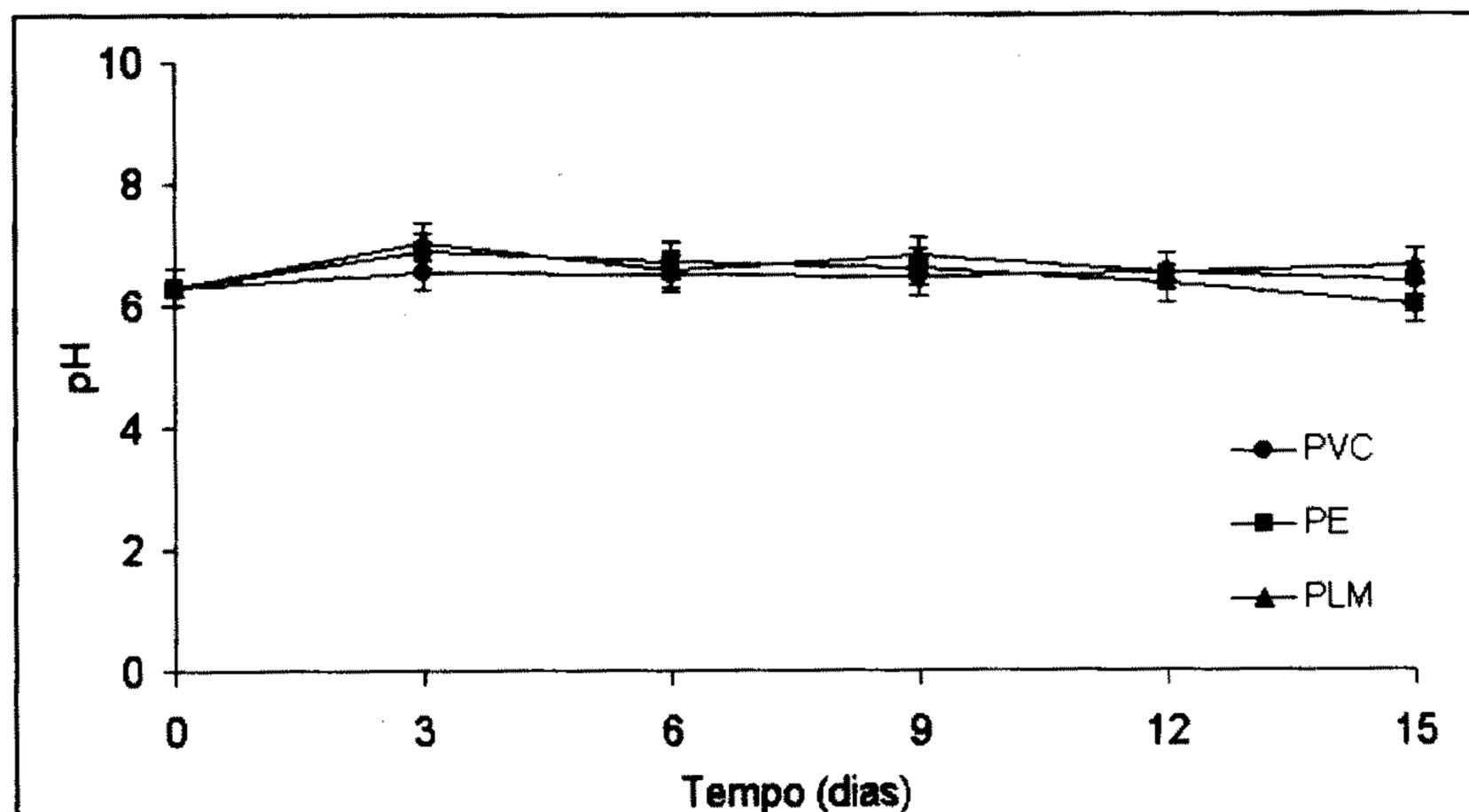


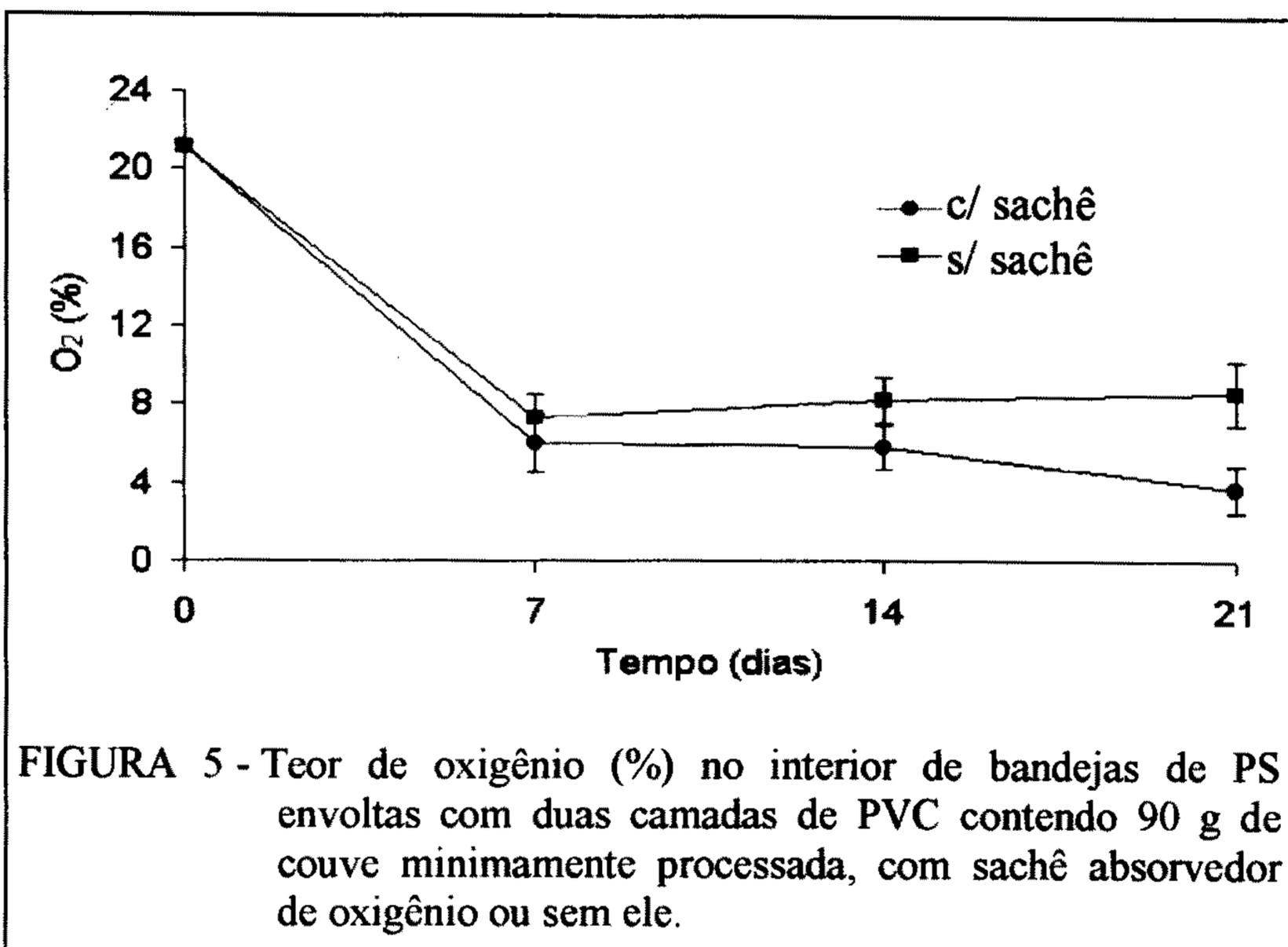
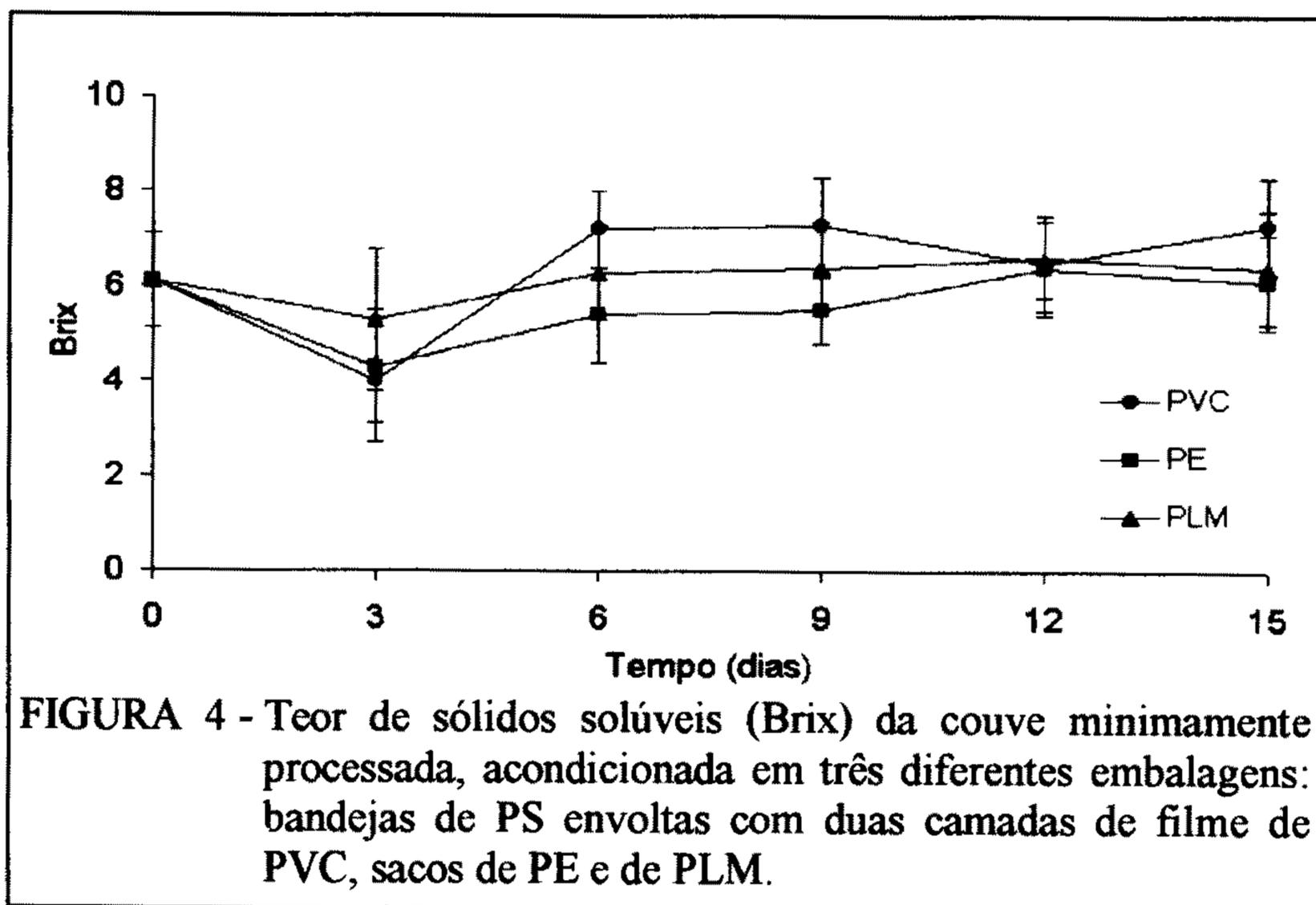
FIGURA 3 - Valores de pH da couve minimamente processada, acondicionada em três diferentes embalagens: bandejas de PS envoltas com duas camadas de filme de PVC, sacos de PE e de PLM.

Os valores de Brix também não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) entre as amostras ao longo do período de estocagem (Figura 4).

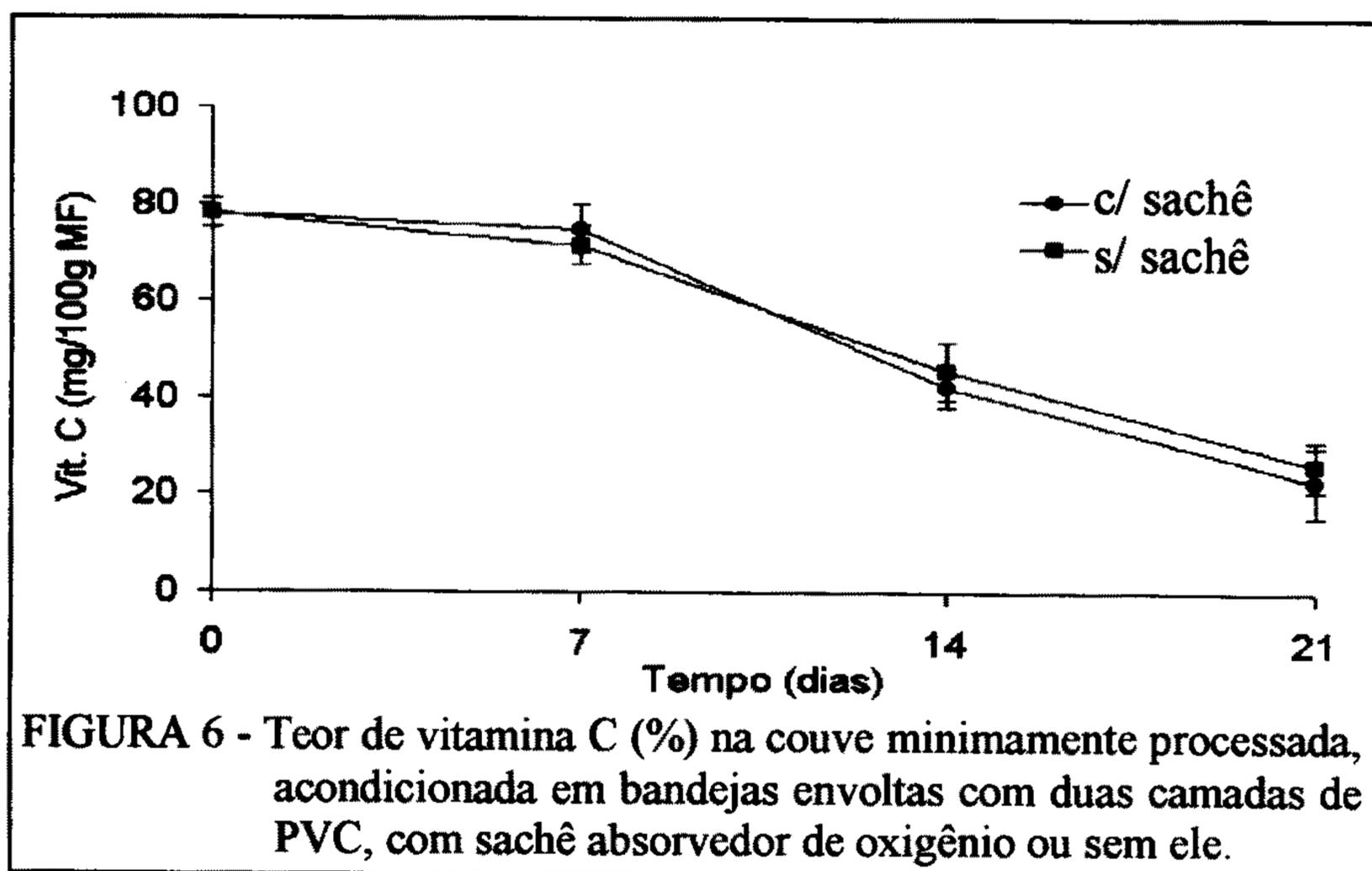
O teor de sólidos solúveis também foi avaliado por Carnelossi (4), que verificou não haver variação considerável no teor de sólidos solúveis de couve minimamente processada em diferentes embalagens durante todo o período de armazenamento a 5°C.

Tendo em vista os resultados, foi avaliada a qualidade da couve minimamente processada e acondicionada nas bandejas de PS envoltas com duas camadas de filme de PVC, com base em trabalhos anteriores (4, 12) que testaram uma camada de filme de PVC e atmosfera modificada. A partir da análise dos resultados, foi proposto o uso de duas camadas, com o objetivo de diminuir a permeabilidade a oxigênio e assim avaliar esse efeito sobre a couve minimamente processada.

As amostras de couve armazenadas com o sachê apresentaram concentrações de oxigênio menores que as sem sachê. O nível de oxigênio em ambas estabilizou-se em aproximadamente 5 e 8%, respectivamente (Figura 5).

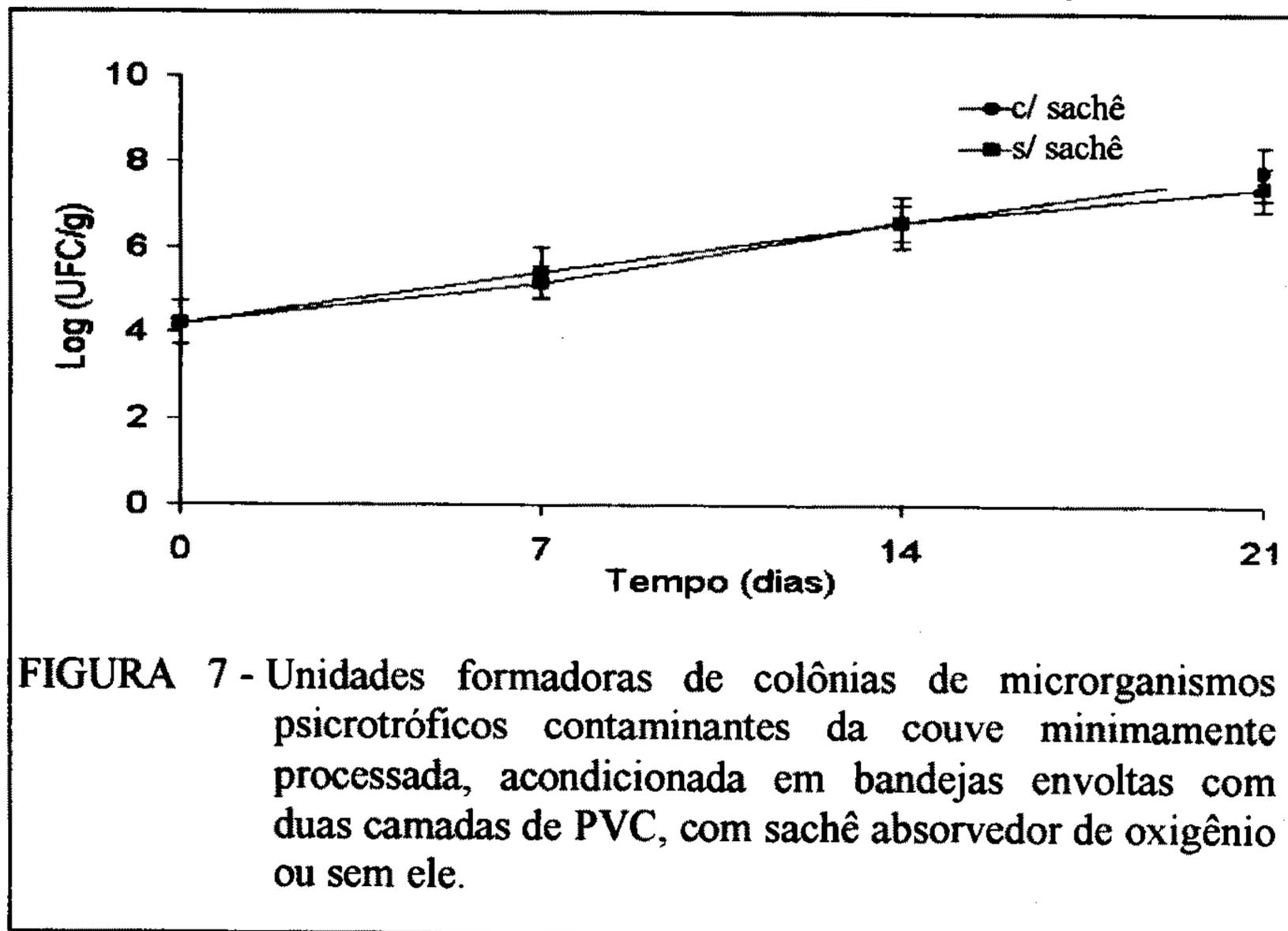


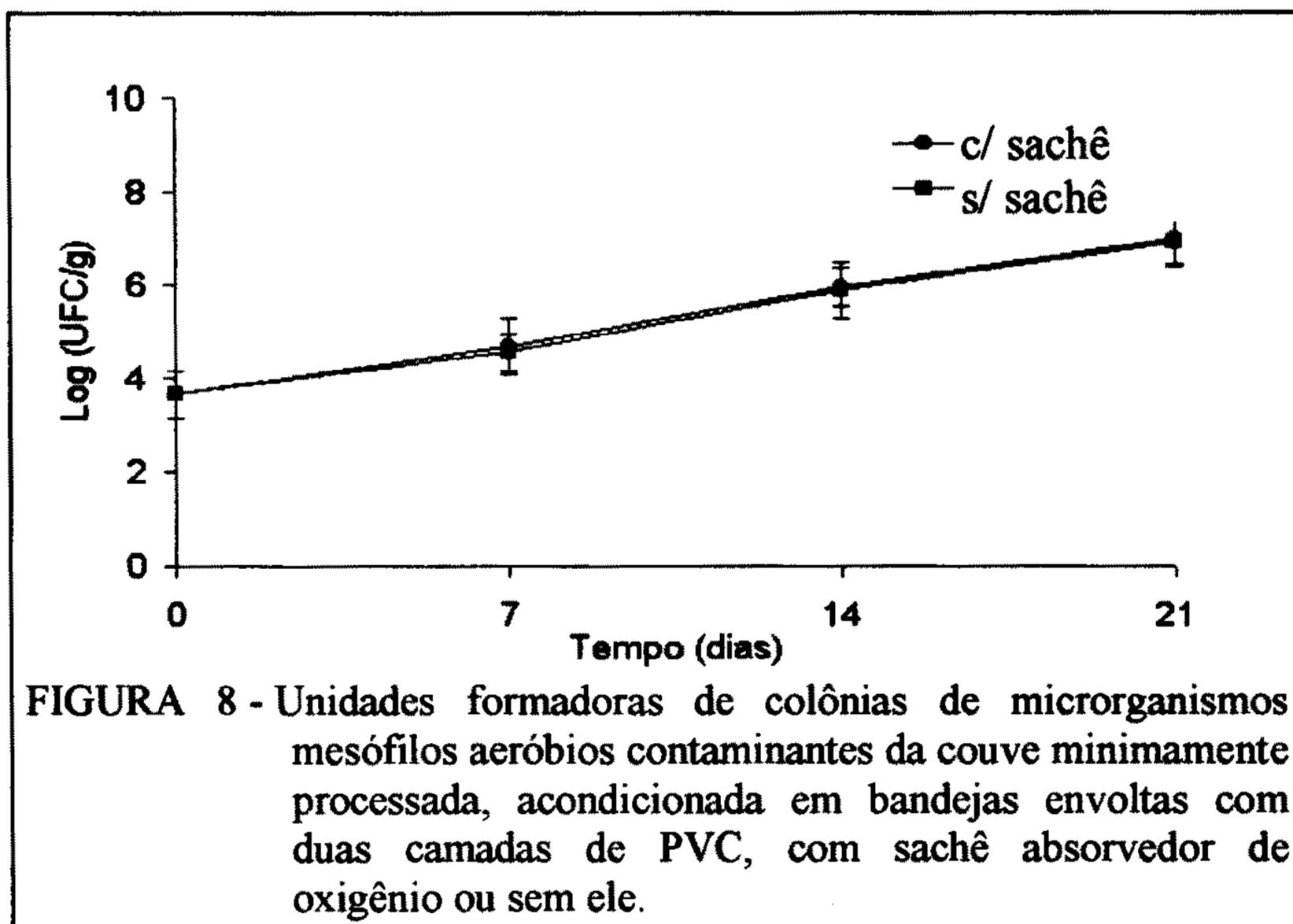
Os teores de vitamina C diminuíram, independentemente da presença ou não do sachê, não havendo diferença significativa ($P > 0,05$) entre os dois tratamentos. Após 14 dias de estocagem, em média 44% da vitamina C inicialmente presente na couve havia sido degradada (Figura 6).



O nível de contaminação microbiológica da couve minimamente processada praticamente não diferiu entre os dois tratamentos (Figuras 7 e 8), com ou sem sachês absorvedores de oxigênio.

A carga microbiota de mesófilos aeróbios e psicrotróficos iniciais e finais é similar às reportadas por Fantuzzi (5) na couve minimamente processada e acondicionada em diferentes embalagens a 5°C, por 15 dias.





CONCLUSÕES

1) As embalagens de PE e PLM não são eficientes na conservação da couve minimamente processada, ocasionando anaerobiose e elevada perda da vitamina C.

2) Os absorvedores de oxigênio diminuem o teor de oxigênio no interior das bandejas de PS envoltas com duas camadas de filme PVC contendo couve minimamente processada, estocada a 5°C.

3) Ocorre pequena diferença nos teores de vitamina C nas amostras de couve minimamente processada estocadas com sachê ou sem ele.

4) As amostras de couve acondicionadas com sachê não apresentam diferença com as acondicionadas sem ele, quanto à contagem de microrganismos psicotrópicos e mesófilos aeróbios.

5) O uso de sachês absorvedores de oxigênio em couve minimamente processada, acondicionada em bandejas de PS envoltas com duas camadas de filme PVC, não é eficiente na extensão da vida de prateleira do produto.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do PRODETAB, CNPq e FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

1. AHVENAINEM, R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends Food Sci. Tech.*, 7: 179-87, 1996.
2. BEAULIEU, O.F.A.R.; FERNANDES, T.D.; FONSECA, S.C. & BRECHT, J.K. Fresh-cut kale: quality assessment of Portuguese storage-supplied product for development of MPA system. *CA'97 Proceedings*, 5: 145-51, 1997.
3. BITTENCOURT, M.T. Atividade microbiana em couve (*Brassica oleracea* cv. *acephala*) minimamente processada. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2000. 76 p. (Tese de Mestrado).
4. CARNELOSSI, M.A.G. Fisiologia pós-colheita de folhas de couve (*Brassica oleracea* cv. *acephala*) minimamente processadas. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2000. 79p. (Tese de Doutorado).
5. FANTUZZI, E. Atividade microbiana em repolho (*Brassica oleracea* cv. *acephala*) minimamente processado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 50 p. (Tese de Mestrado).
6. HOWARD, L.R.; GRIFFIN, L.E. & LEE, Y. Steam treatment of minimally processed carrots sticks to control surface discoloration. *J. Food Sci.*, 59: 356-8, 1994.
7. KADER, A.A.; ZAGORY, D. & KERBEL, E.L. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28: 1-30, 1989.
8. ROLLE, R. & CHISM, G.W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. *J. Food Quality*, 10: 157-65, 1987.
9. SCHLIMME, D.V. & ROONEY, M.L. Packing of minimally processed fruits and vegetables. In: Wiley, R.C. (ed.). *Minimally processed refrigerated fruits & vegetables*. London, Chapman & Hall, 1994. p. 135-82.
10. SIMONS, L.K. & SANGUANSRI, P. Advances in the washing of minimally processed vegetables. *Food Aust.*, 49:75-80, 1997.
11. SOARES, N.F.F. Bitterness reduction in citrus juice through naringinase immobilized into polymer film. Ithaca, Cornell University, 1997. 123 p. (Ph.D. Thesis).
12. TELES, C.S. Utilização de atmosfera modificada para a conservação de couve (*Brassica oleracea* cv. *acephala*) minimamente processada. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2000. 115 p. (Tese de Mestrado).
13. WATADA, A.E.; KO, N.P. & MINOTT, D.A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Posth. Biol. Tech.*, 9:115-26, 1996.
14. WATADA, A.E. & QI, L. Quality of fresh-cut produce. *Posth. Biol. Tech.*, 15: 201-5, 1999.
15. WILEY, R.C. *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables*. London, Chapman & Hall, 1994. 357 p.