

EFEITO DE EMBALAGEM, TEMPERATURA DE ESTOCAGEM E ATMOSFERA MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO DE REPOLHO MINIMAMENTE PROCESSADO ¹

Fabiola P. Nunes²
Nilda de Fátima F. Soares²
Robson Maia Geraldine²
Ebenézer Oliveira³
Marcelo Carnelossi³
Rolf Puschmann³

RESUMO

Amostras de repolho minimamente processado foram acondicionadas em embalagem poliolefínica multicamada B900 e PD961 (Cry-o-Vac[®]), sob atmosfera ativamente modificada (5%O₂ : 5%CO₂ e 10%O₂ : 5%CO₂) e sob ar e armazenadas a 5 e 10°C. As amostras acondicionadas na embalagem B900 deterioraram em 5 dias, independentemente das atmosferas e temperaturas testadas, devido à baixa permeabilidade da embalagem associado à elevada taxa respiratória do produto, favorecendo o processo fermentativo. As amostras acondicionadas em embalagens PD961 e estocadas a 10°C apresentaram escurecimento intenso após o quinto dia de estocagem e foram descartadas. Amostras acondicionadas em embalagem PD961 sob atmosfera modificada (10%O₂ : 5%CO₂), e sob ar, estocadas a 5°C, apresentaram menor escurecimento. Assim as análises microbiológica e sensorial foram realizadas somente nas amostras estocadas sob essas condições. Após 15 dias de estocagem, os produtos acondicionados em ambas atmosferas não apresentaram diferença significativa para aparência global. O crescimento de bactérias psicrótróficas foi mais pronunciado na atmosfera sob ar que na modificada (10%O₂ : 5%CO₂). O repolho minimamente processado manteve melhor suas características quando

¹ Aceito para publicação em 21.09.2004.

² Departamento de Tecnologia de Alimentos/UFV. 36570-000 Viçosa, MG.

³ Departamento de Biologia Vegetal/UFV. 36570-000 Viçosa, MG.

acondicionado em filme PD961 (Cry-o-vac[®]), em atmosfera modificada (10%O₂ : 5%CO₂) e mantido a 5°C.

Palavras-chave: repolho, processamento mínimo, embalagem, atmosfera modificada.

ABSTRACT

EFFECTS OF PACKAGING, TEMPERATURE AND MODIFIED ATMOSPHERE ON CONSERVATION OF MINIMALLY-PROCESSED CABBAGE

Samples of minimally-processed cabbage were packed into multilayer polyolefin bags (film B-900 and PD961, Cry-o-vac[®]), under modified atmospheres (5% O₂ : 5% CO₂ and 10% O₂ : 5%CO₂) and air, and stored at 5 and 10°C. Samples packed in B900 bags deteriorated after 5 days of storage, due to low film permeability and high respiratory rate of the product, inducing anaerobiose. All samples stored at 10 °C in PD 961 bags showed high browning intensity after five days of storage and were eliminated from the experiment. The samples packed into the PD961 bags under modified atmosphere (10% O₂: 5%CO₂) and air, stored at 5 °C showed the lowest browning coefficients. Therefore, microbiological and sensory analyses were conducted for cabbage samples under these conditions. Scores for global appearance showed no significant difference among the samples after 15 days of storage. Growth of anaerobic microorganisms was inhibited. Psychrotrophic microorganism count was higher in the packages sealed under air than under modified atmosphere (10% O₂ : 5%CO₂). It can be concluded that minimally processed cabbage was better preserved when packed in bags made of polyolefin multilayer (PD 961, Cry-o-vac[®]) film, under modified atmosphere (10% O₂ : 5%CO₂) and stored at 5 °C.

Key words: cabbage, fresh cut, packaging, modified atmosphere.

INTRODUÇÃO

Os alimentos minimamente processados têm atraído o interesse da indústria de alimentos, devido a sua conveniência e qualidade (14). Esse tipo de alimento, além de ter uma vida de prateleira mais longa que o produto *in natura*, é fresco, característica hoje procurada por muitos consumidores, preocupados em ingerir alimentos naturais e mais saudáveis. Por isso, a demanda por produtos práticos de serem consumidos, pré-preparados e de alto valor nutritivo tem aumentado muito nos últimos anos.

O processamento mínimo de hortaliças aparece neste contexto como uma nova proposta de alimentos naturais e de melhor qualidade, com maior frescor, pureza, sabor e elevado valor nutricional.

Utiliza-se a expressão “alimentos minimamente processados” para se designar toda uma classe de alimentos que têm como principal característica um processamento mínimo dos tecidos vegetais, que garanta a conveniência de um produto já preparado para consumo imediato e que,

apresente as mesmas qualidades de um produto *in natura*. Por definição, o produto minimamente processado é “qualquer fruta ou hortaliça, ou combinação destas, que tenha sido fisicamente alterada, mas que permanece em estado fresco (5). Outros autores afirmam que produtos minimamente processados são alimentos frescos e crus, e não podem ser conservados com aditivos químicos (1, 7).

A produção de alimentos minimamente processados começou há 30 anos nos Estados Unidos, visando atender às necessidades das indústrias de “fast food”, e foi desenvolvido mais recentemente para o varejo na Europa (2, 7). Nos Estados Unidos, em 1990, cerca de 10 % do total de hortaliças foram comercializadas na forma de minimamente processados, estimando-se para o ano de 2000, um aumento de 25 % (8).

No Brasil, o setor de hortaliças minimamente processadas é um segmento da agroindústria em rápido crescimento. Ela tem como metas principais satisfazer o consumo de hortaliças e adaptar-se à tendência contemporânea de consumir alimentos saudáveis e convenientes para uso doméstico e institucional (10). A horticultura brasileira é rica em produtos que potencialmente podem ser utilizados como minimamente processados, destacando-se alface, brócolis, couve e repolho. Empresas de minimamente processados confirmam que esses produtos, quando comercializados nessa forma, apresentam grande aceitação pelos consumidores, por questões de conveniência, qualidade e higiene. No mercado de hortaliças minimamente processadas *in natura*, o repolho é utilizado em grande escala, tanto isoladamente (repolho fatiado, picado em pedaços e outros) como também em saladas mistas (salada primavera) e composição para comidas chinesas, tais como “Tepanyaki”, “Yakissoba”, Frango Xadrez e outros (10, 11).

Para essas empresas, a escassez de informações acerca da tecnologia de minimamente processados, tem sido um ponto crítico, o que sugere a importância técnico-científica e econômica dos estudos sobre a conservação pós-colheita e manutenção da qualidade desses produtos, principalmente o repolho.

O presente trabalho teve como objetivo estudar as alterações bioquímicas, sensoriais e microbiológicas causadas pelo processamento mínimo em folhas de repolho acondicionadas em diferentes materiais de

embalagens, estocadas sob atmosfera modificada e ar em temperaturas de 5°C e 10°C.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-prima

O material vegetal foi obtido de plantas de repolho (*Brassica oleracea cv. capitata*) produzidas na horta da Universidade Federal de Viçosa (Departamento de Fitotecnia). Os repolhos recém-colhidos foram transportados para o laboratório, onde foram estocados por três horas a 10°C para remoção do calor residual do produto e, posteriormente, serem minimamente processados.

Processamento

Repolhos foram selecionados, com remoção das folhas externas que apresentavam alguma anormalidade. Depois de lavados em água corrente, foram picados, com o auxílio de um cortador mecânico, em espessura de 1mm. O repolho foi submetido a enxágüe em água, para remoção das sujeiras e do excesso de suco celular que poderiam reagir com o cloro usado na sanitização, impedindo sua ação. A higienização foi feita por imersão em solução de cloro, à concentração de 150 ppm de cloro ativo. As amostras permaneceram 10 minutos na solução sanitizante, tendo como princípio ativo o dicloro s. enxaguadas em água contendo três ppm de cloro ativo, por 10 minutos, para retirada do excesso de sanitizante. Em seguida, o repolho minimamente processado foi centrifugado (Centrifuga ARNO, 800 x g) por 10 minutos, para retirada do excesso de água. Depois de embaladas, as amostras foram armazenadas em expositores verticais refrigerados, às temperaturas de cinco e 10°C.

Acondicionamento e estocagem

O trabalho foi conduzido em duas etapas. Na primeira, foram utilizados sacos plásticos multicamada B900 da Cry-o-Vac[®], sob atmosfera ativamente modificada (5% O₂ : 5% CO₂ e 10% O₂ : 5% CO₂) e com ar,

sendo estocados a 5°C. Na segunda etapa, utilizaram-se sacos plásticos multicamada PD961 da Cry-o-Vac[®], devido à menor barreira a gases (Quadro 1), sob atmosfera modificada (5% O₂ : 5% CO₂ e 10% O₂ : 5% CO₂) e ar, estocados a 5°C e 10°C.

Nos diferentes experimentos, aproximadamente 150g de repolho minimamente processado foram acondicionados em sacos plásticos com 18 x 22 cm.

QUADRO 1 - Permeabilidade aos gases O ₂ e CO ₂ e ao vapor de água das embalagens B900 e PD961.			
Filme	Permeabilidade		
	O ₂ ^a	CO ₂ ^b	H ₂ O ^c
	(cm ³ .m ⁻² .dia ⁻¹)		(g.m ⁻² .dia ⁻¹)
B900	3-6	9-12	8-10
PD 961	6000-8000	18000-24000	0,90-1,10
a- realizada a 23 °C, 1% UR e 1 atm			
b- realizada a 23 °C, a seco e 1 atm			
c- realizada a 25 °C, 75% UR			

Intensidade e grau de escurecimento do repolho

A intensidade de escurecimento, após processamento e armazenamento, foi determinada de acordo com o método descrito por Couture et al. (3). Assim, foram homogeneizados 10 g do repolho minimamente processado em 50 mL de água destilada com areia. O homogeinato foi filtrado em quatro camadas de gaze e centrifugado a 18000 x g, por 25 minutos. A absorbância do sobrenadante foi medida a 340 nm, em espectrofotômetro Hitachi (Modelo U-1100).

O grau de escurecimento da superfície do produto foi acompanhado utilizando colorímetro (Colortec, modelo PCM) calibrado com a cor branca. Para as determinações, as amostras de repolho (5 g) foram colocadas em um tubo de plástico, de aproximadamente 8 cm de altura e 3 cm de diâmetro, aberto nas extremidades e lateralmente e coberto com papel alumínio. As leituras foram realizadas acoplando-se o sensor do aparelho em uma das extremidades do tubo. Foram realizadas duas leituras para cada repetição. Determinou-se a taxa de escurecimento usando a fórmula:

$$DE = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2} \text{ em que :}$$

DE: grau de escurecimento

L: luminosidade (claro/escuro);

a: cromaticidade no eixo da cor verde (-) para vermelha (+);

b: cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarela (+).

Essa equação permite avaliar o incremento do escurecimento do produto durante o tempo de armazenamento (6, 12).

Análise Sensorial

As análises foram feitas com amostras embaladas com o filme PD961 e estocadas a 5°C, por um período de 15 dias. A cada 5 dias, as amostras foram apresentadas, na embalagem, em um supermercado, selecionado pela facilidade de seleção ao acaso de um número acima de 100 pessoas (julgadores não treinados) para cada amostra avaliada.

Foram realizados testes de aceitação, em relação a aparência, com o uso de uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, onde 1 é desgostei extremamente e 9, gostei extremamente. A cada provador foi pedido que avaliasse a aparência global do produto embalado e preenchesse a ficha de avaliação.

Análise microbiológica

As amostras foram trituradas em liquidificadores com água peptonada a 1,0%. As alíquotas dessa solução foram diluídas e plaqueadas utilizando-se PCA (Plate Count Agar) como meio de cultura para bactérias psicrotróficas e SPS (sulfito polimixina sulfadiazina) para anaeróbios.

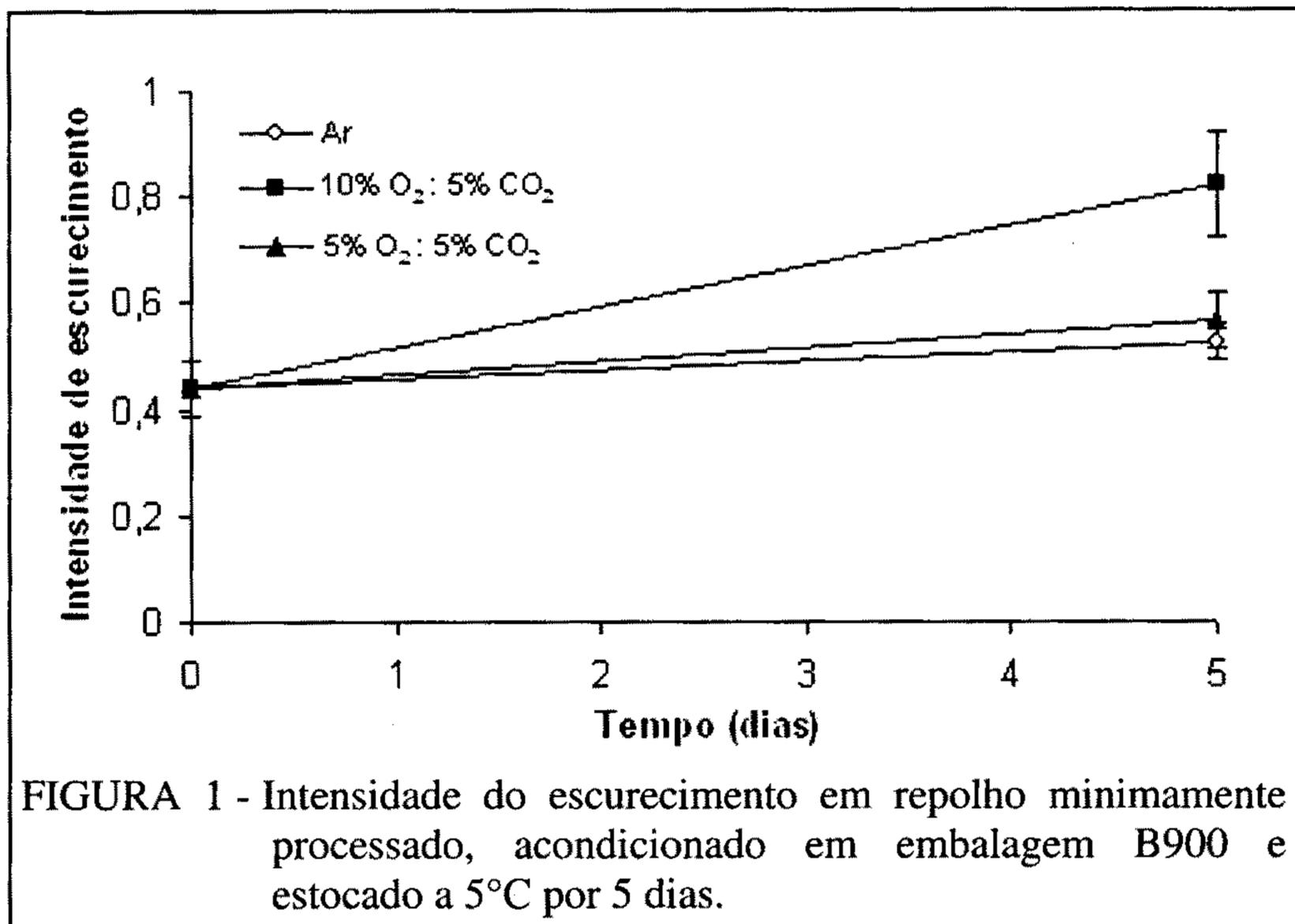
As amostras foram incubadas a 7°C e 37°C, para contagem de bactérias psicrotróficas e anaeróbias, respectivamente. As análises foram realizadas em duplicatas para cada tratamento, em intervalo de 5 dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de cor

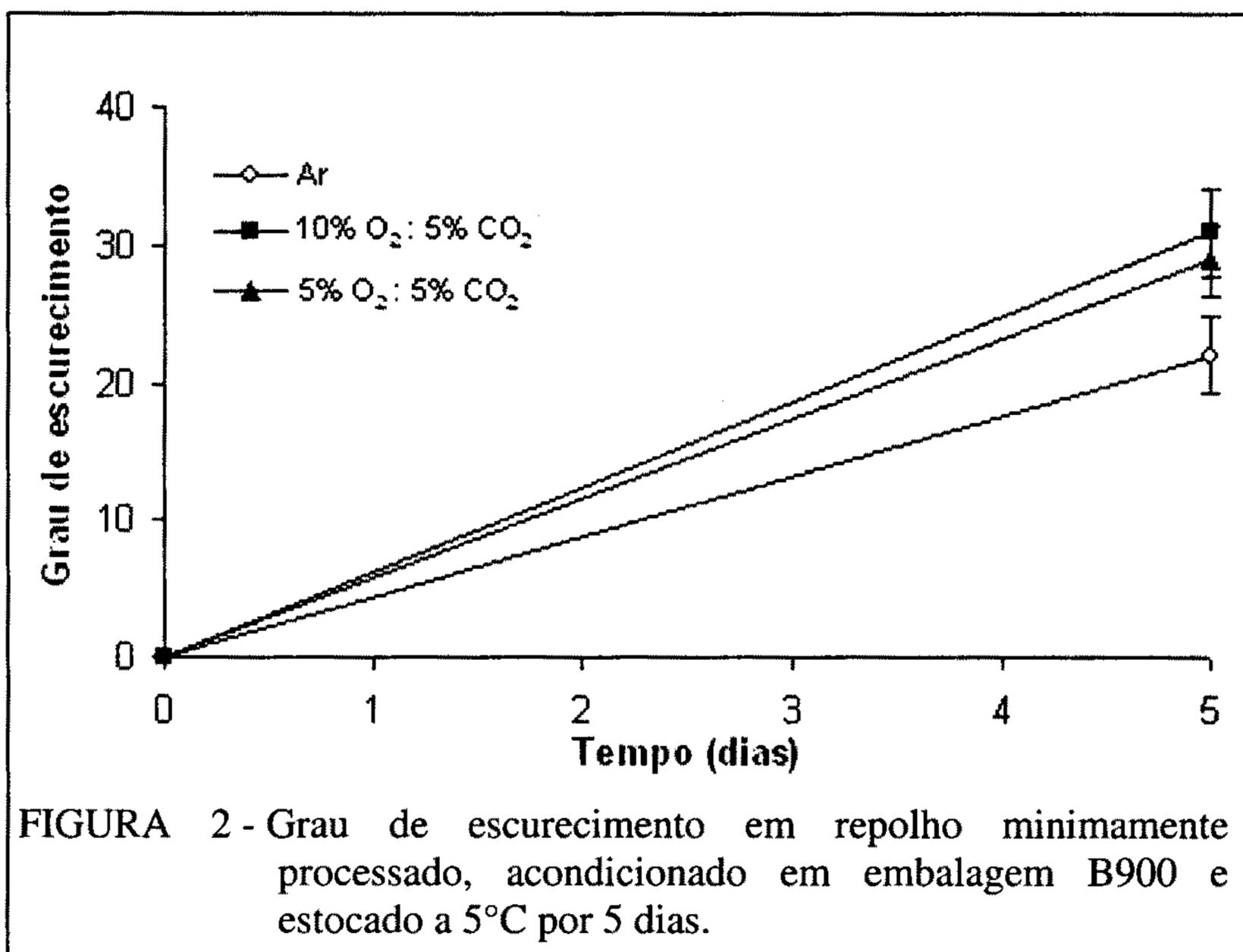
As amostras de repolho embaladas nos sacos com o filme B900, sob as atmosferas modificadas (5%O₂ : 5%CO₂ e 10%O₂ : 5%CO₂) e sob ar, apresentaram sinais de deterioração (mau cheiro) a partir do quinto dia.

Porém, o produto não apresentou alteração acentuada de cor (Figuras 1 e 2). A deterioração do repolho minimamente processado pode ser explicada pelo fato da embalagem B900 ser pouco permeável a gases (Quadro 1), o que impediu a entrada de O_2 para a respiração do produto, conseqüentemente, provocando ambiente anaeróbico dentro da embalagem e, assim, favorecendo o estabelecimento do processo fermentativo.



Na segunda etapa do experimento, as amostras acondicionadas em embalagens com filme PD961 e estocadas a 10°C apresentaram indícios de fermentação e foram descartadas após 5 dias de estocagem. Já as amostras estocadas a 5°C apresentaram bons resultados, com bom aspecto visual durante os 15 dias.

O aumento, tanto no índice quanto no grau de escurecimento (Figuras 3 e 4), durante o período de estocagem, pode ter sido uma conseqüência do processo de senescência do produto, estimulado pelo etileno (13) e ainda a um aumento na atividade da enzima fenilalanina amônia liase (PAL), responsável pela síntese de compostos fenólicos, e também pelo aumento na síntese de etileno, o qual estimula a atividade da PAL e da polifenoloxidase (PPO). Couture et al. (3) e Silva (9) reportaram para repolho minimamente processado índice de escurecimento na faixa de 40, após 15 dias de estocagem sob a temperatura de 5°C em filme PD961, para amostras de 200 g.



Tendo em vista que os tratamentos a 10°C apresentaram maiores índices para os valores de escurecimento em relação aos tratamentos a 5°C, e ainda que as atmosferas modificadas de 10% O₂ : 5% CO₂ e 5% O₂ : 5% CO₂ apresentaram ligeiras diferenças no escurecimento das amostras, optou-se por realizar as análises sensoriais e microbiológicas nos produtos acondicionados em PD961 sob atmosfera modificada 10%O₂ : 5%CO₂ e sob ar, estocadas a 5°C.

Análise Sensorial

Os resultados da análise sensorial estão apresentados na Figura 5, onde se verificou que as amostras de repolho minimamente processado obtiveram boa aceitabilidade entre os julgadores. Observa-se que, em todas as análises, a média obtida pela amostra com atmosfera modificada foi maior que a obtida pela amostra com atmosfera passiva. A primeira teve a média dos julgamentos situada entre, gostei moderadamente e gostei muito, enquanto que a segunda teve sua média compreendida entre, gostei ligeiramente e gostei muito.

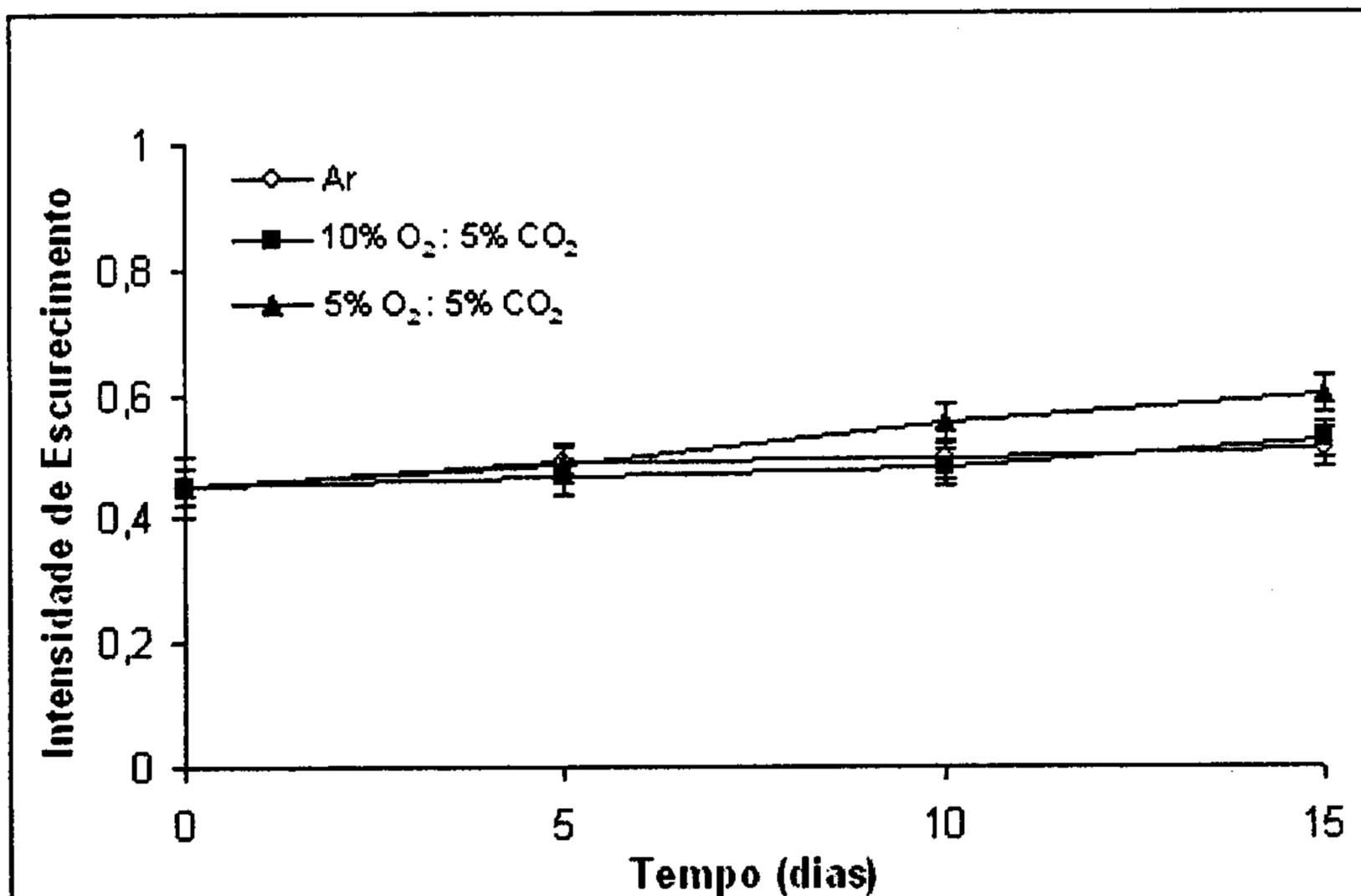


FIGURA 3 - Intensidade de escurecimento em repolho minimamente processado, acondicionado em embalagem PD961 e estocado a 5°C, por 15 dias.

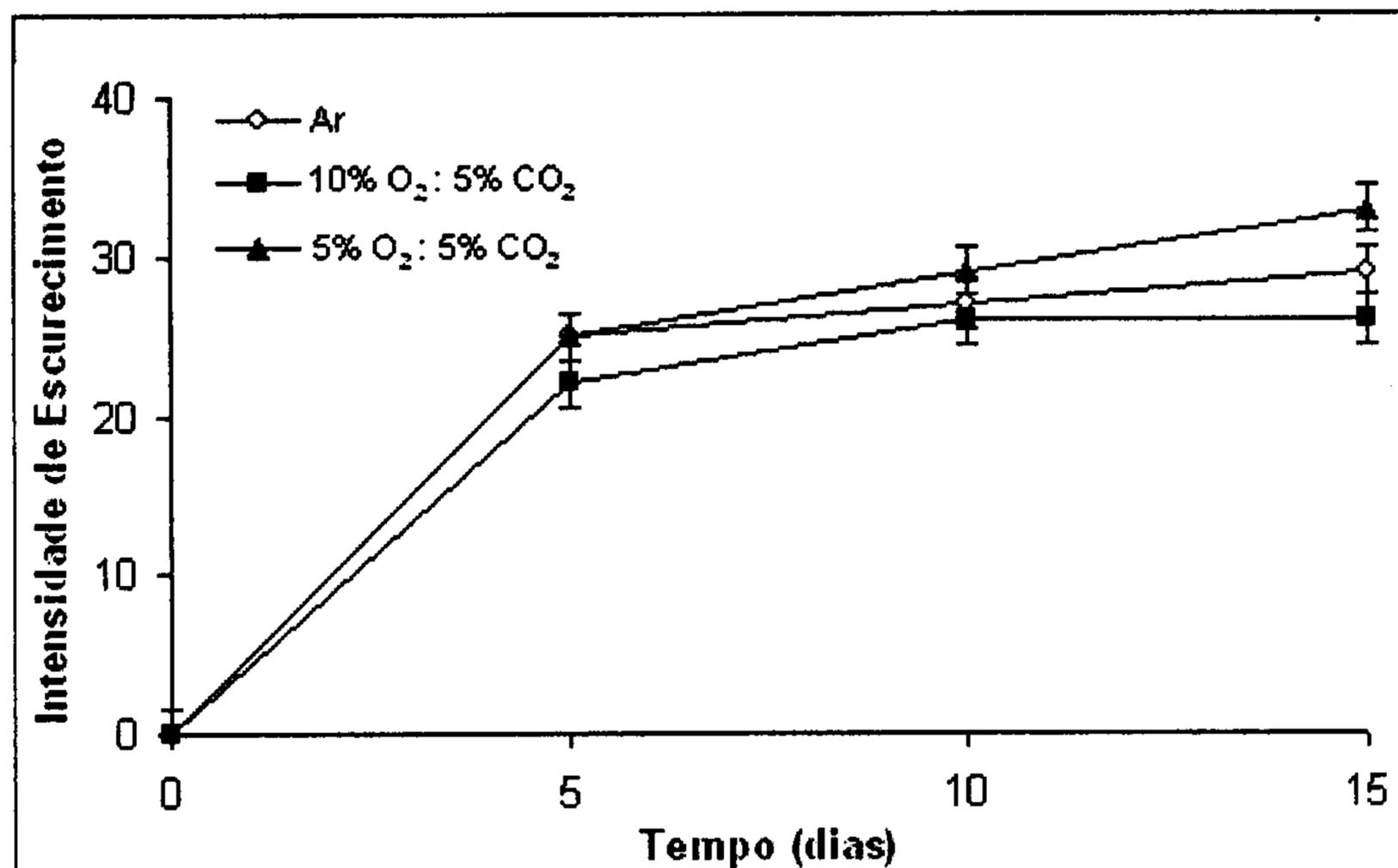
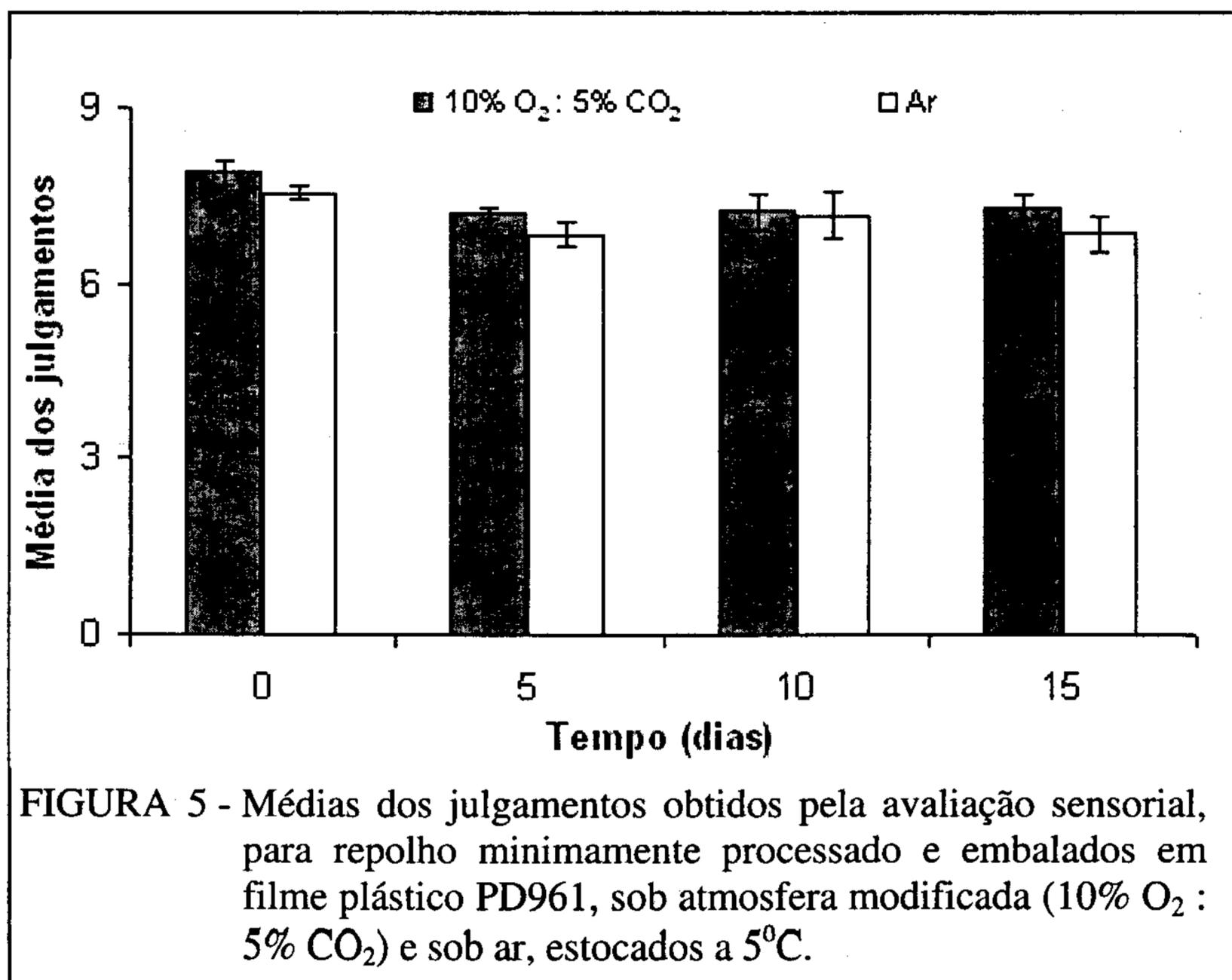


FIGURA 4 - Grau de escurecimento em repolho minimamente processado, acondicionado em embalagem PD961 e estocado a 5°C, por 15 dias.

Não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) quanto à aceitabilidade do repolho minimamente processado e acondicionado em diferentes atmosferas, a temperatura de 5°C , até o décimo dia de análise. Na análise referente ao décimo quinto dia de armazenamento, houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que o repolho acondicionado sob atmosfera modificada ($10\% \text{O}_2 : 5\% \text{CO}_2$) apresentou maior aceitação.

Análise Microbiológica

As amostras de repolho minimamente processado acondicionadas em embalagem PD961, sob atmosfera modificada ($10\% \text{O}_2 : 5\% \text{CO}_2$) e sob ar, estocadas a 5°C , não apresentaram crescimento de bactérias anaeróbias. No entanto, o crescimento de bactérias psicrotróficas (Figura 6), foi similar para os dois tratamentos. Verificou-se que a contaminação inicial (10^3UFC g^{-1}) atingiu valores na ordem de 10^6UFC g^{-1} , após 10 dias de estocagem. Fantuzzi (4) reportou, em seu trabalho com repolho minimamente processado, contagem para bactérias psicrotróficas de 10^4UFC g^{-1} , após 10 dias de estocagem a 5°C .



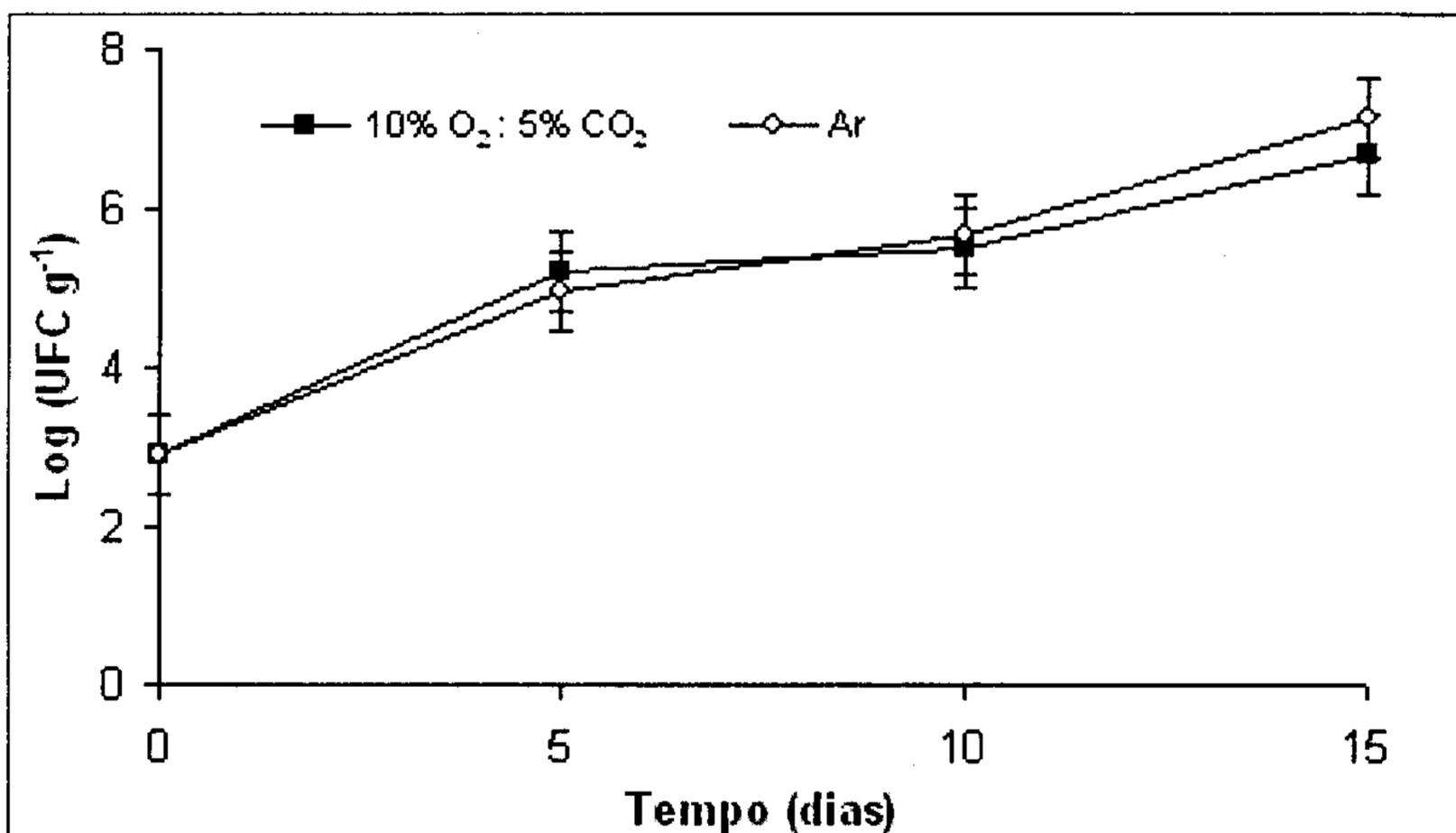


FIGURA 6 - Contagem de bactérias psicotróficas em repolho minimamente processado, acondicionado em PD961[®] sob diferentes atmosferas e estocado a 5°C, por 15 dias.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a embalagem B900 é imprópria para o acondicionamento de repolho minimamente processado, estocado a 5°C. Já a embalagem PD961 apresentou resultados satisfatórios quando associada à modificação ativa da atmosfera (10% O₂ : 5% CO₂) e à estocagem a 5°C, mantendo a qualidade e segurança alimentar do produto por, pelo menos, 10 dias.

REFERÊNCIAS

1. BRECHT, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. HortScience, 30:18-22. 1995.
2. CANTWELL, M. Postharvest handling systems: minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (Ed). Postharvest technology of horticultural crops. 2^{ed} University of California, Division of Horticultural and Natural Resources, Davis, Publ, p. 273-81. 1992.
3. COUTURE, R.; CANTWELL, M.I.; KE, D. & SALTVEIT Jr., M.E. Physiological attributes related to quality attributes and storage life of minimally processed lettuce. HortScience, 28:723-5. 1993.
4. FANTUZZI, E. Atividade microbiana em repolho (*Brassica oleraceae* cv. *Capitata*) minimamente processado., UFV, Viçosa.1999.(Tese de mestrado).
5. IFPA. Fresh-cut produce handling guidelines. 3^{ed}, Produce Marketing Association, Newark, 1999. 39p.

6. KAJI, H.; UENO, M.; OSAJIMA, Y. Storage of shredded cabbage under a dynamically controlled atmosphere of high O₂ and high CO₂. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 57:1049-52. 1993.
7. NGUYEN-THE, C.; CARLIN, F. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 34:371-401. 1994.
8. SCHLIMME, D.V. & ROONEY, M.L. Packaging of minimally processed fruits and vegetables. In: ILEY, R. C. (ed.) *Minimally processed refrigerated fruits & vegetables*. London: Chapman & Hall. 1994. P. 135-82.
9. SILVA, E.O. Fisiologia pós-colheita de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) minimamente processado. Viçosa, MG. UFV, 2000. 79 p. (Tese de doutorado)
10. SOUZA, R.A.M. Mercado para produtos minimamente processados. *Informações Econômicas*, SP, 31(3) : 12-6, 2001.
11. SOUZA, R.A.M.; SILVA, R.O.P.; MANDELLI, C.S.; TASCOS, A.M.P. Comercialização Hortícola: Análise de alguns setores do mercado varejista de São Paulo. *Informações Econômicas*, SP, 28:7-23. 1998.
12. TAKAHASHI, T., ABE, K., CHACHIN, K. Effect of air-exposure at low temperature on physiological activities and browning of shredded cabbage. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 43:663-7, 1996.
13. WHITAKER, J.R. & LEE, C.Y. Recent advances in chemistry of enzymatic browning : an overview. In: LEE, C. Y. e WHITAKER, J. R. (eds). *Enzymatic browning and its prevention*. Washington, D.C., ACS, 1995, p. 2-7.
14. WATADA, A E., QI, L. Quality of fresh-cut. *Postharvest Biology and Technology*, 15:201-5.1999