

---

## **EMBALAGEM COM ATMOSFERA MODIFICADA PARA PRODUTOS CÂRNEOS**

---

A primeira aplicação comercial de preservação de carne fresca por atmosfera modificada com elevado teor de CO<sub>2</sub> foi na década de 30, sendo empregada no transporte marítimo de carne resfriada em "containers" com gelo seco (CO<sub>2</sub> sólido). Recentemente, porém, tanto a nível de mercado institucional como de varejo esse conceito foi estendido da estocagem em câmaras ou "containers" para embalagens com atmosfera modificada.

Atualmente tem-se verificado grande desenvolvimento desse processo na Europa, visto que ele atende à crescente demanda por alimentos frescos e de boa qualidade, com vida útil mais longa, porém sem conservantes ou quaisquer aditivos. Em geral, os alimentos mais adequados para o acondicionamento em atmosfera modificada devem apresentar alto valor comercial e beneficiar-se economicamente da retenção de qualidade e vida útil mais longa.

---

A tecnologia de acondicionamento em embalagem com atmosfera modificada consiste na substituição do ar atmosférico ao redor do produto por uma mistura otimizada de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  e  $\text{O}_2$ , que pode propiciar um aumento de vida útil, pois a degradação dos alimentos devido ao crescimento de fungos e bactérias e à oxidação é retardada.

No acondicionamento de carnes frescas para comercialização a varejo, utilizam-se misturas gasosas com alto teor de  $\text{O}_2$  (30 a 80%) e concentrações de  $\text{CO}_2$  ao redor de 20%. O  $\text{N}_2$  muitas vezes está presente para balancear a mistura gasosa e impedir o colapso da embalagem, quando os outros gases se dissolvem no produto ou permeiam a embalagem. A mistura gasosa a ser utilizada depende das características do produto, da temperatura de estocagem, das propriedades de barreira da embalagem e da relação entre o espaço-livre da embalagem e o peso do produto.

No caso de carne fresca, o  $\text{O}_2$  é importante pois se combina com o pigmento da carne, mantendo uma coloração atrativa durante a estocagem. O  $\text{CO}_2$  reduz drasticamente a deterioração microbiana, conferindo maior estabilidade microbiológica ao produto. Assim, a vida útil da carne fresca, mantida à temperatura menor que  $5^\circ\text{C}$ , poderá ser ampliada de 3 a 4 dias para 1 a 2 semanas.

No acondicionamento de aves resfriadas, diferentes misturas gasosas são utilizadas, combinando-se  $\text{O}_2/\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2/\text{CO}_2$  ou  $\text{O}_2/\text{CO}_2/\text{NO}_2$ . No acondicionamento de aves inteiras, pode-se utilizar misturas com altas concentrações de  $\text{CO}_2$ , atingindo-se uma vida útil de até 21 dias. Para a comercialização de cortes em pequenas porções, a concentração de  $\text{CO}_2$  não pode exceder 30%, para não haver problemas de descoloração.

A aplicação adequada da tecnologia de acondicionamento de carnes em atmosfera modificada, que redunde em aumento da vida útil do produto, traz inúmeras vantagens, tais como a possibilidade de implantação de centrais de acondicionamento, com linhas automáticas para grandes volumes de produção, possibilidade de expansão do alcance do sistema de distribuição, redução de perdas, economia devido à redução de manuseio e distribuição de produtos inadequados para venda e possibilidade de aumento da margem de lucro nos pontos de venda de produtos frescos.

O sistema também apresenta certas desvantagens, como o custo adicional com material de embalagem, equipamentos e gases, a necessidade de otimização da mistura gasosa para cada produto, a necessidade de um controle rígido de temperatura durante o acondicionamento, distribuição, estocagem e venda e a necessidade de um controle de qualidade da matéria-prima e do produto acondicionado.

O sucesso da aplicação da tecnologia de acondicionamento em embalagens com atmosfera modificada, ou seja, o aumento significativo da vida útil do alimento está associada a cinco elementos-chaves:

**1. Especificidade da mistura gasosa em relação ao produto.** A mistura gasosa a ser utilizada depende do tipo de produto, segundo o Quadro 1. Além disso, para um mesmo tipo de produto, os resultados obtidos para uma mesma mistura gasosa podem diferir, dependendo de pequenas diferenças na composição do alimento. Uma atmosfera que aumenta a vida útil de um tipo de alimento pode reduzir drasticamente a de outro.

QUADRO 1. Misturas gasosas recomendadas para alguns produtos cárneos.

Produto	Composição atmosférica (%)			Vida útil
	$\text{O}_2$	$\text{CO}_2$	$\text{N}_2$	
Carne fresca em porções	70	20	10	5 a 12 dias
	75	25	—	5 a 12 dias
	66	25	9	10 dias
	45	20	35	10 dias
	70	30	—	—
	65	35	—	—
Carne fresca em cubos	30	30	40	—
	70	30	—	4 a 8 dias
	80	20	—	4 a 8 dias
Carne moída	33,3	33,3	33,3	—
Miúdos	50-60	40	—	6 a 10 dias
Salsicha e carne cozida	—	75	25	4 a 8 semanas
	—	100	—	—
	—	30	70	—
Aves	50	25	25	6 a 14 dias
	—	75	25	—
	—	30	70	—

**2. Qualidade inicial do produto fresco.** Embalagens com atmosfera modificada podem diminuir a taxa de perda de qualidade de um produto cárneo, por um período pré-determinado, porém não poderão melhorar a sua qualidade inicial. Assim, a contaminação microbiológica inicial da carne, em conjunto com a temperatura de estocagem e o sistema de embalagem, irá determinar a vida útil do alimento. Uma elevada contaminação inicial, condições higiênicas inadequadas durante o processamento e altas temperaturas de estocagem podem tornar o sistema de atmosfera modificada ineficaz quanto ao aumento de vida útil do alimento.

**3. Controle de temperatura durante o acondicionamento e distribuição.** As embalagens em atmosfera modificada não substituem a estocagem refrigerada dos produtos cárneos. Na verdade ocorre um efeito sinérgico entre a concentração de  $\text{CO}_2$  e a temperatura na inibição do crescimento microbiano. Quanto mais baixa a temperatura mais eficaz é o  $\text{CO}_2$  como inibidor, apresentando um grande efeito entre  $0^\circ\text{C}$  e  $5^\circ\text{C}$ . No caso de produtos cárneos, os efeitos da temperatura e de sua flutuação são particularmente importantes do ponto de vista de saúde pública, pois podem acarretar o desenvolvimento de microrganismos patogênicos, eventualmente presentes nos alimentos. Assim, o controle rígido da temperatura deve ser feito desde a etapa de acondicionamento até a venda.

**4. Propriedades de barreira da embalagem.** Fatores importantes relacionados à embalagem incluem a permeabilidade a gases e ao vapor d'água, sua integridade, o volume do espaço-livre e o próprio formato da embalagem.

A taxa de permeabilidade a gases da embalagem e o volume do espaço-livre são fatores associados à quantidade de gás disponível para a inibição microbiana. Quanto menor a taxa de permeabilidade e maior o volume do espaço-livre da

embalagem, maior será o prolongamento da vida útil do produto. Não é suficiente que o material de embalagem apresente baixa permeabilidade ao  $O_2$ ; também deve ser uma excelente barreira ao  $CO_2$ , visto que em sistemas com atmosfera modificada esse gás está normalmente presente em concentrações bem acima da atmosférica.

Outro fator a ser considerado e que tem estreita relação com as propriedades de barreira da embalagem é a integridade do fechamento. As máquinas de acondicionamento e os materiais de embalagem utilizados devem permitir a obtenção de soldagens herméticas, compatíveis com as características de alta barreira dos materiais de embalagem utilizados, o que influencia diretamente a velocidade de deterioração dos alimentos. Como camada termosselante das estruturas, além do PEBD também são utilizadas resinas de polietileno de baixa densidade linear ou ionômero. A utilização do ionômero torna as soldagens mais confiáveis, reduz o nível de falhas e permite maior velocidade de produção.

Em decorrência de seu formato, a embalagem deve permitir que a maior parte do alimento esteja em contato com a atmosfera modificada. Por isso, as embalagens semi-rfngidas normalmente apresentam ranhuras e saliências na base e nas laterais.

Geralmente, as embalagens usadas para produtos cárneos consistem de uma bandeja termoformada com tampa plástica termosselada após evacuação e injeção da mistura gasosa. As bandejas são termoformadas a partir de chapas co-extrusadas que geralmente incorporam resinas de alta barreira. Nas tampas utilizam-se filmes de multicamadas normalmente co-extrusados e com revestimento interno "anti-fog". Estruturas típicas utilizadas nas embalagens com atmosfera modificada, tanto para bandejas como tampas, são apresentadas a seguir:

PET/PVDC/PEBD	PVC/PEBD
PET/EVOH/PEBD	PVC/PVDC/PEBD
PET/EVOH/PELBD	PS/PVDC/PEBD
PA/EVOH/PEBD	PS/EVOH/PEBD
PA/EVOH/ionômero	PP/EVOH/PEBD ou PP

O sistema de embalagem selecionado deve garantir a retenção da mistura gasosa dentro da embalagem por períodos suficientemente longos para proporcionar um aumento de vida útil significativo e confiável.

**5. Eficiência do equipamento de acondicionamento em atmosfera modificada.** A eficiência do equipamento em evacuar a embalagem e injetar a mistura gasosa selecionada para o alimento é que determinará a composição gasosa no interior da embalagem, a qual, por sua vez, definirá a vida útil do produto cárneo em embalagens com atmosfera modificada. Portanto, um equipamento de baixa eficiência na substituição da atmosfera dentro da embalagem compromete o sucesso da tecnologia.

Finalmente vale salientar que o custo do equipamento de acondicionamento, das misturas gasosas e dos materiais necessários para se obter o aumento da vida útil de um produto é um fator limitante para a aplicação dessa tecnologia e só é justificado por linhas mais lucrativas ou onde se pode obter grande economia com a racionalização da produção, estocagem e distribuição.

SARANTÓPOULOS, Claire I.G.L.