

SISTEMAS DE EMBALAGEM COM ATMOSFERA MODIFICADA PARA PRODUTOS MINIMAMENTE PROCESSADOS

Maria Cecília de Arruda Palharini

Eng. Agr., Dr^a., PqC do Polo Regional Centro Oeste/APTA

mcarruda@apta.sp.gov.br

Os produtos minimamente processados são comercializados em embalagens plásticas rígidas ou flexíveis, as quais evitam possíveis contaminações, além de contribuir para a preservação da qualidade do produto, desde que seja estabelecido dentro da embalagem níveis gasosos que minimizem o metabolismo do vegetal.

A especificação de embalagem com atmosfera modificada para produtos minimamente processados requer a otimização de vários parâmetros, dentre os quais podemos destacar:

- 1) Área superficial da embalagem em relação à massa do produto;
- 2) Volume do espaço-livre no interior da embalagem e suas características de permeabilidade a gases e ao vapor d'água, boa termoselabilidade, boa resistência mecânica, compatibilidade com envase automático, quando necessário, e não transferir odor estranho ao produto;
- 3) A injeção de gases na embalagem ou a adição de absorvedores (a fim de reduzir os conteúdos de etileno, CO₂, O₂ e vapor d'água);
- 4) Características do produto: atividade respiratória, cultivar, grau de maturação;
- 5) Temperatura, severidade do processamento mínimo e o *stress* mecânico, decorrente do manuseio e do transporte.

A atmosfera modificada pode ser estabelecida de forma passiva ou ativa. A atmosfera passiva se estabelece quando o produto acondicionado dentro de uma embalagem permeável a gases modifica a atmosfera através da própria respiração, resultando na redução de O_2 pelo consumo deste gás e aumento de CO_2 , liberado pela respiração.

Durante o armazenamento uma atmosfera de equilíbrio tende a se estabelecer. Para manter a composição dos gases estabelecida dentro da embalagem, a permeabilidade do filme deve permitir a entrada de O_2 a uma taxa compensada pela respiração do produto. Do mesmo modo, a saída de CO_2 deve permitir um equilíbrio com a quantidade de CO_2 produzida pela respiração.

Na atmosfera modificada ativa, após colocar o produto na embalagem, é criado um vácuo parcial seguido pela injeção da mistura gasosa desejada dentro da embalagem.

A atmosfera modificada ativa é indicada quando os produtos apresentam baixa atividade respiratória, pois estes produtos modificam lentamente a atmosfera, o que levaria algum tempo para atingir a atmosfera de equilíbrio se a modificação da atmosfera fosse de forma passiva.

Os níveis gasosos da atmosfera de equilíbrio dependem da concentração inicial de gases no espaço livre da embalagem; da relação área de permeação da embalagem/ massa do vegetal; da permeabilidade da embalagem; da atividade respiratória do vegetal e da temperatura de armazenamento. Dessa forma podemos inferir que no sistema de modificação ativa da atmosfera nem sempre a composição da mistura gasosa injetada é aquela obtida na atmosfera de equilíbrio.

Saber qual é a atmosfera modificada que resulta em menor atividade fisiológica, sem riscos de danos ao vegetal, e obtê-la dentro da embalagem é um grande desafio da produção de frutas e hortaliças minimamente processadas. De maneira geral atmosferas com 3 a 8% de O_2 e 5 a 15% de CO_2 têm potencial para aumentar a vida útil dos produtos minimamente processados, porém para cada vegetal existe uma atmosfera específica que maximiza sua durabilidade.

Gorny (2003) e Cantwell (2000) apresentam algumas recomendações de níveis gasosos para utilização em atmosfera modificada de vegetais minimamente processados. Tais recomendações são limitadas em alguns materiais bibliográficos, mas são importantes para

serem utilizadas como base. Gorny (2003) relata que a atmosfera ótima varia com a cultivar, região de crescimento e tempo de armazenamento antes do processamento (Tabela 1).

Tabela 1 Recomendação de níveis gasosos para produtos minimamente processados. Todos os produtos devem ser armazenados entre 0-5°C.

Produtos	Atividade respiratória em mL CO ₂ Kg ⁻¹ h ⁻¹ (T°C armazenamento)	% O ₂	% CO ₂
Aspargos com lanças aparadas	40 (5°C)	10-20	10-15
Batata inteira descascada ou fatiada	4-8 (5°C)	1-3	6-9
Cebola fatiada ou em cubos	8-12 (5°C)	2-5	10-15
Cenoura ralada	12-15 (5°C)	0,5-5	10
Floretes de brócolis	20-35 (5°C)	3-10	5-10
Repolho picado	13-20 (5°C)	3-7	5-15
Abacaxi em cubos	3-7 (5°C)	3	10
Laranja em fatias	3 (5°C)	14-21	7-10
Maçã em fatias	3-7 (2°C)	<1	4-12
Melancia em cubos	2-4 (5°C)	3-5	5-15
Melão Cantaloupe em cubos	5-8 (5°C)	3-5	5-15
Morango em fatias	12 (5°C)	1-2	5-10

Fonte: Cantwell (2000); Gorny (2003)

Caso seja utilizada uma embalagem com permeabilidade a gases muito alta para vegetais com baixa atividade respiratória, ocorrerá pouca ou nenhuma modificação da atmosfera ao redor do produto e a deterioração ocorrerá na mesma velocidade daquela que se dá em ar (atmosfera normal), a qual contém 21% O₂, 0,036% CO₂, 78% N₂ + gases nobres. Se tiver sido injetada uma atmosfera modificada nesta embalagem, esta atmosfera será rapidamente diluída pelas trocas gasosas com o ar, através da embalagem muito permeável.

Caso contrário, se especificada uma embalagem com permeabilidade muito baixa para vegetais com elevada atividade respiratória, a concentração de O₂ na embalagem cairá muito rapidamente e o CO₂ poderá se acumular, atingindo níveis que causem danos aos vegetais, induzindo à respiração anaeróbia, acelerando a deterioração, comparativamente à que ocorreria em ar.

Contudo, se a permeabilidade do material de embalagem for corretamente especificada, a atmosfera de equilíbrio desejada poderá ser atingida e mantida, desde que não ocorram alterações na temperatura de armazenamento, uma vez que o aumento da atividade respiratória do vegetal, com o aumento da temperatura, nem sempre é acompanhado proporcionalmente pelo aumento da permeabilidade do filme.

Em pesquisas realizadas no Polo Regional Centro Oeste da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios avaliaram-se diversos tipos de embalagens para acondicionar vagem minimamente processada em pedaços de 1 cm e armazenada a 5 e 10°C. O oxigênio no interior das embalagens foi praticamente todo consumido após um dia de armazenamento a 10°C, mesmo nas embalagens com maior permeabilidade, como PVC 20 µm e PEBD 33µm.

Durante o armazenamento a 5°C os níveis gasosos no interior da embalagem de PVC 20 µm foram de 4% O₂ e 7% CO₂, o que contribuiu para retardar o escurecimento e a proliferação microbiana quando comparado à embalagem em que os níveis gasosos foram semelhantes ao do ar (21%O₂ e 0,036% CO₂).

A vagem minimamente processada apresenta elevada atividade respiratória, dessa forma, em temperaturas elevadas, o oxigênio reduz drasticamente no interior da embalagem e ocorre a fermentação do produto. Além disso, as condições de anaerobiose possibilitam o desenvolvimento de microrganismos patogênicos, dentre eles o *Clostridium botulinum*. A produção de toxina por este microrganismo pode ocorrer em temperatura acima de 5°C, em condições de baixa concentração de O₂ e pH acima de 4,6. No entanto, em geral, intensa deterioração ocorre antes da produção da toxina.

O uso correto da tecnologia de atmosfera modificada contribui para a preservação da qualidade dos produtos minimamente processados, mas vale lembrar que os limites de tolerância dos vegetais a níveis baixos de O₂ e elevados de CO₂ variam entre as espécies e entre variedades de um mesmo produto. A exposição dos vegetais a atmosferas fora do seu limite de tolerância pode provocar anaerobiose, aumento da biossíntese de etileno, aceleração da deterioração, dentre outros efeitos adversos.

Desta forma, o sistema de atmosfera modificada deve ser ajustado para cada vegetal e em cada situação, de forma a estabelecer uma atmosfera de equilíbrio que propicie o máximo de benefícios, sem efeitos negativos. O sucesso da atmosfera modificada depende também da manutenção da cadeia de frio, de modo a evitar condições de anaerobiose e de condensação de gotículas d'água no interior das embalagens.

Referências Bibliográficas

ARRUDA, M. C. de.; JACOMINO, A. P., SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. Embalagens para produtos minimamente processados. In: LUENGO, R.F.A; CALBO, A.G. (Editores Técnicos). **Embalagens para comercialização de hortaliças e frutas no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. cap. 11, p. 205-246.

CANTWELL, M. Preparation and quality of fresh produce: In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., Viçosa. 2000. Palestras. Viçosa, UFV, 2000. p.156-182.

GORNY, R.J. A Summary of CA and MA requirements and recommendations for fresh-cut (minimally processed) fruits and vegetables. **Acta Horticulturae**, The Hague, n.600, p.609-614, 2003.