

Capítulo 12

Revestimentos Comestíveis Protetores em Frutas e Hortaliças

Lucimara Aparecida Forato
Odilio Benedito Garrido Assis
Rubens Bernardes Filho

1. Introdução

Diversos fatores são determinantes na escolha dos alimentos que consumimos. Não apenas as qualidades nutricionais, mas a aparência, aroma e sabor têm sido decisivos para a compra e o consumo de determinados produtos. Pesquisas conduzidas por Nassu et al. (2001) e por Kader (2002) confirmam que a combinação dos chamados “fatores sensoriais” são fundamentais no comércio de frutas e hortaliças, tendo a aparência e a cor papéis predominantes no contexto estético. De acordo com Heber (2002), um arranjo de produtos com cores vívidas, seja *in natura*, seja ou uniformemente cortados e aparentemente ausentes de qualquer indício de doença ou degradação, traz um apelo de alimentação saudável e segura. Neste contexto, o desenvolvimento de tecnologias que garantam essas condições por um maior período de tempo é altamente desejável.

Uma tecnologia passível de aplicação é a do uso de revestimentos comestíveis protetores, dispostos ou formados diretamente sobre o produto. Esses revestimentos, nas melhores de suas características, agem como uma barreira ao seu entorno, reduzindo a entrada e saída de água, gases, óleos, gorduras, nutrientes, atuando como uma membrana de isolamento a contaminantes e infestações externas (KROCTHA; MILLER, 1997; OZDEMIR; FLOROS, 2008). Essa tecnologia permite agregar partículas, não só de dimensões nano ou micrométricas, como transportadoras de agentes antioxidantes e/ou elementos antimicrobianos, permitindo ações que levem a uma maior preservação e manutenção da integridade.

Os revestimentos ou filmes comestíveis são particularmente interessantes para uso na conservação de produtos minimamente processados, bem como no armazenamento de produtos de alta de perecibilidade, como frutos tropicais e castanhas, reduzindo, assim, as perdas principalmente na etapa pós-colheita (GENNADIOS et al., 1997).

2. Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças

O Brasil já figura como o terceiro produtor mundial de frutos, superando anualmente com uma produção os 43 milhões de toneladas, ficando apenas atrás de China (SPOTO, 2009). A base agrícola da cadeia produtiva das frutas no Brasil gera 4 milhões de empregos diretos e um PIB agrícola de US\$ 11 bilhões. As exportações de frutas e hortaliças no país têm crescido nos últimos 10 anos em torno de 200%, atingindo em 2007 um valor aproximado de US\$ 724 milhões. As hortaliças também possuem elevada importância econômica no país. No ano de 2005, foram produzidos 17 milhões de toneladas em 773.200 hectares, gerando 2.819 milhões de empregos e 11 bilhões em renda, porém com valores de exportação menores. Em 2007 foram exportadas 366,2 mil toneladas (crescimento de 43% com relação ao ano anterior). A área plantada abrange 807.000 hectares para hortaliças e em torno de 2,2 milhões de hectares para frutas. Observa-se uma crescente expansão dessa área agricultável, principalmente na região nordeste, com crescimento médio anual das exportações em 5,1% para frutos *in natura* e de 2,5% para processados, conforme dados levantados no período de 2001 a 2005 (VILLELA, 2006).

Contudo, na contramão desse contínuo processo de crescimento, temos uma das maiores taxas de perdas pós-colheita de frutas e hortaliças do mundo, algo em torno de 40% (BARROS, 1994), em comparação com a Europa, por exemplo, cujas perdas são inferiores a 25% (ARTÉS, 2008) e aos EUA, onde as médias aproximam-se de 16% (BURG, 2004).

Tsunechiro et al. (1994) relatam que as perdas agrícolas se constituem de reduções na quantidade física do produto disponível para consumo, que podem vir acompanhadas pela diminuição na qualidade, que pode causar diminuição do valor comercial ou nutritivo do produto. Relatos do Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária (MARTINS; FARIAS, 2002) revelam que as principais causas de perdas de frutas e hortaliças no Brasil são: utilização de embalagem imprópria, comercialização do produto a granel, não utilização da cadeia do frio durante o processo de comercialização, transporte inadequado, condições das estradas, classificação não padronizada, toque excessivo por parte dos consumidores e exposição inadequada.

Hoje as técnicas mais empregadas para a conservação, seja na comercialização, seja na estocagem, consistem na manutenção da cadeia do frio e no acondicionamento em embalagens poliméricas semipermeáveis. Neste sentido, existe forte demanda para o desenvolvimento de novas tecnologias para a conservação pós-colheita, como as coberturas comestíveis, que, isoladas ou associadas às práticas convencionais, podem elevar significativamente a manutenção dos parâmetros de qualidade e vida de prateleira, alterando estratégias de guarda e comercialização, beneficiando toda a cadeia produtiva e o consumidor.

3. Características das coberturas comestíveis

Coberturas comestíveis podem ser definidas como uma fina camada de material que pode ser consumida e tem por objetivo proteger o consumível atuando como uma barreira à umidade, oxigênio e movimento de solutos entre o alimento e o meio ambiente. Essas coberturas têm recebido considerável atenção nos últimos anos devido às suas vantagens sobre os filmes sintéticos quanto à biodegradabilidade, biocompatibilidade, e por causarem menor impacto ambiental, embora a principal vantagem seja que, por serem atóxicas, são assim passíveis de serem consumidas com os produtos. Essas coberturas são produzidas a partir de formulações que têm por base produtos renováveis, associados a ingredientes e plastificantes naturais que, portanto, se degradam de maneira ambientalmente amigável (BOUTOOM et al., 2006).

Entre os primeiros revestimentos aplicados em frutas está a cera, em uso desde os séculos XII e XIII na China, para a conservação de laranja e limão. Embora, nessa época, a função de barreira atuando na redução das trocas gasosas em frutos (respiração-transpiração) não fosse plenamente entendida, constata-se empiricamente que, quando revestidos com cera, os frutos podiam ser estocados por um maior período, com a taxa de preservação das características iniciais superior à dos não revestidos. No século XVI na Inglaterra, foi utilizada gordura animal (banha) para a conservação de frutos e outros alimentos, principalmente daqueles oriundos, via rota marítima, dos países tropicais. Em 1907, o químico belga Leo Baekeland desenvolve o primeiro plástico obtido a partir de uma reação de eliminação de fenol com formaldeído e, desde então, uma série de polímeros vêm sendo produzidos fazendo com que as embalagens sintéticas predominem no uso em alimentos a partir dos anos 1950 (KROCTHA; MILLER, 1997).

Com os impactos ambientais causados pelo amplo uso desses materiais sintéticos e uma busca por iniciativas e qualidade de vida saudáveis, os materiais biodegradáveis vêm ganhando espaço e sendo cada vez mais estudados e avaliados como matéria-prima para a confecção de embalagens alimentares seja para a aplicação *in situ* ou *ex situ*. Dentre os principais materiais de interesse, estão os de origem agrícola, como proteínas os polissacarídeos e os lipídeos (ZHANG; MITTAL, 2010). No caso de aplicações específicas como coberturas comestíveis, os filmes formados podem ser divididos em três categorias: i) hidrocoloides, incluindo proteínas e derivados de celulose; ii) alginatos, pectinas, amidos e outros polissacarídeos; iii) lipídeos, incluindo ceras, acil-gliceróis e ácidos graxos.

Filmes à base de proteínas e polissacarídeos demonstram propriedades adequadas para atuar como barreira a gases, reduzindo a taxa de respiração e de transpiração, elevando o tempo de prateleira. Materiais nesta categoria que apresentam potencial para uso na formulação de coberturas e embalagens são os polissacarídeos como o amido, o alginato, a celulose, a quitosana, isolados ou combinados e proteínas, sejam hidrofóbicas sejam hidrofílicas, como as do soro do leite, da soja, as zeínas de milho e/ou seus derivados (KUORWEL et al., 2011, MASTROMATTEO et al., 2011).

No entanto, além dos polímeros mencionados acima, para a obtenção de um filme ou revestimento com propriedades mecânicas adequadas, que apresente relativa flexibilidade que permita moldar e adequar as alterações de formato ao produto recoberto, há, em algum desses materiais, a necessidade da adição plastificantes.

Os plastificantes são, em geral, moléculas pouco voláteis que, quando adicionados aos materiais poliméricos, podem diminuir suas forças intermoleculares, aumentar seu volume livre entre as cadeias poliméricas (BOUTOOM et al., 2006). Essas substâncias reduzem a deformação à tensão, dureza,

viscosidade, densidade ao mesmo tempo que aumentam a flexibilidade e resistência à fratura (VIEIRA et al., 2011). Os plastificantes comumente adicionados são tipicamente os polióis como o glicerol, o monoglicerídeo acetilado, os poli(etileno glicol), o sorbitol e a sacarose (DONHOWE; FENNEMA, 1994). O uso de ácidos carboxílicos, por exemplo, o oleico ou linoleico, como plastificante também tem sido considerado, principalmente para a elaboração de filmes para aplicações em alimentos.

4. Biopolímeros utilizados na obtenção de filmes comestíveis

4.1 Polissacarídeos

Os polissacarídeos são moléculas de alta massa molar, sendo considerados polímeros, e são constituídos por unidades monoméricas, os monossacarídeos, unidas pela ligação glicosídica. Esta última se caracteriza por ligar dois centros anoméricos, os quais, em açúcares cíclicos, são carbonos ligados a dois oxigênios em ligação simples (Figura 1A).

Os polissacarídeos são normalmente obtidos pela biossíntese em plantas ou animais e ainda há polissacarídeos microbianos, como as gomas xantana, gelana entre outros (RINAUDO, 2008). Os polissacarídeos normalmente usados para a confecção de filmes comestíveis incluem a celulose, amido e seus derivados, a pectina e derivados, além de gomas exsudadas, gomas de fermentação e da quitosana (BOUTOOM et al., 2006).

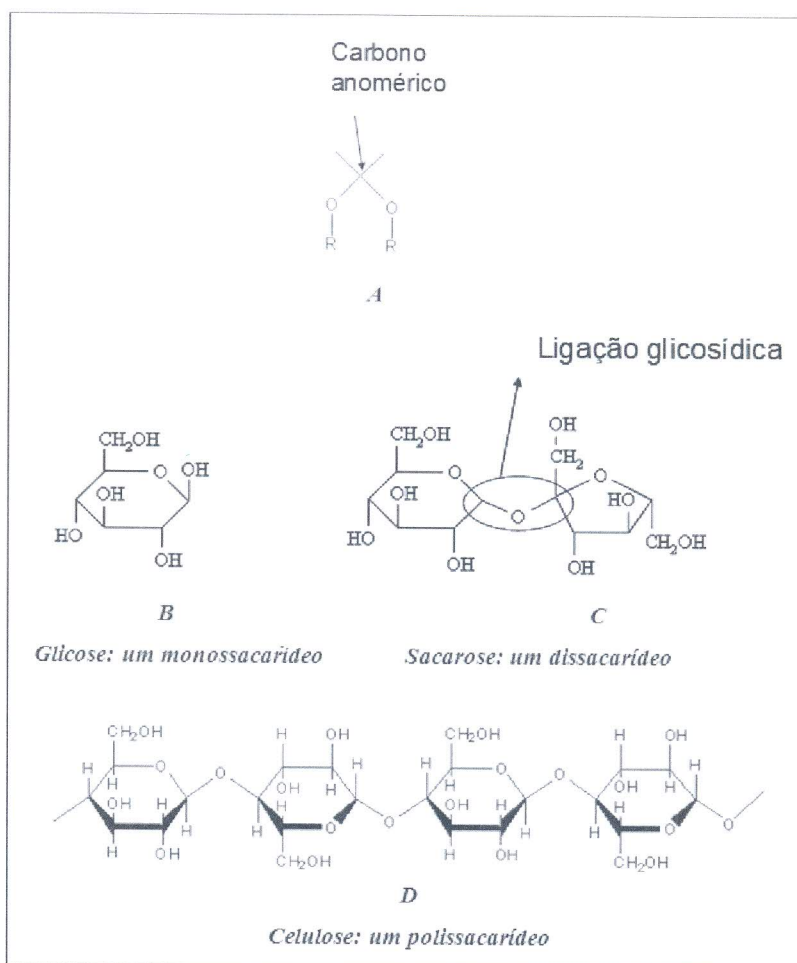


Figura 1: Representação esquemática da estrutura de A: parte de uma molécula contendo um carbono anomérico; B: um monossacarídeo, no caso a glicose; C: um dissacarídeo, no caso a sacarose, com destaque para a ligação glicosídica e, D: um polissacarídeo, no caso, a celulose.

Os filmes à base de polissacarídeos, devido à sua natureza hidrofílica, não são adequados para uso como barreira à umidade e, portanto não previnem os alimentos revestidos quanto à perda de umidade. No entanto, por possuírem alto número de radicais polares, reduzem significativamente a permeação de gases apolares como o oxigênio (O_2) e, em certa quantidade, também o dióxido de carbono CO_2 . Estas condições estabelecem um ambiente de atmosfera interna modificada, com redução de O_2 e aumento de CO_2 , contribuindo para a redução do amadurecimento. A baixa permeação de O_2 é significativamente favorável em frutos climatéricos, permitindo um prolongamento em sua condição pré-maturação sem criar condições anaeróbicas prejudiciais (BALDWIN, 1994).

Um polissacarídeo passível de uso como aditivo na preparação de coberturas comestíveis é a celulose, que apresenta elevado grau de cristalinidade devido à sua cadeia polimérica conter grupos hidroximetil e anidroglicose acima e abaixo de seu plano, tornando a celulose, em seu estado nativo, insolúvel em meio aquoso. Essa limitação é superada utilizando-se derivados iônicos e não iônicos (grupos hidróxi), da celulose por meio de reação em meio alcalino com ácido cloroacético, cloreto de metila e óxido de propileno para a obtenção de derivados metilados como o carboximetilcelulose (CMC), o metilcelulose (MC) e o hidroxipropilcelulose (HMPC), respectivamente. Os filmes obtidos a partir de MC, HMPC e CMC são geralmente incolores, insípidos, transparentes e com boa resistência à óleos e gorduras (BOUTOOM et al., 2006).

Dentre os derivados de celulose comercialmente disponíveis, está a carboximetilcelulose. O primeiro revestimento desse tipo disponível comercialmente foi chamado TAL Pro-long (COURtaulds Group, London). Esse produto é obtido a partir de poliésteres de ácidos graxos de sacarose, formando o derivado sob o aspecto de sais de sódio. São catiônicos solúveis em água e aplicados como revestimento em frutas e hortaliças sob as formas de imersão ou spray. Outro revestimento comercial, o Semprefresh (United Agriproducts, Colorado), é similar ao Pro-long e apresenta a diferença de usar ésteres de ácidos graxos de cadeia curta em sua formulação, associado a vitaminas e antioxidantes.

Esses materiais não apresentaram boas propriedades de barreira à umidade; no entanto, algum efeito na transpiração dos frutos é observado, possivelmente devido a bloqueio de estômatos, resultando na diminuição de perda de água. Mas, ainda assim, tais revestimentos não são tão efetivos se comparados com ceras convencionais. A empresa Mitsubishi (Japão), introduziu, em 1991, dois novos filmes à base de polissacarídeos denominados "Soageena", que têm como componente principal a goma carrageana e o "Soafil", cuja formulação não é informada (BALDWIN, 1994). Esses produtos têm sido indicados para a aplicação em frutos intactos e pouca avaliação há sobre o seu uso em produtos processados.

Um polissacarídeo extremamente importante para o estudo de filmes e embalagens comestíveis é a quitosana, que é um produto derivado da desacetilação da quitina. A quitina está presente no exoesqueleto de insetos e crustáceos, sendo, portanto extremamente abundante na natureza (ASSIS; SILVA, 2003). A quitosana é considerada não tóxica, formando filmes com boa plasticidade, além de apresentar atividade anti-microbiana em amplo espectro (AIDER, 2010). Este polissacarídeo tem sido estudado por diversos autores para aumentar o tempo de prateleira de morango, lichia, maçã, pêssegos entre outros (ROMANAZZI et al., 2002). É solúvel em soluções aquosas ácidas, e na sua forma trimetilada sua dispersão pode dar em um amplo intervalo de pH, elevando a compatibilidade do polissacarídeo (BRITTO; ASSIS, 2007).

4.2 Proteínas

As proteínas são biopolímeros cujas unidades monoméricas são resíduos de aminoácidos unidos por meio de ligações peptídicas. Na Figura 2, está representada a estrutura de um dipeptídeo formado por dois aminoácidos quaisquer, onde é possível identificar as ligações peptídicas que unem os resíduos de aminoácidos. As proteínas são consideradas polipeptídeos, ou seja, resultado da junção de vários aminoácidos; estes, por sua vez, contêm uma cadeia lateral, R, (Figura 3), a qual pode ser polar ou não. Assim, dependendo do tipo de aminoácido predominante (Figura 3), a estrutura primária de uma proteína (sequência de aminoácidos) pode ser considerada hidrofílica ou hidrofóbica.

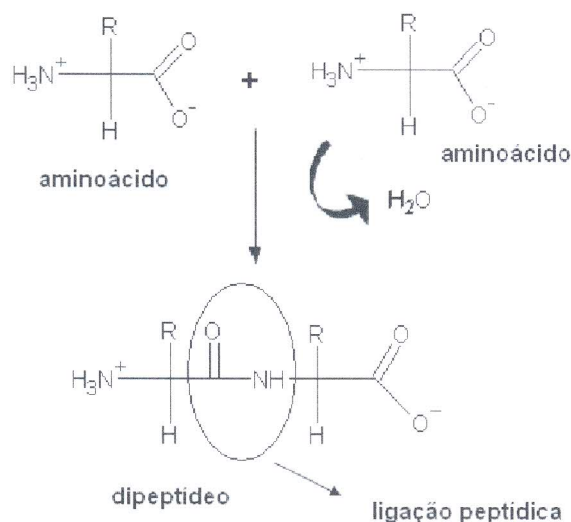


Figura 2: Exemplo da estrutura de um dipeptídeo formado a partir de dois aminoácidos.

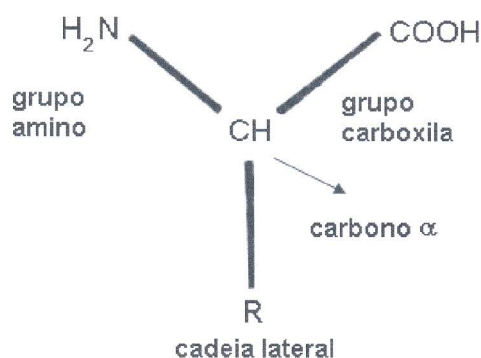


Figura 3: Estrutura básica de um aminoácido.

Dentre as proteínas utilizadas para a confecção de filmes comestíveis estão as de soja, prolaminas que são as proteínas de reserva de cereais como as zeínas do milho, o glúten de trigo e as kafirinas do sorgo, por exemplo. A principal característica das zeínas e kafirinas é sua hidrofobicidade formando uma barreira contra umidade e oxigênio. No entanto, filmes formados com essas proteínas tendem a ser quebradiços e com baixa flexibilidade, havendo a necessidade da adição de plastificantes, que melhoram estas características e permitem a diversificação de aplicações para o material resultante (GILLGREN et al., 2011). Recentemente, Colzato et al. (2011) demonstraram que nozes macadâmia revestidas com filmes à base de zeínas plastificadas tiveram seu processo de rancificação retardado, ou seja, houve aumento em seu tempo de prateleira. Scramin et al. (2010), também obtiveram um aumento no tempo de prateleira em 12 dias em peras revestidas com o mesmo tipo de cobertura.

Outro tipo de filme pode ser obtido a partir de isolados proteicos de soja que têm capacidade de formar filmes quando se adicionam emulsificantes. Estes interagem com as proteínas aumentando a sua homogeneidade e estabilidade (OSÉS et al., 2008, CHAO et al., 2010). As partes hidrofílicas tanto das proteínas como dos emulsificantes se ligam; o mesmo acontece com as partes lipofílicas de ambos, aumentando a estabilidade dos filmes formados. Coberturas de proteínas têm sido indicadas para maçãs, peras e oleaginosas com resultados satisfatórios na conservação pós-colheita.

4.3 Lipídeos

Os lipídeos são representados por uma classe de compostos que têm, em comum, insolubilidade em solventes polares. São exemplos: óleos e gorduras, fosfolipídeos, terpenos, esteroides. Os lipídeos mais abundantes são os triésteres do glicerol (triglicerídeos: óleos e gorduras), com ácidos graxos de cadeia longa (Figura 4). As fórmulas de alguns dos principais ácidos graxos são apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

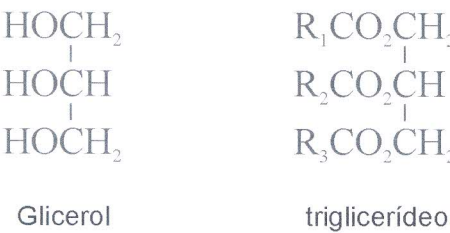


Figura 4: Estruturas do glicerol e um triglicerídeo. R é uma cadeia carbônica cujo número de carbonos e insaturações varia de acordo com o ácido graxo de origem.

Tabela 1: Exemplo de alguns ácidos graxos saturados

Fórmula	Nome
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CO}_2\text{H}$	Ácido láurico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CO}_2\text{H}$	Ácido mirístico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CO}_2\text{H}$	Ácido palmítico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}_2\text{H}$	Ácido esteárico

Tabela 2: Exemplo de alguns ácidos graxos insaturados

Fórmula	Nome
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$	Ácido palmitoleico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$	Ácido oleico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$	Ácido linoleico
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$	Ácido linolênico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{H}$	Ácido ariquidônico

Dentre os diversos tipos de materiais descritos na literatura com potencial e propriedades adequados ao uso avaliados como coberturas comestíveis, na realidade, atualmente apenas alguns poucos são empregados em escala comercial. Misturas de componentes de base lipídica, na forma de emulsões, feitas à base de ceras naturais como carnaúba, candelilla, cera de abelha; ceras derivadas de petróleo como polietileno, parafina e PVA e óleos vegetais e minerais são as mais comuns e já disponíveis em toda uma rede de comercialização.

Grande parte desses compostos é usada desde a década de 1950, sendo normalmente misturados com resinas (goma laca e colofônia) para conferir brilho superficial. Esses materiais são classificados como lipídeos, que são macromoléculas de baixa solubilidade em água, mas solúveis em solventes não polares. Normalmente, os lipídeos são associados a proteínas (lipoproteínas) e a carboidratos (glicolipídeos). Diferentemente dos polímeros que apresentam estrutura repetitiva, os lipídeos podem ser representados como compostos que têm uma cadeia hidrocarbonada ligada a um grupo acil graxo, com estrutura básica esquematicamente representada como $R-COOH$, onde R tem 10 ou mais átomos de carbono.

As ceras, na realidade, são misturas complexas de lipídeos não polares e demais carboidratos e podem ser classificadas como sendo de origem animal: por exemplo, a cera de abelha, a cera de espermacete ou a cera de Shellac; ou de origem vegetal: por exemplo, a cera de carnaúba, a cera de candelilla, a cera de palma e a cera de oricuri, etc. A legislação também permite o emprego de ceras de origem mineral e sintética, como a ozoquerita, a montânica e a de polietileno. Essas coberturas são consideradas seguras e sua principal atividade é reduzir as trocas gasosas, principalmente o vapor de água, e conferir brilho, aumentando a atratividade do produto aos olhos do consumidor.

5. Características desejáveis de uma cobertura comestível

Segundo Worrell et al. (2002), a principal característica almejada no processamento de uma cobertura comestível é a de estabelecer uma boa diferença de pressão de vapor entre o fruto e sua vizinhança. Independentemente das características hidrofóbicas ou hidrofílicas do material, nestas condições são preservadas as condições iniciais criando-se, assim, condições para que os atributos de qualidade encontrados no momento do revestimento sejam preservados por um maior período de tempo.

Um aspecto importante é a espessura e a homogeneidade da cobertura, que pode interferir diretamente na estabilidade do produto revestido. A taxa de permeação é função da porosidade e da espessura da cobertura. A manutenção da qualidade em frutos, no período pós-colheita, está associado a um ambiente de baixo oxigênio associado a níveis moderados de CO_2 (PARK et al., 1994, ROJAS-GRAÜ et al., 2009). Essas condições são mais críticas em produtos minimamente processados, nos quais a presença de O_2 é necessária para que se deem as reações de escurecimento enzimático. Assim, coberturas que reduzam a penetração de O_2 minimizam reações de peroxidase, contribuindo para evitar alterações colorimétricas indesejáveis. Em resumo, as condições almejadas estão colocadas de forma ilustrativa na Figura 5.

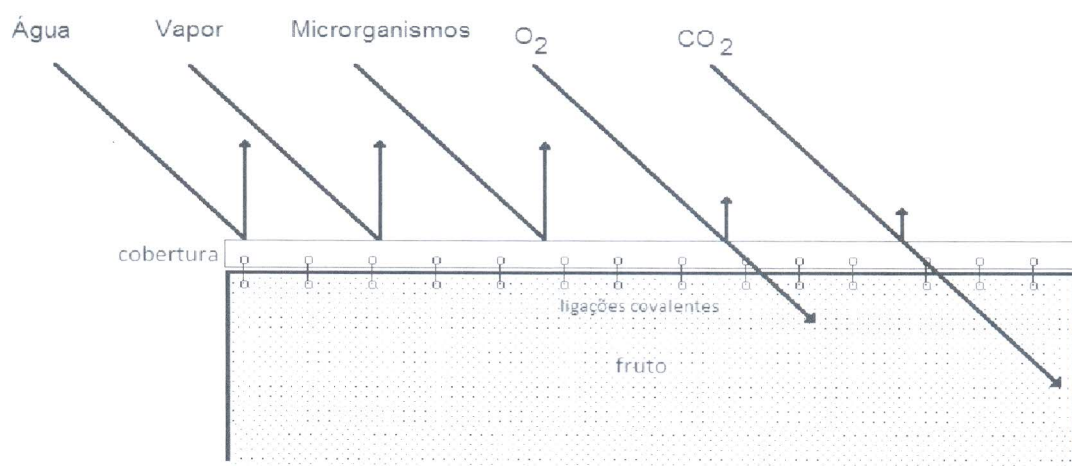


Figura 5: Condições ideais de permeação em coberturas comestíveis protetoras. O comprimento das retas indicam a proporcionalidade de permeação ideal.

Referências

- AIDER, M. Chitosan Application for active bio-based films production in the potential in Food Industry: Review. **LWT – Food Science Technology**, [London], v. 43, p. 837-842, 2010.
- ARTÉS, F. Panorâmica actual de la Postcosecha Hortofrutícola y de los Productos Vegetales Mínimamente Procesados. In: **CURSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA POSTCOSECHA Y PROCESAD MÍNIMO**, 2., 2008, Cartagena, Espanha. [Madrid: 5 al día, 2008]. palestra.
- ASSIS, O. B. G.; SILVA, V. L. Caracterização Estrutural e da Capacidade de Absorção de Água em Filmes Finos de Quitosana Processados em Diversas Concentrações. **Polímeros, Ciência e Tecnologia**, São Carlos, v. 13, n. 4, p. 223-228. 2003.
- BALDWIN, E. A. Edible Coatings for Fresh Fruits and Vegetables: past, present, and Future. In: KROTCHA, J. M.; BALDWIN, E. A.; CARRIEDO-NISPEROS, M. (Ed). **Edible Coatings and Films to improve Food Quality**. New York: CRC –Press, 1994. p. 25-64.
- BARROS, S. M.; de GOES Á.; MINAM, K. Condições de conservação pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annum* L.). **Scientia agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 363-368, 1994.
- BOUTOOM, T.; CHINAN, M. S.; JANTAWAT, P.; SNAGUADEEKUL, R. Effect of Plasticizer Type and Concentration On The Edible Film From Water Soluble Fish Proteins in Surimi Wash Water. **Food science and technology international**, London, v. 12, n. 2, p. 119-162, 2006.
- BRITTO, D.; ASSIS, O. B. G. A new method for obtaining of quaternary salt of chitosan. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 69, p. 305–310, 2007.
- BURG, S. P. **Postharvest Physiology and Hypobaric Storage of Fresh Produce**. Cambridge, Ma: Cabi Publishing, 2004. 670 p.
- CHAO, Z.; ZHAO, Y. M.; XIAOYAM, Z.; DAN, M. Development of soybean protein-isolate edible films incorporated with beeswax. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 75, n. 6, p. C493-C497, 2010.
- COLZATO, M.; SCRAMIN, J. A.; COLNAGO, L. A.; ASSIS, O. B. G. 1H NMR investigation of oil oxidation in macadamia nuts coated with zein based films. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, [2011]. DOI:10.1111/j.1745-4549.2011.00530.x. published online: 26 Apr. 2011.
- DONHOWE, G.; FENNEMA, O. edible Films and Coatings: Characteristivs, Formation, Definitions, and Testing Methods. In: KROTCHA, J. M.; BALDWIN, E. A.; CARRIEDO-NISPEROS, M. (Ed.). **Edible Coatings and Films to improve Food Quality**. New York: CRC Press, 1994. p. 1-24.
- GENNADIOS, A.; HANNA, M. A.; KURTH, L. B. Aplications of Edible Coatings on Meat, Poultry and Seafoods: A Review. **Lebensmittel wissenschaft und technologie**, London, v. 30, p. 337–350, 1997.
- GILLGREN, T.; FAYE, M. V. ; STADING, M. Mechanical and barrier properties of films from millet protein pennisetin. **Food Biophysics**, [S. l., 2011]. DOI: 10.1007/s11483-011-9228-x. online first.
- HEBER, D. **What Color is your diet?**. New York: Harper Collins Publishers, 2002.

- KADER, A. A. Quality parameters of fresh-cut fruit and vegetable products. In: LAMIKANRA, O. (Ed.). **Fresh-cut fruits and vegetables. Science, technology and market**. Boca Raton: CRC Press, 2002. p. 11-28.
- KROCTHA, J. M.; MILLER, K. S. Oxygen and Aroma Barriers of Edible Films: A Review. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 8, p. 228-237, 1997.
- KUORWEL, K. K.; CRAN, M. J.; SONNEVELD, K.; MILTZ, J.; BIGGER, S. Antimicrobial Activity of Biodegradable Polysaccharide and Protein-Based Films Containing Active Agents. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 76, n. 3, p. R90-R102, 2011.
- MARTINS, C. R.; FARIAS, R. M. Produção de alimentos x desperdício: tipos, causas e como reduzir perdas na produção agrícola: revisão. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguiana, v. 9, n. 1, p. 20-32, 2002.
- MASTROMATTEO, M.; MASTROMATTEO, M.; CONTE, A.; NOBILE, M. A. Combined effect of active coating and MAP to prolong the shelf life of minimally processed kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward). **Food Research International**, Barking, v. 44, p. 1224–1230, 2011.
- NASSU, R. T.; LIMA, J. R.; SOUZA-FILHO, M. S. M. Consumer's acceptance of fresh and combined methods processed melon, mango and cashew apple. **Revista brasileira de fruticultura**, Cruz das Almas, v. 23, p. 551-554, 2001.
- OSÉS, J.; •FERNÁNDEZ-PAN, I.;• ZIANI, K.; MATE, J. I. Use of edible films based on whey protein isolate to protect foods rich in polyunsaturated fatty acids. **European food research and technology**, Berlin, v. 227, p. 623–628, 2008.
- OZDEMIR, M.; FLOROS, J. D. Optimization of edible whey protein film containing preservatives for water vapor permeability, water solubility and sensory characteristics. **Journal of food engineering**, Essex, v. 86, p. 215-24, 2008.
- PARK, H. J.; CHINNAN, M. S.; SHEWFELT, R. Edible corn-zein film coatings to extend storage life of tomatoes. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 18, p. 317-331, 1994.
- RINAUDO, M. Main properties and current applications of some polysaccharides as biomaterials: A Review. **Polymer International**, London, v. 57, p. 397-430, 2008.
- ROJAS-GRAÜ, M. A.; OMS-OLIU, G.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. The use of packaging techniques to maintain freshness in fresh-cut fruits and vegetables: a review. **International journal of food science and technology**, Oxford, v. 44, p. 875-889, 2009.
- ROMANAZZI, G.; NIGRO, F.; IPPOLITO A.; Di VINERE, D.; SALERMO, M. Effects of Pré- and Post-harvest Chitosan treatments to control Storage Grey Mold of Table Grapes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 5, p. 1862-1867, 2002.
- SCRAMIN, J. A.; ASSIS, O. B. G. de; COLNAGO, L. A.; BERNARDES FILHO, R.; FORATO, L. A. The use of zein based films to improve pears shelf life. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FOOD AND AGRICULTURE APPLICATIONS OF NANOTECHNOLOGIES - NanoAgri, 2010, São Pedro, SP. [Anais...] São Pedro: Aptor Software, 2010. p. 134.

SPOTO, M. H. F. **Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP. 2009. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/FrutasHortalicas.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2011.

TSUNECHIRO, A.; UENO, L. H.; PONTARELLI, C. T. G. Avaliação econômica das perdas de hortaliças e frutas no mercado varejista da cidade de São Paulo, 1991/92. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 41, n. 2, p. 1-15, 1994.

VIEIRA, M. G. A.; SILVA, M. A.; SANTOS, L. O.; BEPPU, M. M. Natural-based plasticizers and biopolymer films: A Review. **European Polymer Journal**, New York, v. 47, p. 254-263, 2011.

VILLELA, P. S. **Análise da Oferta e Demanda de Frutas no Brasil para o Decênio 2001/2010**. 2006. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=12209>>. Acesso em: 25 jul. 2011.

WORRELL, D. B.; CARRINGTON, C. M. S.; HUBER, D. J. The use of low temperature and coating to maintain storage quality of breadfruit, *Artocarpus altilis* (Parks.) Fosb. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 25, p. 33-40, 2002.

ZHANG, H.; MITTAL, G. Biodegradable Protein-Based films from Plant Resources. A Review. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 203-220, 2010.