

EMPREGO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS DE ALGINATO E PECTINA DE BAIXA METOXILAÇÃO EM ALIMENTOS: REVISÃO

SAMARA ALVACHIAN CARDOSO ANDRADE*
TACIANA MARIA BARBOSA GUERRA**
MARISILDA DE ALMEIDA RIBEIRO***
NONETE BARBOSA GUERRA****

Efetou-se esta revisão com o objetivo de avaliar o potencial de aplicação do alginato e da pectina de baixa metoxilação em diversos sistemas alimentares. As pesquisas realizadas nos últimos anos demonstram crescente aumento do emprego desses hidrocolóides em face de capacidade de formarem géis por meios químicos e a diversidade de funções exercidas. Como auxiliar de embalagens promove a redução de peso e de água durante a estocagem e a geração de atmosfera modificada, aumentando a vida útil e qualidade de alimentos "in natura" e industrializados. Como coadjuvantes de tecnologia destacam-se pela eficácia como moduladores da incorporação de sólidos e da perda de água durante a aplicação da desidratação osmótica, contribuindo para a otimização desse processo. Foi constatado que os filmes e coberturas formados com alginato e pectina de baixa metoxilação oferecem boa barreira à transferência de massa. Essa propriedade, associada à simplicidade e ao baixo custo tornam o seu emprego acessível às indústrias de alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: ALGINATO; PECTINA DE BAIXA METOXILAÇÃO; REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS.

-
- * Professora, Doutora em Nutrição, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE (e-mail: samaraandrade@uol.com.br).
** Farmacêutica (e-mail: ticianamariaguerra@hotmail.com).
*** Professora, Doutora em Nutrição, Núcleo de Nutrição, Centro Acadêmico de Vitória, UFPE, Recife, PE (e-mail: marisild@hotmail.com).
**** Professora, Doutora em Ciência dos Alimentos, Departamento de Nutrição, Laboratório Experimental de Análises de Alimentos (LEAAL), UFPE, Recife, PE (e-mail: nonete@globo.com).

1 INTRODUÇÃO

Devido ao aumento da demanda por alimentos prontos para consumo, de alta qualidade e longa vida-de-prateleira, a indústria vem se dedicando ao desenvolvimento de produtos que mantenham suas características pelo maior tempo possível (GUILBERT, GONTARD e GORRIS, 1996).

Os alimentos alterados podem apresentar modificações da textura, sabor, cor, aroma e/ou valor nutricional associadas a indesejáveis transferências de massa. Esses indicadores de diminuição da qualidade são decorrentes dentre outros fatores da perda e/ou ganho de umidade e da difusão do oxigênio para o interior dos alimentos, causando oxidação. A transferência de massa entre os próprios componentes do alimento, ou entre alimentos que se encontram no mesmo ambiente, implica na redução da sua vida-de-prateleira e valor nutricional (KROCHTA, 1992). Para minimizar essas alterações diversos materiais de embalagens vêm sendo empregados pelas indústrias. Neste contexto, o uso de revestimentos comestíveis (filmes e coberturas) tem sido indicado pelos pesquisadores por conferir barreira adicional na proteção da qualidade e estabilidade do alimento e gerar atmosfera modificada adequada em torno do produto embalado (GUILBERT, GONTARD e GORRIS, 1996). Esses revestimentos comestíveis, no entanto, não substituem a embalagem. Segundo KESTER e FENNEMA (1986) são aplicados como coadjuvantes de embalagens, visando manter a qualidade dos alimentos, aumentar sua vida-de-prateleira e diminuir os custos.

Os produtos formadores de filmes comestíveis são classificados em três categorias: polissacarídeos, lipídeos e proteínas, com possibilidade de misturas entre eles. Cada classe tem características funcionais distintas (KESTER e FENNEMA, 1986; CAMIRAND et al., 1992; GUILBERT, GONTARD e GORRIS, 1996; WILLIAMS e MITTAL, 1999; ALBERT e MITTAL, 2002). Os hidrocolóides, por exemplo, destacam-se pelas propriedades de barreira para oxigênio, dióxido de carbono e lipídeos (DONHOWE e FENNEMA, 1994). São reconhecidos como seguros pela Food and Drug Administration (FDA) (PENNA, 2004) e largamente usados na indústria de alimentos como revestimentos, espessantes, agentes de suspensão, agentes de gelatinização, texturizadores, emulsificantes, estabilizadores, aditivos, antioxidantes, nutrientes, agentes antimicrobianos, controladores da cristalização e inibição da sinérese (STEPHEN e CHURMS, 1995; YOUNG, KAPPEL e BLADT, 2003; PENNA, 2004). Dentre esses, o alginato e a pectina (gomas naturais e modificadas, respectivamente) destacam-se pelo seu emprego em diversos sistemas alimentícios graças à capacidade de formarem géis por meios químicos, diferindo dos outros nos quais os géis são formados termicamente (CLARKE, SOFOS e SCHMIDT, 1988; SAPERS *et al.*, 1997).

Diante da importância dos hidrocolóides como revestimentos comestíveis esta revisão teve por objetivo avaliar o potencial de aplicação do alginato e da pectina de baixa metoxilação em diversos sistemas alimentares.

2 ALGINATOS E PECTINAS DE BAIXA METOXILAÇÃO

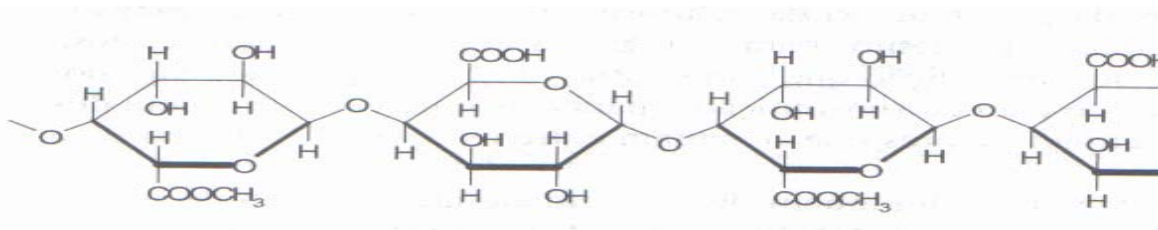
As pectinas, definidas em 1951 como ácidos pécticos solúveis em água (JORDI, 1996), constituem grupo complexo de polissacarídeos estruturais que ocorrem nas paredes celulares dos vegetais. Apresentam como estrutura base (Figura 1) cadeias lineares de ácido poli – 1,4- α -D-galacturônico (OAKENFULL, 1987; THAKUR, SINGH e HANDA, 1997). Nos pontos em que existem moléculas de ramnose há quebra na linearidade da estrutura molecular dessas cadeias (BOBBIO e BOBBIO, 1992).

Açúcares neutros (principalmente D-galactose, L-arabinose e L-ramnose) em quantidades pequenas e variáveis podem estar ligados aos resíduos do ácido galacturônico. Em algumas pectinas, dependendo da origem, grupos hidroxílicos nas posições dois e três podem estar acetilados.

As principais fontes para a produção comercial da pectina são os resíduos das indústrias de

suco de maçã e citros (SCHILLING e LEONHARDT, 1999), amplamente utilizados pela indústria de alimentos como agentes gelificantes (GOYCOOLEA e CÁRDENAS, 2001).

FIGURA 1 - ESTRUTURA QUÍMICA DA PECTINA



Fonte: CASTRO *et al.*, 2003.

Pectinas são ácidos pectínicos que formam soluções altamente viscosas, mesmo em baixas concentrações. Em presença de sacarose e ácido em proporções adequadas formam géis muito estáveis e apresentam grau de neutralização e esterificação (ou metoxilação) variáveis (BOBBIO e BOBBIO, 1992), sendo esse último influenciado pela idade e tipo de tecido vegetal do qual foram extraídas (OAKENFULL, 1987).

Os grupos metoxílicos esterificados nas pectinas naturais podem chegar até 13%, o que significa a esterificação de aproximadamente 80% dos seus grupos carboxílicos. São as chamadas pectinas de alto teor de grupos metoxila (ou pectina ATM). As pectinas de baixo teor de grupos metoxílicos (BTM), menor que 7%, não formam géis da mesma maneira que as pectinas de alto teor de grupos metoxílicos. Essas requerem a presença de co-soluto, tipicamente sacarose, em concentrações na faixa de 55 a 80% e pH ácido (entre 2,8 a 3,7) para formação de géis (OAKENFULL e SCOTT, 1985; OAKENFULL, 1987; NISPEROS-CARRIEDO, 1994). As pectinas de baixa metoxilação e os alginatos gelificam facilmente em presença de íons divalentes, sem adição de ácido e sacarose, sendo o íon Ca o mais usado (MAY, 1992; NISPEROS-CARRIEDO, 1994). Deve-se ressaltar que pectinas com teor de grupos metoxílicos menor que 1% não gelificam, mesmo em presença dos referidos íons (BOBBIO e BOBBIO, 1992). O grau de esterificação final depende da temperatura, do pH e da duração do tratamento ácido (POTTI, 2004). A graduação de uma pectina (medida do poder de gelificação) é dada geralmente em graus SAG, número de gramas de sacarose capaz de gelificar um grama de pectina, formando gel de consistência padronizada em condições determinadas (SCHILLING e LEONHART, 1999).

Para formulação de coberturas a base de pectina de baixa metoxilação CAMIRAND *et al.* (1968) sugeriram a concentração de 2%, enquanto LEWICKI, LENART e PAKULA (1984) e CAMIRAND *et al.* (1992), 2,5% e 3%, respectivamente. Segundo GUILBERT (1986) essas coberturas podem ser caracterizadas como macias, claras, inodoras e com leve sabor salgado.

O alginato também vem sendo largamente aplicado de modo particular nas indústrias alimentícias e farmacêuticas devido à sua capacidade de reter água, formar filmes e géis, espessar, estabilizar e formar emulsões (MOE *et al.*, 1995; ALISTE, VIEIRA e DELMASTRO, 2000).

Extraídos de algas marrom, como *Laminaria digitata* e *Macrocystis pyrifera*, os alginatos são copolímeros lineares de dois monômeros, ácido α -L-gulurônico (G) e ácido β -D-manurônico (M), associados por ligações 1,4-glicosídicas (HANG, 1959; GRASDALEN, LARSEN e SMIDSROD, 1981; KING, 1983; MOE *et al.*, 1995; DRAGET, SKJAK-BRAEK e SMIDSROD, 1997) formando o ácido alginico que não é solúvel em água, mas cujos sais de sódio, potássio e amônio o são (PENNA, 2004). As moléculas contêm 3 tipos de regiões (ou blocos): as ricas em ácido manurônico (bloco M), as ricas em ácido gulurônico (bloco G) e aquelas em que a seqüência de resíduos é alternada ou aleatória (blocos MG) (MORRIS, 1990; HOWELL, 1992; SMIDSROD e DRAGE, 1997; DRAGET e SKJAK-SMIDSROD, 1997; MILLER e

KROCHTA, 1997). Os blocos G apresentam forma desorganizada, enquanto os blocos M são mais lineares e extensos (HOWELL et al., 1998). A proporção entre os diferentes ácidos componentes dos alginatos (G/M) depende da espécie de alga da qual foram extraídos, de suas condições de crescimento e da parte da alga da qual o alginato derivou (KENNEDY, GRIFFITHS e ATKINS, 1984).

A principal forma comercial do alginato é o sal de sódio. Suas soluções apresentam alta viscosidade aparente, mesmo em baixas concentrações, devido ao seu alto peso molecular e rígida estrutura (KENNEDY, GRIFFITHS e ATKINS, 1984).

Uma das mais importantes propriedades dos alginatos, responsável por grande número de suas aplicações na indústria de alimentos, é a sua capacidade de formação de géis termoestáveis na presença de cátions divalentes, exceto o magnésio (IMERSON, 1990; SIMPSON et al., 2003). Os íons Ca^{+2} são superiores a outros cátions polivalentes na interação com alginatos e pectinas (CHANG, TSAI e CHANG, 1993).

A formação de géis com cálcio ocorre por meio de ligações iônicas de dois grupos carboxilas de cadeias adjacentes com um íon Ca^{+2} (GRANT *et al.*, 1973). Os alginatos poli-G são mais reativos com íons Ca^{+2} , formam géis duros que mantêm sua integridade por período de tempo mais longo que os do tipo poli-M. Essa diferença se explica pelo fato das cadeias poli-G apresentarem formato retorcido que favorece a presença de cavidades entre cadeias adjacentes, nas quais se situam os íons cálcio (BLANDINO, MACÍAS e CANTERO, 1999; STABLER et al., 2001). O comportamento de formação de géis da pectina assemelha-se ao de alginato (DRAGET, SKJAK-BRAEK e SMIDSROD, 1997). Para formar filmes resistentes a partir de polissacarídeos (alginatos ou pectinas de baixa metoxilação), CAMIRAND et al. 1992 recomendam que as frutas sejam imersas em solução desses polissacarídeos e em seguida em solução de sal de cálcio (CaCl_2). De acordo com KESTER e FENNEMA (1986) os polissacarídeos hidrossolúveis apresentam como vantagem a boa aderência à superfícies de cortes de frutas, conferindo alta permeabilidade a umidade.

A estrutura do filme de alginato é, no entanto, afetada pela concentração de cátions polivalentes no gel, taxa de adição e tempo de exposição do cátion, pH, temperatura e presença de constituintes como hidrocolóides (MILLER e KROCHTA, 1997). Efeitos similares ocorrem com os filmes de pectina.

3 EMPREGO DE REVESTIMENTOS (FILMES E COBERTURAS) EM ALIMENTOS

O emprego de filmes comestíveis como cobertura de proteção para alimentos encontra-se documentado desde o século 19 (ALLEN et al., 1963; AYRANCY e SIBEL, 2003). Em relação à nomenclatura dos revestimentos comestíveis, os termos filme e cobertura são utilizados indiscriminadamente pela maioria dos autores. GUILBERT (1986) e CAMIRAND et al. (1992), entretanto, reservam o termo coberturas para os revestimentos que são aplicados e formados diretamente sobre a superfície do alimento, e filmes para os revestimentos pré-formados e posteriormente aplicados sobre o produto. Ambos podem ser definidos como fina camada de material aplicada sobre a superfície ou interior dos alimentos por diversas técnicas (revestimentos, pinceis, espumas ou spray) que funcionam como barreira seletiva contra a migração de gases, vapor, óleos, gorduras e soluto, proporcionando proteção mecânica e estendendo a sua vida-de-prateleira (KESTER e FENNEMA, 1986; GENNADUIS et al., 1993; KROCHTA, BALDWIN e NISPEROS-CARRUDO, 1994; KOELSCH, 1994; NUSSINOVITCH, 1997; MILLER e KROCHTA, 1997; XU, XU e CHEN, 2003). Esses revestimentos podem fornecer nutrientes, manter e acentuar características sensoriais e agir como transportadores de aditivos, antioxidantes e agentes antimicrobianos, melhorando os aspectos nutricional e estético sem destruir a integridade do alimento (KESTER e FENNEMA, 1986; GUILBERT, GONTARD e GORRIS, 1996; HERSHKO e NUSSINOVITCH, 1998b; CUQ, GONTARD e GUILBERT, 1995; WU et al. 2002).

A capacidade de inibir a troca de gases, controlar a taxa de respiração, reduzir a perda de nutrientes e água por evaporação, e prevenir o crescimento de microrganismos levaram XU, XU e CHEN (2003) a afirmar que os filmes comestíveis constituem efetiva técnica de preservação para as

frutas. Seu emprego favorece a manutenção da turgência e do brilho da superfície das frutas, que contribuem para elevar seu valor comercial.

Importante característica dos filmes é a sua permeabilidade, definida por WU et al. (2000) como uma propriedade do complexo filme-permeante sob certas condições de temperatura e atividade de água. De acordo com WU et al. (2002), a permeabilidade dos polímeros é também influenciada pela estrutura química, cristalinidade, polaridade, densidade, orientação molecular, grau de ligação entre as moléculas, massa molecular e polarização, e está diretamente associada com a propriedade de barreira dos filmes comestíveis. Pesquisa realizada por GUILBERT (1986) demonstrou que o aumento da cristalinidade, da densidade ou massa molecular resultava em diminuição da permeabilidade. De acordo com SHELLHAMMER e KROCHTA (1997) a permeabilidade através do filme depende da natureza do filme e do permeante, bem como de suas interações. Não obstante a importância da permeabilidade ao vapor d'água, a maioria das pesquisas sobre filmes comestíveis está voltada para a avaliação da sua eficácia frente ao oxigênio e dióxido de carbono, dada a influência de ambos sobre a taxa de oxidação e respiração de alimentos embalados (WU et al., 2002). Pesquisa realizada por PARRIS et al. (1995) demonstrou que os filmes de alginato de sódio apresentaram menor permeabilidade ao vapor d'água que os de pectina de baixa ou alta metoxilação. De modo geral, filmes compostos de polissacarídeos ou proteínas, geralmente polímeros altamente polares, apresentam valores extremamente baixos de permeabilidade a gases, mas não são considerados boa barreira à umidade.

Com relação ao processo de desidratação osmótica, os filmes e ou coberturas de polissacarídeos geralmente respondem melhor do que os de proteínas e lipídeos (KESTER e FENNEMA, 1986; CAMIRAND et al. 1992).

A eficácia das coberturas de alginatos tem sido comprovada por diversos pesquisadores. NUSSINOVITCH e HERSHKO (1996) obtiveram aumento na comercialização de alho revestido, devido à melhora da aparência pela transparência do revestimento e também maior vida-de-prateleira. Comportamento similar foi relatado por KAMPF e NUSSINOVITCH (2000) estudando queijos brancos revestidos. Obtiveram redução da perda de peso durante 46 dias de estocagem e da perda de água por evaporação, além de melhor brilho, cor e textura mais macia e menos quebradiça em relação aos não-revestidos. Esses benefícios também foram observados por NUSSINOVITCH e KAMPF (1993) estudando cogumelos (*Agaricus bisporus*) revestidos com alginato a 1% (estocados 20°C) e revestidos a 1 e 2% (estocados a 4°C). Os cogumelos mantiveram sua integridade e apresentaram melhor aparência e coloração em relação aos não-cobertos, independentemente da concentração utilizada. Esses efeitos foram mais pronunciados nos produtos estocados a frio. Em pesquisas realizadas, anos após, HERSHKO e NUSSINOVITCH (1998b) comprovaram a eficácia do revestimento de alginato em cogumelos. Constataram adiamento do ressecamento dos tecidos que impediu mudanças em sua textura durante o período de estocagem, além de melhor aparência e brilho. Vantagens similares foram observadas em alho e cebola (HERSHKO e NUSSINOVITCH, 1995; HERSHKO e NUSSINOVITCH, 1998). Essa última ao ser revestida com alginato e alginato + β sitosterol apresentou maior vida-de-prateleira, reduzida perda de água (favorável para a segunda cobertura) e brilho mais acentuado. Na mesma pesquisa foi estimado o conteúdo de minerais da casca antes e após o revestimento, sendo verificado aumento desses micronutrientes na última condição. Foi observada também a eficácia dessa cobertura como estabilizante, prevenindo a separação de camadas em sucos de vegetais combinados (repolho+espinafre+alface) (MIN, CHUMLI e PING, 2004).

Pesquisa realizada por NISPEROS e BALDWIN (1996) demonstrou que a aplicação de revestimento de polissacarídeos hidrossolúveis em cortes de frutas permite fluxo relativamente intenso da água da fruta para o exterior e baixa permeabilidade a gases. Isso gera atmosfera modificada com concentrações relativamente altas de CO₂ e baixas de O₂, o que resulta na redução das taxas de respiração e da produção de etileno. Outra vantagem apresentada por esses filmes comestíveis foi comprovada por XU, CHEN e SUN (2001) estudando Kiwis. A taxa de amolecimento para Kiwis com ou sem filme foi de 29% e 100%, respectivamente, em 37 dias de estocagem em temperatura ambiente, aumentando em mais de três vezes sua vida-de-prateleira.

CAMIRAND et al. (1968) propuseram revestimentos de pedaços de frutas com coberturas

comestíveis antes de submetê-los à desidratação osmótica. Tal proposição baseou-se em resultados obtidos com o revestimento de abacaxis com 2% de pectina de baixa metoxilação, seguida pela imersão em solução de nitrato de cálcio e desidratação osmótica em xarope de sacarose e açúcar invertido (1:1) de 75°Brix a 25°C. Após 98 horas de desidratação foi registrada redução de peso de 36,3% (em relação ao peso inicial da fruta, anterior à adição da cobertura) e 35,9% nos abacaxis não-cobertos. Essa diferença mínima pode ser decorrente do fato dos autores não considerarem a massa da cobertura. Conforme WU et al. (2002), os produtos revestidos aumentam de 7% a 14% de peso. AZEREDO e JARDINE (2000) encontraram 44,46% de perda de umidade ao desidratarem o mesmo produto sem cobertura e 60,87% e 59,26% com coberturas de alginato e pectina, respectivamente. Os tratamentos empregando coberturas não diferiram entre si, mas foram significativamente superiores ao tratamento sem revestimento, mostrando que ambas as coberturas são efetivas. Resultados similares foram obtidos na redução de incorporação de sólidos pelo material. Verificaram diminuição de 50% nos abacaxis revestidos com alginato e pectina (6,74% e 7,96% respectivamente) em relação ao material não-revestido (17,66%), comprovando os benefícios da utilização das coberturas no controle da incorporação de sólidos durante a desidratação osmótica.

A influência de revestimento a base de pectina de baixa metoxilação a 2,5% sobre a desidratação osmótica de maçãs foi referida por LEWICKI, LENART e PAKULA (1984). Obtiveram maior teor de sólidos solúveis nas amostras não-revestidas, embora a perda de peso das revestidas tenha sido inferior a das não-revestidas. Convém ressaltar que os autores não levaram em consideração a incorporação de massa dos revestimentos.

Com relação ao processo de desidratação osmótica, WONG, CAMIRAND e PAVLATH (1994) destacaram as seguintes vantagens: maior perda de água em relação ao produto não-coberto; menor difusão de solutos para as frutas; possibilidade de uso de agentes osmóticos com menor peso molecular e maior pressão osmótica; menor perda de compostos desejáveis no produto final (como pigmentos, nutrientes, e compostos voláteis responsáveis pelo sabor); menores níveis de oxigênio difundido para o produto; manutenção da integridade física, maior resistência mecânica e melhor aparência do produto.

KHIN, ZHOU e PERERA (2006) desidrataram, osmoticamente, cubos de batata cobertos e não-cobertos com 1% de alginato e 2% de pectina de baixa metoxilação, utilizando NaCl como agente osmótico sob várias condições de processo. Verificaram que as amostras cobertas apresentaram melhor controle de ganho de solutos, aumentando a eficiência da desidratação. Também desidrataram osmoticamente cubos de maçãs, utilizando dextrose e sacarose. Observaram maior eficiência da desidratação nas amostras cobertas, tendo como agente osmótico a sacarose a 55°C. Essas pesquisas revelaram ainda melhor manutenção da estrutura celular das amostras cobertas quando desidratadas com sacarose.

ANDRADE et al. (2006) estudaram a desidratação osmótica de jenipapos cobertos com alginato e pectina de baixa metoxilação, utilizando a sacarose como agente osmótico e duas formas de corte da fruta (cubo e quarto). Verificaram menor ganho de solutos, associado com satisfatória perda de umidade com alginato aplicado na forma de quarto a 50°Brix, independentemente da temperatura.

WANSTEDT et al. (1981) verificaram redução da rancidez em carnes de porco revestidas com alginato de cálcio, antes ou após o pré-cozimento e melhor qualidade no produto final cozido. Efeito similar ao observado por EARLE e SNYDER (1966) em camarões congelados no que diz respeito ao sabor e a cor. Posteriormente EARLE e MCKEE (1985) desenvolveram cobertura, baseada em alginato, com propriedades para barrar oxigênio para alimentos empanados e derivados de farinha.

YOUNG, KAPPEL e BLADT (2003) enfatizaram a importância da geleificação em recheios de pastelaria como meio de controlar a textura. De acordo com ENDREB, KRATZ e KRATZ (1992); MANCINI e MCHUGH (2000), alginatos e pectinas são muito eficazes em recheios de frutas com a finalidade de garantir a estabilidade de produtos de panificação, ou seja, mantém sua forma e reduzem a sinérese após assamento.

KHAUL (1999) comparou o efeito da combinação do cloreto de cálcio e pectina ou alginato de sódio em diferentes níveis para revestimento de batatas fritas. Constatou que batatas fritas que receberam alginato de sódio como a primeira cobertura apresentaram menor absorção de óleo e

melhor qualidade do que as revestidas com pectinas. As batatas fritas com a combinação de 0,5% de cloreto de cálcio e 5% de pectina apresentaram o mais alto nível de redução no conteúdo de óleo (40%) e o maior conteúdo de umidade, exibindo firmeza e os maiores ecores sensoriais para todos os atributos em relação ao controle. Ao incorporar a segunda camada de carboxil metil celulose (CMC) a 1,5%, a redução do conteúdo de óleo foi de 54%. Os resultados demonstraram que tanto os revestimentos simples como os duplos foram efetivos para proteger a estrutura celular do tecido das batatas dos danos produzidos durante a fritura.

Resultados insatisfatórios foram registrados por SHRESTHA, ARCOT e PATERSON (2003) quanto à perda do ácido fólico durante a cocção de arroz, previamente revestido com filmes de pectina, bem como na redução da coloração amarela originada pelo ácido.

4 CONCLUSÃO

A revisão demonstrou crescente aumento na utilização de filmes e coberturas, formadas por alginato e pectina, em diferentes sistemas alimentares. Essas coberturas oferecem boa barreira à transferência de massa, que permite a sua utilização como auxiliar de embalagens e coadjuvantes de tecnologia. Essas propriedades, aliadas à simplicidade e baixo custo favorecem a sua utilização pelas indústrias de alimentos. Fica evidente a necessidade de determinar o tipo de revestimento e a concentração ótima em função da matéria-prima utilizada.

ABSTRACT

THE USE OF LOW METOXILATION PECTIN AND ALGINATE EDIBLE COATINGS IN FOOD: REVISION

This revision was carried out to evaluate the potential of utilization of low metoxilation pectin and alginate in several food systems. The researches realized in the last years have shown a growing increase in the use of these hydrocolloids due to the gel forming capacity by chemical means as well as the diversity of exerted functions. As a wrapping auxiliary, it promotes weight and water reduction during storage and the generation of modified atmosphere, increasing shelf life and the quality of "in natura" and industrialized food. As technology coadjutants, they stand out by the efficiency shown as solid gain and water loss modulators during the process of osmotic dehydration, contributing to the optimization of this process. It was observed that the films and coatings formed with low metoxilation pectin and alginate offer a good barrier to mass transfer. This property associated to low cost and simplicity makes their utilization accessible to the food industry.

KEY-WORDS: ALGINATE; PECTIN; EDIBLE COATINGS.

REFERÊNCIAS

- 1 ALBERT, S.; MITTAL, G.S. Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep fried cereal product. **Food Research International**, v. 35, p.445-458, 2002.
- 2 ALISTE, J.A.; VIEIRA, F.F.; DELMASTRO, N.L. Radiation effects on agar, alginates and carrageenan to be used as food additives. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 57, p. 305-308, 2000.
- 3 ALLEN, L. *et al.* Edible corn carbohydrate food coatings. II. Evaluation of fresh meat products. **Food Technology**, v. 17, n. 11, p. 104-108, 1963.
- 4 ANDRADE, S.A.C.; BARROS NETO, B.; SALGADO, S.M.; GUERRA, N.B. Influência de revestimentos comestíveis na redução de ganho de sólidos em jenipapos desidratados osmoticamente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p. 787-792, jan./mar. 2007.
- 5 AYRANCI, E.; SIBEL, T. A method for the measurement of the oxygen permeability and the development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh food. **Food Chemistry**, v. 80, p. 423-431, 2003.
- 6 AZEREDO, H.M.C.; JARDINE, J.G. Desidratação osmótica de abacaxi aplicada à tecnologia de métodos combinados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n.1, p. 74-82, jan/abr. 2000.
- 7 BLANDINO, A.; MACÍAS, M.; CANTERO, D. Formation of calcium alginate gel capsules: influence of sodium alginate and

- CaCl₂ concentration on gelation kinetics. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 88, n. 6, p. 686-689, 1999.
- 8 BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.H. **Introdução a química de alimentos**. São Paulo: Varela, 1992. 223 p.
 - 9 CAMIRAND, W. M. *et al.* Dehydration of membrane coated foods by osmosis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 19, p. 472-473, 1968.
 - 10 CAMIRAND, W. M. *et al.* Properties of some edible carbohydrate polymer coatings for potential use in osmotic dehydration. **Carbohydrate Polymers**, Great Yarmouth, v. 17, n. 1, p. 39-49, 1992.
 - 11 CASTRO, A. G.; RODRIGUES, I.; ALVES, M. M. M.; CUNHA, S.; RAYMUNDO, A.; NUNES, M. C.; SERRALHA, F.; OSÓRIO, N.; ALBANO, H.; CARDOSO, A. S.; DUARTE, M. **A química e a reologia no processamento dos alimentos**. Lisboa: Instituto Piaget, 2003. 295 p.
 - 12 CHANG, C.Y.; TSAI, Y.R.; CHANG, W.H. Models for the interactions between pectin molecules and other cell-wall constituents in vegetable tissues. **Food Chemistry**, v. 48, p.145-150, 1993.
 - 13 CLARKE, A.D.; SOFOS, J.N.; SCHMIDT, G.R. Effect of algin calcium binder levels on various characteristics of structured beef. **Journal of Food Science**, v. 53, p.711-713, 1988.
 - 14 DONHOWE, I. G.; FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: characteristics, formation, definitions, and testing methods. In: KROCHTA, J.M.; BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. O. (Eds). **Edible coatings and films to improve food quality**. Lancaster (PA): Technomic Publishing, 1994. p. 11-24.
 - 15 DRAGET, I.K.; SKJAK-BRAEK, G.; SMIDSRØD, O. Alginate based new materials. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 21, p. 47-55, 1997.
 - 16 EARLE, R.D.; SNYDER, C.E. **Method of preparing frozen seafood**. United States Patent US 3255021,1966.
 - 17 EARLE, R.D.; MCKEE, D.H. **Coated food product and method of making same**. United States Patent US 4504502, 1985.
 - 18 ENDREB, H.V.; KRATZ, R.; KRATZ, E. Bake stable fruit preparation fillings. In: FIE CONFERENCE, 1992. Netherlands. **Proceedings...** Netherlands: Expoconsul Publishers, 1992. p. 212-217.
 - 19 GENNADIOS, A. *et al.* Effect of pH on properties of wheat gluten and soy protein isolates film. **J. Agric. Food Chem.**, v. 41, p. 1835-1839, 1993.
 - 20 GOYCOOLEA, F.M.; CÁRDENAS, M.C. **Propriedades gelificantes de la pectina del Nopal**, 2001. Disponível <www.ciad.mx/boletin/sep-oct-01/boletin5.pdf> Acesso em: 20 de março 2004.
 - 21 GRANT, G. T. *et al.* Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: the egg-box model. **FEBS Lett.**, v. 32, p. 195-198, 1973.
 - 22 GRASCLALEN, H.; LARSEN, H.; SMIDSRØD, O. C-NMR studies of monomeric composition and sequence in alginate. **Carbohydr. Res.**, v. 89, p.179-184, 1981.
 - 23 GUILBERT, S. **Technology and application of edible protective film's in food packaging and preservation: theory and practice**. New York: Elsevier Applied Science, 1986. p. 371-394.
 - 24 GUILBERT, S.; GONTARD, N.; GORRIS, L.G.M. Prolongation of the shelf life of perishable food products using biodegradable films and coatings. **Lebensm. Wiss. U. Technol.**, v. 29, p. 10-17, 1996.
 - 25 HANG, A. Fractionation of alginic acid. **Acta Chem. Scand.**, v. 13, p. 601-603, 1959.
 - 26 HERSHKO, V.; NUSSINOVITCH, A. Shelf-life extension of hydrocolloid – coated garlic. In: IFT ANNUAL MEETING, 1995, Anaheim. **Anais...** Anaheim: IFT, 1995. p.3-7.
 - 27 HERSHKO, V.; NUSSINOVITCH, A. Physical properties of alginate-coated onion (*Allium cepa*) skin. **Food Hydrocolloids**, v. 12, p. 195-202, 1998b.
 - 28 HERSHKO, V.; NUSSINOVITCH, A. Relationships between hydrocolloid coating and mushroom structure. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, n. 8, p. 2988–2997, 1998a
 - 29 HOWEL, N. Protein – protein interactions. In: HUDSON, B.J.F. (Ed.). **Biochemistry of food proteins**. London: Elsevier Applied Science, 1992. p. 35-74.
 - 30 HOWELL, N. *et al.* Interaction of deamidated soluble wheat protein with sodium alginate. **Food Hydrocolloids**, v. 12, p. 317-324, 1998.
 - 31 IMERSON, A. Application of alginates. In: PHILLIPS, G.O.; WEDLOCK, D.J.; WILLIAMS, P.A. (Eds). **Gums and stabilizers for the food industry**. 5th ed. Oxford: Pergamon Press, 1990. p. 553-592.

- 32 JORDI, P.G. **Degradación enzimática y características químicas de la pectina del bagazo de melocotón.** 1996. Disponível em: www.tdx.cesca.es/TDX-0.424101-101108/. Acesso em: 19 mar. 2004.
- 33 KAMPF, N.; NUSSINOVITCH, A. Hydrocolloid coating of cheeses. **Food Hydrocolloids**, v. 14, p. 531-537, 2000.
- 34 KENNEDY, J.F.; GRIFFITHS, A.J.; ATKINS, D.P. The applications of hydrocolloids: recent developments, future trends. In: PHILLIPS, G.O.; WEDLOCK, D.J.; WILLIAMS, P.A. (Eds). **Gum and stabilizers for the food industry**, 2: application of hydrocolloids wrexham. Oxford: Pergamon Press, 1984. p. 417-455.
- 35 KESTER, J.J.; FENNEMA, O.R. Edible films and coatings: a review. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 12, p. 47-59, 1986.
- 36 KHALIL, A.H. Quality of french fried potatoes as influenced by coating with hydrocolloids. **Food Chemistry**, v. 66, p.201-208, 1999.
- 37 KHIN, M.M.; ZHOU, W.; PERERA, C.O. A study of the mass transfer in osmotic dehydration of coated potato cubes. **Journal of Food Engineering**, v. 77, p. 84-95, 2006.
- 38 KHIN, M.M.; ZHOU, W.; PERERA, C.O. Impact process conditions and coatings on the dehydration efficiency and cellular structure of apple tissue during osmotic dehydration. **Journal Food Engineering**, v. 79, p. 817-827, 2007.
- 39 KING, A.H. Brown seaweed extracts (alginates). In: GLICKSMAN, M. **Food hydrocolloids**. Boca Raton: CRC Press, 1983. p. 115-188.
- 40 KOELSCH, C. Edible water vapor barriers: properties and promise. **Trends in Food Sci. & Technol.**, v. 5, p.76-81, 1994.
- 41 KROCHTA, J.M. Control of mass transfer in foods with edible coatings and films. In: ADVANCES in food engineering. Boca Raton: CRC Press, 1992. p. 517-538.
- 42 KROCHTA, J.M.; BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRUDO, M.O. **Edible coatings and films to improve food quality**. Lancaster (UK): Technomic Publishing, 1994.
- 43 LEWICKI, P.P.; LENART, A.; PAKULA, W. Influence of artificial semi-permeable membranes on the process of osmotic dehydration of apples. **Food Technology and Nutrition**, v. 16, p. 17-24, 1984.
- 44 MANCINI, F.; MCHUGH, T.H. Fruit alginate interactions in novel restructured products. **Nahrung**, v. 44, p. 152-157, 2000.
- 45 MAY, C.D. Pectins. In: IMESON, A. (Ed.). **Thickening and gelling agents for food**. Cambridge: Blackie Academic and Professional, 1992. p. 124-152.
- 46 MILLER, K.S.; KROCHTA, J.M. Oxygen and aroma barrier properties of edible films: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 8, p. 228-237, 1997.
- 47 MIN, Z.; CHUMLI, L.; PING, C. Effects of processing conditions of the green – leafy vegetable juice enriched with selenium on its quality stability. **Journal of Food Engineering**, v. 62, p. 393-398, 2004.
- 48 MOE, S.T. *et. al.* Alginates. In: STEPHEN (Ed.). **Food polysaccharides and their applications**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 245-286.
- 49 MORRIS, E.R. Comparison of the properties and function of alginates and carragenan. In: PHILLIPS, G.O.; WEDLOCK, D.J.; WILLIAMS, P.A. (Ed). **Gum and stabilizers for the food industry**. Oxford: Pergamon Press, 1990. p. 483-496.
- 50 NISPEROS-CARRIEDO, M.O. Edible coatings and films based on polysaccharides. In: KROCHTA, J.M.; BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.O. (eds.). **Edible coatings and films to improve food quality**. Lancaster: Technomic Publishing, 1994. 305-335.
- 51 NISPEROS, M.O.; BALDWIN, E.A. Edible coatings for whole and minimally processed fruits and vegetables. **Food Australia**, North Sydney, v. 48, n. 1, p. 27-31, 1996.
- 52 NUSSINOVITCH, A.; KAMPF, N. Shelf life extension and conserved texture of alginate coated mushrooms (*Agaricus Bisporous*). **Journal of Food Technology**, v. 26, p. 469-475, 1993.
- 53 NUSSINOVITCH, A.; HERSHKO, V. Gellan and alginate vegetable coatings. **Carbohydrate Polymers**, v. 30, p. 185-192, 1996.
- 54 NUSSINOVITCH, A. **Hydrocolloid applications, gum technology in the food and other industries**. London (UK): Chapman & Hall, 1997.
- 55 OAKENFULL, D.; SCOTT, A.G. Gelation of high methoxy pectins. **Food Technology**, v. 37, p. 156-157, 1985.
- 56 OAKENFULL, D. Gelling agents. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 26, n.1, p. 1-21, 1987.

- 57 OUWERX, C. *et al.* Physico-chemical properties and rheology of alginate gel beads formed with divalent cations. **Poly. Gels Network**, v. 6, p. 393-408, 1998.
- 58 PARRIS, N. *et al.* Composition factors affecting the water vapor permeability and tensile properties of hydrophilic films. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 43, n. 6, p. 1432-1435, 1995.
- 59 PENNA, A.L.B. Hidrocolóides usos em alimentos. **Caderno de Tecnologia de Alimentos & Bebidas**, p. 58-64. Disponível em: www.revistafi.com.br/main/revistas/ed_17/pdf/p&da.pdf. Acesso em: 15 mar. 2004.
- 60 POTTI, D. **Efectos espesantes, gelificantes y estabilizantes con hidrocoloides**: alginatos, 2004. Disponível em: www.mundoelado.Com/materias-primas/estabilizantes-alginatos.htm. Acesso em: 15 mar. 2004.
- 61 SAPERS, G.M. *et al.* Structural changes related to texture of pre-peeled potatoes. **Journal of Food Science**, v. 62, p. 797-803, 1997.
- 62 SHELLHAMMER, T.H.; KROCHTA, J.M. Edible coatings and film barriers. In: **LIPID technologies and applications**. New York: Marcel Dekker, 1997. p. 453-479.
- 63 SCHILLING, A.; LEONHARDT, C. **Pectina**. 1999. Disponível em: www.pgie.ufrgs.br/portalead/unirede/tecvege/feira/prfruta/geleia/pectina.htm, Acesso em: 10 mar. 2004.
- 64 SHRESTHA, A. K.; ARCOT, J.; PATERSON, J.L. Edible coating materials their properties and use in the fortification of rice with folic acid. **Food Research International**, v. 36, p. 921-928, 2003.
- 65 SIMPSON, N.E. *et al.* NMR properties of alginate microbeads. **Biomaterials**, v. 24, p. 4941-4948, 2003.
- 66 SMIDSDROD, O.; DRAGET, K.I. Alginate gelation technologies. In: DICKENSON, E.; BERGENSTAHL, B. (Eds). **Food colloids, proteins, lipids and polysaccharides**. Lancaster: Royal Society of Chemistry, 1997. p. 279-293.
- 67 STABLER, C. *et al.* The effects of alginate composition on encapsulated β TC3 cells. **Biomaterials**, v. 22, p. 1301-10, 2001.
- 68 STEPHEN, A.M.; CHURMS, S.C. **Food polysaccharides and their applications**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.1-18.
- 69 THAKUR, B.R.; SINGH, R.K.; HANDA, A.K. Chemistry and uses of pectin – a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 37, p. 47-73, 1997.
- 70 WANSTEDT, K.G. *et al.* Sensory attributes of precooked, calcium alginate – coated pork patties. **J. Food Protect**, v. 44, p. 732-735, 1981.
- 71 WONG, D.W.S.; CAMIRAND, W.M.; PAVLATH, A.E. Development of edibles coatings for minimally processed fruits and vegetables. In: KROCHTA, J.M.; BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.O. (Eds.). **Edible coatings and films to improve food quality**. Lancaster: Technomic Publishing, 1994. p. 65-88.
- 72 WILLIAMS, R.; MITTAL, G.S. Water and heat transfer properties of polysaccharide films on fried pastry mix. **Lebensmittel Wissenschaft un Technologie**, v. 32, p. 440-445, 1999.
- 73 WU, Y.; WELLER, C.L.; HAMOUZ, F.; CUPPETT, S.L.; SCHENEPF, M. Moisture loss and lipid oxidation for precooked ground beef patties stored in edible coatings and films. **J. Food Sci.**, v. 65, p. 300-304, 2000.
- 74 WU, Y. *et al.* Development and application of multicomponent edible coatings and films: a review. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 44, p. 347-394, 2002.
- 75 XU, S.; XU, L.D.; CHEN, X. Determining optimum edible films for kiwifruits using an analytical hierarchy process. **Computers & Operations**, v. 30, p. 877-886, 2003.
- 76 XU, S.; CHEN, X.; SUN, D.W. Preservation of kiwifruit coated with an edible film at ambient temperature. **Journal of Food Engineering**, v. 50, p. 211-216, 2001.
- 77 YOUNG, N.W.G.; KAPPEL, G.; BLADT, T. A polyuronan blend giving novel synergistic effects and bake-stable functionality to high soluble solids fruits fillings. **Food Hydrocolloids**, v. 17, p. 407-418, 2003.