

ÓLEOS ESSENCIAIS EM EMBALAGENS PARA ALIMENTOS – REVISÃO DE LITERATURA DE 2000 a 2012

Essential oils packaging for foods – Review of the Literature: 2000-2012

Simone de Souza Montes ^{1*}; Lindanor Gomes Santana Neta¹; Renato Souza Cruz²

¹Mestrandas do Programa de Pós Graduação em Ciência de Alimentos. Departamento de Análises Bromatológicas, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia – UFBA, Av. Barão de Jeremoabo, s/n, CEP 40.171-970, Ondina, Salvador - BA, Brasil.

²Prof. Dr. do Departamento de Tecnologia da Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS, Feira de Santana, BA, Brasil; Departamento de Análises Bromatológicas, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia – UFBA, Av. Barão de Jeremoabo, s/n, CEP 40.171-970, Ondina, Salvador, BA, Brasil.

*Autora correspondente: montes.simone@gmail.com

RESUMO

As embalagens são essenciais para proteger o alimento. Os óleos essenciais são substâncias ativas extraídas de vegetais e podem ser agentes antimicrobianos. Este artigo revisa as referências científicas entre 2000 e 2012 sobre a utilização de óleos essenciais e embalagens para alimentos. A metodologia utilizou bases científicas nacionais e internacionais acerca do tema; com isso, espera-se dinamizar a difusão de documentos específicos referentes aos óleos essenciais e às embalagens de alimentos.

Palavras-chave: embalagens, alimentos, óleos essenciais.

ABSTRACT

Packaging is essential to protect the food. The essential oils are the active ingredient extracted from plants and can be antimicrobial agents. This article reviews the scientific references between 2000 and 2012 on the use of essential oils and food packaging. The methodology used national and international scientific databases on the subject, it is expected to stimulate the diffusion of documents relating to specific essential oils and packaging of food.

Keywords: packaging, food, essential oils.

INTRODUÇÃO

O emprego de embalagens para conservação de alimentos significou um importante avanço para aumento da sua disponibilidade aos consumidores pelo conseqüente aumento da vida útil dos mesmos. Entretanto, as embalagens tradicionais necessitam de melhorias para estender a vida de prateleira dos produtos alimentícios e atender à crescente demanda dos consumidores por produtos seguros, saudáveis, mais próximos ao natural e com menos conservantes (SOARES *et al.*, 2009).

Há também de se considerar que é crescente o consumo mundial de plástico. Isto pode ser ilustrado quando, em 2008, o consumo chegou a aproximadamente 200 milhões de toneladas com tendência de aumento anual de 5% (SIRACUSA *et al.*, 2008; ZÁRATE-RAMÍREZ *et al.*, 2011).

Devido ao fácil acesso, leveza, boa resistência mecânica, inércia, preço e muitos outros atributos, o plástico vem sendo mais utilizado no mundo. Os plásticos convencionais são derivados do petróleo que é um dos recursos não renováveis da natureza e por levarem, aproximadamente, 100 a 400 anos para se degradarem, vem proporcionando um grande acúmulo de resíduos. Analisando seu uso deve-se pensar numa forma de produzir, utilizar e descartar de modo a não prejudicar o meio ambiente (TELLES *et al.*, 2011).

Estima-se que anualmente sejam produzidos 200 milhões de toneladas de plásticos em todo o mundo. Estes plásticos são produzidos a partir de derivados do petróleo e, como não são biodegradáveis, representam um enorme problema ambiental. Suas características mais apreciadas - durabilidade e resistência - são em simultâneo o maior problema de sua utilização, já que se trata de compostos não degradados pela ação microbiana, devido ao excessivo comprimento das cadeias moleculares. Este fato faz com que a degradação dos plásticos ocorra lentamente, podendo demorar dezenas de anos (COSTA, 2011).

A fim de reduzir os impactos ambientais decorrentes do acúmulo de plásticos de polímeros sintéticos, pesquisas estão em desenvolvimento para a produção de embalagens oriundas de polímeros a partir de fontes renováveis e que se degradam com o tempo, através de mecanismos naturais.

A embalagem tem como funções clássicas conter, proteger e vender o produto nela acondicionado. A função de proteção envolve preservar ao máximo a qualidade do produto, criando condições que minimizem alterações químicas, bioquímicas e microbiológicas que causam sua degradação.

Segundo a legislação brasileira de 1998, embalagem é o recipiente, o pacote ou o envoltório destinado a garantir a conservação e facilitar o transporte e manuseio do alimento. Para tanto há algum tempo, acreditava-se que deveria haver uma interação mínima entre a embalagem e o produto (BRASIL, 1998). Este conceito hoje está superado, frente às várias tecnologias desenvolvidas, que têm por princípio a interação entre a embalagem e o produto, como forma de preservar a qualidade e a segurança do alimento. A estas tecnologias que envolvem embalagem que interagem com o produto dá-se o nome genérico de “embalagens ativas” (Figura 1).

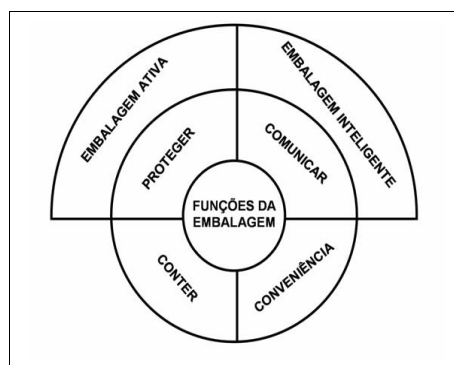


Figura 1. Funções básicas das embalagens e interfaces de atuação das embalagens ativas e inteligentes. **Fonte:** YAM *et al.*, 2005.

Os sistemas emissores adicionam ativamente compostos ao produto embalado ou ao espaço livre da embalagem, como: dióxido de carbono, etanol, antioxidantes ou conservantes, entre outros (KRUIJF *et al.*, 2002).

Neste contexto, além da importância da interatividade entre embalagem e alimento para torná-lo mais saudável e visualmente atrativo, atualmente outros atributos correlacionados à responsabilidade ambiental passaram a ser relevantes.

A redescoberta de filmes, bem como suas novas atribuições comestíveis e biodegradáveis tem despertado interesse na indústria de alimentos, devido às vantagens que os diferenciam das embalagens convencionais e ativas ou inteligentes não comestíveis. Isto devido ao uso de matriz polimérica de compostos orgânicos associados a agentes ativos funcionais (BOTRE *et al.*, 2007). Neste caso, os óleos essenciais podem viabilizar também a segurança do alimento. Assim, a incorporação de compostos bioativos, tais como agentes antimicrobianos, em embalagens, promoveria um novo meio para a melhoria da segurança e da vida de prateleira de alimentos prontos para o consumo (LÓPEZ *et al.*, 2007).

Os óleos essenciais são substâncias naturais que atualmente ganham destaque como agentes antimicrobianos associados às embalagens para alimentos. Os óleos essenciais são produtos voláteis orgânicos, de origem vegetal, obtidos por processo físico (destilação por arraste com vapor de água, destilação a pressão reduzida ou outro método adequado) (BOTRE *et al.*, 2010; STIEVEN *et al.*, 2009). Há evidência de que cerca de 35% dos óleos essenciais de plantas possuem atividade antimicrobiana e 65% possuem atividades antifúngicas, atuando na preservação do produto (STIEVEN *et al.*, 2009; LIMA *et al.*, 2006).

Observa-se que, em uma época onde prima a “alta tecnologia”, os estudos se voltem para produtos mais naturais diminuindo o interesse pelos sintéticos (WERNER, 2002).

Dentre os antimicrobianos utilizados em filmes de acetato de celulose estão alguns óleos essenciais extraídos de alecrim, cravo, canela, orégano, noz-moscada, manjerição, dentre outros condimentos (LÚCIO *et al.*, 2011). Uma vez incorporados aos polímeros e, em contato com o alimento, pode ocorrer uma migração lenta e constante dos agentes bactericidas e/ou bacteriostáticos, por difusão ou separação para a superfície do produto, de modo que a atividade antimicrobiana ocorra com maior intensidade onde se faz necessário (COMA, 2008).

Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica a cerca da interação dos polímeros, sejam orgânicos ou inorgânicos, da embalagem com os alimentos e por meio da impregnação de compostos que são materiais oriundos de óleos essenciais vegetais. Esta revisão foi realizada entre os meses de março a junho de 2012. Como critério de inclusão para refinar os dados a revisão abordou publicações entre os anos de 2000 até 2012. A seleção dos artigos foi feita em conformidade com o assunto proposto. As buscas sistemáticas foram realizadas utilizando bancos de dados eletrônicos e impressos, nacionais e estrangeiros. As palavras chaves utilizadas foram: embalagens, embalagens para alimentos, embalagens ativas e inteligentes e óleos essenciais.

DESENVOLVIMENTO

ÓLEOS ESSENCIAIS

Na natureza, os óleos essenciais desempenham um papel importante na proteção das plantas como agentes antibacterianos, antivirais, antifúngicos, inseticidas e também contra herbívoros. Eles também servem para atrair alguns insetos que favorecem a dispersão de pólen e sementes, ou mesmo para repelir outros insetos indesejáveis.

A espécie vegetal produz compostos primários, tais como açúcares e compostos nitrogenados, bem como compostos secundários, que não são utilizados diretamente para sua alimentação e nutrição. Entre os compostos secundários mais estudados estão os alcaloides, os flavonoides, as saponinas e os óleos essenciais. Tais compostos são normalmente extraídos por meio de vapor ou hidro-destilação, sendo este o primeiro desenvolvido na Idade Média pelos árabes (WOLFFENBÜTTEL, 2007; BARBOSA, 2010). Estes óleos são líquidos, voláteis, límpidos e raramente coloridos, lipossolúveis e solúveis em solventes orgânicos, com uma densidade geralmente mais baixa do que a da água. Eles podem ser sintetizados por toda a planta, como por brotos, flores, folhas, caules, galhos, sementes, frutos, raízes, madeira ou cascas, e são armazenados em células secretoras, cavidades, canais, as células da epiderme ou tricomas glandulares (BURT, 2004). São conhecidos pela fragrância e propriedades fortes pela sua atividade antisséptica, ou seja, bactericida, fungicida, antivirais e medicinais e podem ser utilizados como antimicrobianos na conservação de alimentos, analgésicos, sedativos e anti-inflamatórios (AQUINO *et al.*, 2010). Estudos relatam, por exemplo, que o óleo de cedro não apresenta atividade antibacteriana isoladamente, mas na mistura de suas propriedades aromáticas, a sua principal função foi de mascarar o odor. A análise da composição química de alguns óleos, por cromatografia, mostrou que os óleos essenciais mais ativos apresentam um teor relativamente importante em alcoóis, fenóis e aldeídos (eugenol, timol, carvacrol, gerânio), poderosos agentes antissépticos, e terpenos (alfa e beta pinenos e limoneno), comprovando a existência de propriedades antimicrobianas conhecidas nestes grupamentos químicos (SARANTÓPOULOS & MORAES, 2009).

Com intuito de agregar qualidade aos produtos, pesquisas recentes tentam desenvolver estratégias alternativas para reduzir o uso de aditivos químicos na indústria alimentícia e minimizar o impacto ambiental de polímeros convencionais tendo como alternativa a utilização de polímeros biodegradáveis para a produção de embalagens (PELISSARI *et al.*, 2009). Dessa forma, o uso de compostos naturais como os óleos essenciais, que possuem forte propriedade bactericida contra patógenos alimentares, vem sendo amplamente explorado (BODINI, 2011).

A atividade antimicrobiana dos óleos essenciais é clara, mas seus mecanismos de ação ainda não estão completamente elucidados. Há consenso de que grande maioria dos compostos é aromática e fenólica e exercem seus efeitos antimicrobianos diretamente na membrana citoplasmática, provocando alterações na estrutura e funções dos micro-organismos (HOLLEY & PATEL, 2005).

No Brasil, pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) vêm desenvolvendo embalagens ativas e inteligentes, comprometidas com a responsabilidade ambiental por incentivar a substituição do plástico. Além de utilizar fontes renováveis, a embalagem possui extratos de óleos essenciais que ajudam a conservar os produtos embalados por mais tempo (APEL *et al.*, 2006). Um dos projetos desenvolve embalagens a partir de fécula de mandioca que tem função antimicrobiana. A composição em questão inclui a fécula de mandioca, óleos essenciais e nanopartículas de argila – para aumentar a resistência à tração e torná-la menos permeável e suscetível à entrada de umidade e oxigênio. Também para coibir a atividade microbiana nos alimentos, foram acrescentados os óleos essenciais que, conforme o contato com o produto libera ingredientes que evitam a deterioração (APEL *et al.*, 2006).

O outro projeto deste grupo de pesquisa desenvolve a “embalagem inteligente”, que traz um material com extratos ricos em antocianina, pigmento natural de vegetais e frutas roxas, como jabuticaba, uva e repolho. Conforme as mudanças do pH do meio, as antocianinas mudam de cor, indicando para o consumidor, a deterioração do produto (APEL *et al.*, 2006), podendo servir como indicadoras de frescor.

Estudos já revelaram que a atividade antimicrobiana de óleos essenciais pode ser influenciada por vários parâmetros, com destaque para o tipo, composição, concentração, processamento e estocagem. Por outro lado, o tipo de micro-organismo e composição do substrato utilizado para multiplicação do micro-organismo também podem fornecer resultados distintos para esta propriedade dos óleos essenciais (BARBOSA, 2010). Uma vez os óleos incorporados aos polímeros e, em contato com o alimento, pode ocorrer uma migração lenta e constante dos agentes bactericidas e/ou bacteriostáticos, por difusão ou separação, para a superfície do produto, de modo que a atividade antimicrobiana ocorra com maior intensidade onde se faz necessário (COMA, 2008). Dentre os óleos essenciais conhecidos que possuem propriedades antimicrobianas, citam-se os de alho, canela, capim cidreira, cravo, cebola, manjeriço, manjerona, menta e mentol, orégano, pimenta-da-jamaica, segurelha, tomilho, que podem ser testados em embalagens ativas para alimentos, por terem potencial antimicrobiano significativo (BURT, 2004; JEAUROUND, 2002; KALEMBA & KUNICKA, 2003). Em um estudo-teste envolvendo 32 tipos de óleos essenciais, verificou-se que o óleo da pimenta-da-jamaica foi o que apresentou maior inibição de 8 gêneros de leveduras, seguido dos óleos essenciais de cravo, cebola, alho, orégano, segurelha e tomilho (SOUZA *et al.*, 2004).

As propriedades inibitórias significativas têm sido relatadas para inúmeras ervas, como por exemplo, em cominho, orégano, alecrim, sálvia, tomilho, dentre outras. Por outro lado, pimenta do reino, pimenta vermelha e gengibre possuem pouca ou nenhuma atividade antimicrobiana (ARAÚJO, 2005).

Estudiosos desenvolveram filmes à base de alginato e policaprolactona incorporados com óleos essenciais de orégano, segurelha e canela e avaliaram as suas propriedades antioxidantes por meio do teste colorimétrico do N-N-dietil-p-fenilenediamina (DPD) (SALMIERI & LACROIX, 2006). Os resultados demonstraram que os filmes à base de orégano exibiram as maiores propriedades antioxidantes. Em outro estudo, verificou-se que as embalagens ativas de papel à base de parafina e compostos ativos (óleo essencial da casca de canela e óleo de orégano) para a conservação de tomate-cereja contra o fungo *Alternaria alternata*, constatou que a utilização de uma concentração de 6% do óleo essencial obtido da casca de canela induziu a inibição quase total do fungo. Além disso, mostrou-se melhor no que se refere à alteração organoléptica do alimento, visto que este é usado em menores concentrações na embalagem do que o óleo essencial obtido do orégano. Sendo assim, a concentração destes compostos ativos quando utilizados em embalagens, devem ser monitorados a fim de obter um produto sem alterações organolépticas (RODRIGUEZ-LAFUENTE, 2010).

Visando melhorar a qualidade dos procedimentos com óleos essenciais, tornou-se comum a utilização de solventes, detergentes ou agentes emulsificadores, a exemplo de *Tween 20*, *Tween 80*, DMSO (dimetilsulfóxido) e etanol, para facilitar a dispersão dos mesmos através do meio de cultura (GROPPO *et al.*, 2002).

As propriedades físicas e químicas desses agentes são importantes para auxiliar na visualização da atividade antimicrobiana dos óleos, no entanto, deve-se levar em consideração que ao se introduzir um agente emulsificador, este está sujeito a possíveis interações com a substância em teste, bem como possuir atividade antimicrobiana. Esses efeitos podem ser acentuados ou minimizados à depender do modo de preparo da solução óleo-agente-emulsificador. Em relação às particularidades do óleo, algumas pesquisas a respeito de sua composição mostram que mesmo variações genéticas intraespecíficas da espécie vegetal podem alterar o teor do princípio ativo presente no óleo. Ademais, outros fatores, como clima, solo, época e forma de plantio, adubação, uso de agrotóxicos, irrigação, tempo e condições ambientais, proveniência do material da planta (fresco ou seco), técnica de extração, fonte botânica, tratos culturais, colheita e padrões de variação geográfica (latitudes e longitudes) afetam a composição química dos óleos, podendo provocar alterações na atividade antimicrobiana (APEL, 2006; SEFIDKON *et al.*, 2007; OLIVEIRA & OLIVEIRA, 2004).

EMBALAGENS ANTIMICROBIANAS

A preocupação com a qualidade microbiológica dos alimentos tem aumentado o interesse pelos filmes antimicrobianos. A embalagem antimicrobiana é um tipo promissor de embalagem ativa que apresenta substância antimicrobiana incorporada e/ou imobilizada no material da embalagem. O princípio básico de atuação dessa embalagem é a adição de uma barreira extra (microbiológica) às barreiras físicas - oxigênio e umidade (HAN, 2003).

A embalagem antimicrobiana é uma forma de embalagem ativa que poderia aumentar a vida de prateleira dos produtos e fornecer segurança aos consumidores. Este tipo de embalagem visa reduzir, inibir ou retardar o crescimento de micro-organismos patogênicos e deteriorantes em alimentos embalados, objetivando estender sua vida de prateleira, conferir segurança ao que está sendo embalado, mantendo por fim a sua qualidade (RODRÍGUEZ *et al.*, 2008). No entanto, deve-se ressaltar que a adição de agentes antimicrobianos também pode afetar as propriedades físicas e mecânicas dos materiais de embalagem (BODINI, 2011; MORAES, *et al.*, 2011).

Os agentes antimicrobianos podem ser incorporados diretamente à matriz polimérica em rótulos, etiquetas ou estar contidos em sachês (OLIVEIRA & OLIVEIRA, 2004). Sua adição nos filmes poliméricos pode ser feita de duas maneiras: incorporação e imobilização. No primeiro caso, há liberação do agente antimicrobiano para o alimento, enquanto na imobilização o composto atua somente em nível de superfície (HAN, 2005).

O uso de embalagens contendo agentes antimicrobianos tem como vantagem a difusão desses compostos para a superfície do alimento de maneira controlada. Com isso, estão presentes em menores quantidades, atendendo a uma demanda atual do consumidor - que é a busca por alimentos livres de conservantes - e apenas onde sua presença é requerida, ou seja, especialmente na superfície do produto, onde a maior parte das deteriorações ocorre.

Quando o antimicrobiano é liberado da embalagem ao longo do tempo, a cinética de multiplicação microbiana e a atividade antimicrobiana na superfície do produto podem ser equilibradas. Dessa forma, a atividade antimicrobiana da embalagem pode ser estendida, garantindo a segurança durante a distribuição dos alimentos (SOARES *et al.*, 2009). Em um estudo no qual foram utilizados filmes incorporados com nisina e natamicina para aumentar a vida de prateleira de queijo muçarela fatiado, foi observada eficácia dos filmes, principalmente, sobre fungos filamentosos e leveduras (PIRES *et al.*, 2008).

Filmes ativos foram desenvolvidos e incorporados com agente antimicrobiano (7% de ácido sórbico) e avaliou-se sua eficácia na conservação da manteiga, após a mesma ser fatiada e inoculada com fungos filamentosos e leveduras, previamente isolados de manteiga. As amostras foram envolvidas com o filme ativo, embaladas em papel alumínio e armazenadas sob temperatura de refrigeração (7°C). A contagem inicial de fungos filamentosos com leveduras na manteiga foi de 3×10^6 UFC.g⁻¹ e após 10 e 20 dias de estocagem observou-se redução de 1 ciclo *log* (9×10^5 UFC.g⁻¹) e 2 ciclos *log* (8×10^4 UFC.g⁻¹) respectivamente, para a manteiga embalada com filme incorporado com 7% de ácido sórbico. Os pesquisadores, então, concluíram que o filme antimicrobiano apresentou alta eficiência na redução de fungos filamentosos e leveduras em manteiga (MORAES *et al.*, 2007).

Alguns fatores podem afetar a efetividade da embalagem antimicrobiana, como as características do antimicrobiano (solubilidade e tamanho da molécula) e do alimento, condições de estocagem e distribuição (tempo e temperatura), método de preparo do filme (extrusão ou *casting*) e interação entre antimicrobiano e polímero (DAWSON *et al.*, 2003; CHA *et al.*, 2003). Desta forma, conhecendo-se os mecanismos de ação deste tipo de embalagem e dos mecanismos de ação e estabilidade dos óleos essenciais pode-se inferir que o mesmo critério poderia ser aplicado para embalagens ativas com óleos essenciais.

EMBALAGENS ANTIOXIDANTES

A oxidação constitui um dos mecanismos mais frequentes de deterioração e redução da vida útil dos alimentos. Além de alterar o gosto e a qualidade nutricional, como a perda de vitaminas e ácidos graxos essenciais dos alimentos, a oxidação resulta em compostos tóxicos e reativos que representam um perigo para os consumidores. As reações oxidativas ocorrem no alimento quando os elétrons são removidos dos átomos ou moléculas tornando o composto oxidado e seu componente receptor, reduzidos (ENDO, 2006).

Para minimizar esses efeitos oxidativos, as indústrias estão empregando agentes antioxidantes (conferindo estabilidade ao alimento) que podem ser incorporados ou empregados na embalagem, onde neste último, está sendo desenvolvido para superar os efeitos causados pelo outro método, conferindo uma maior vida útil ao alimento (ENDO, 2006). Deste modo, os antioxidantes são substâncias com potenciais capazes de erradicar a ação da oxidação através do sequestro de radicais livres e/ou inibição de sua ação (MAHAN & SCOTT-STUMP, 2010).

Uma das tecnologias mais promissoras para preservar alimentos sensíveis à oxidação são as embalagens ativas antioxidantes. Essas embalagens consistem na incorporação de substâncias antioxidantes, como metais, vitaminas e óleos estabilizados, de onde serão liberadas para proteger os alimentos da degradação oxidativa, inibindo ou reduzindo as reações de oxidação ao reagirem com radicais livres e peróxidos e, conseqüentemente, estendendo a sua vida de prateleira.

OS ÓLEOS ESSENCIAIS E A UTILIZAÇÃO EM EMBALAGENS PARA ALIMENTOS

Os óleos essenciais podem ser aplicados na formulação das embalagens ativas para promover propriedades antimicrobianas, e, por conseguinte, estender a vida de prateleira e reduzir ou inibir classes de micro-organismos patogênicos e deteriorantes, sendo encontrados diversos trabalhos que demonstraram tais propriedades, como por exemplo, nos filmes à base de alginato e incorporados com óleo essencial de alho que exibiram atividade antimicrobiana satisfatória (BODINI, 2011).

As embalagens antimicrobianas apresentam-se de várias formas; e a aplicação comercial mais conhecida é na forma de sachês antimicrobianos, contendo agentes voláteis que permitem o controle do desenvolvimento de micro-organismos, como forma para reduzir o crescimento destes. Muitas pesquisas têm sugerido o uso destes compostos naturais (óleos essenciais) como possíveis substitutos dos fungicidas comerciais, indicando que têm potencial de aplicação na incorporação em sachê colocado no interior das embalagens (MEDEIROS *et al.*, 2011; ZIVANOVIC *et al.*, 2005).

As propriedades mecânicas de embalagens antimicrobianas dependem do polímero utilizado (composição química), da interação entre o polímero e o(s) aditivo(s) utilizado(s) e do processamento ao qual foi submetido o material. Sendo assim, o efeito da incorporação de óleos essenciais em filmes sobre as propriedades mecânicas dos mesmos, por exemplo, dependerá da característica de cada óleo e de sua interação com a matriz polimérica (ATARÈS *et al.*, 2010). Neste sentido, pesquisadores desenvolveram sachês incorporados com óleos essenciais e avaliaram as propriedades físico-químicas e microbiológicas de mangas armazenadas em saco de papel contendo esses sachês em seu interior. Os resultados dos halos de inibição indicaram que os óleos essenciais de orégano e capim-limão foram os mais eficientes no controle do desenvolvimento de micro-organismos patogênicos como *Alternaria alternata*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasioidiplodia theobromae* e *Xanthomonas campestris* (MEDEIROS *et al.*, 2011).

Outra pesquisa envolveu a incorporação de diferentes óleos essenciais em filmes comestíveis à base de maçã. Foram avaliados filmes incorporados com óleo de orégano, óleo de canela e óleo de capim-limão e foi observado que os filmes adquiriram características antimicrobianas e excluíram 50% das bactérias nas condições de ensaio. Observou-se que o óleo de orégano foi altamente eficaz contra *Escherichia coli* O157: H7 (ROJAS-GRAÜ *et al.*, 2006). Também foram testados os óleos essenciais de cravo (*Syzygium aromaticum* L.), erva-doce (*Foeniculum vulgare* Miller), cipreste (*Cupressus sempervirens* L.), alfazema (*Lavandula angustifolia* Mill.), tomilho (*Thymus vulgaris* L.), erva-da-cruz (*Verbena officinalis* L.), pinus (*Pinus sylvestris* L.) e alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) quanto à sua atividade antimicrobiana em 18 gêneros de bactérias, que incluíram alguns patógenos importantes e bactérias deteriorantes em alimentos. Nesse estudo, observou-se que todos os óleos tiveram efeitos satisfatórios como antimicrobianos, uma vez que a multiplicação de micro-organismos foi drasticamente reduzida, principalmente das bactérias gram-negativas, incluindo as enterobactérias, enquanto que as bactérias do grupo do ácido láctico mantiveram-se praticamente constante durante a maior parte do período de armazenamento do produto (GÓMEZ-ESTACA *et al.*, 2010).

Um estudo acerca do sinergismo entre a atividade antimicrobiana de três óleos essenciais (óleo de broto de cravo, óleo de canela e óleo de anis-estrelado), associado a filmes elaborados à base de quitosana, verificou que o óleo de canela teve a melhor atividade antimicrobiana quando comparado com os demais óleos analisados contra bactérias e fungos, como por exemplo: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Aspergillus oryzae*, e *Penicillium digitatum* (WANG *et al.*, 2011). Já na utilização do filme elaborado à base de quitosana, efeitos inibidores foram visualizados apenas contra as bactérias, excetuando-se os fungos, não tendo uma notável atividade antimicrobiana. No entanto, o filme de quitosana contendo óleo essencial de canela apresentou um efeito sinérgico, pois esta associação aumentou a atividade antimicrobiana do óleo, fator que pode estar associado à liberação constante do óleo no filme. Este estudo também mostrou que a incorporação de óleos essenciais ao filme de quitosana modificou a sua resistência mecânica, a permeabilidade ao vapor de água, ao teor de umidade e à solubilidade.

Em outro estudo proposto, foram desenvolvidas embalagens ativas com filmes de polipropileno (PP) imobilizados com extrato natural de alecrim e testadas suas propriedades antioxidantes em mioglobina pura e bifés de carne bovina fresca. Estes óleos tinham o intuito de estabilizar a mioglobina e manter a carne com aspecto mais atrativo (SOARES *et al.*, 2009).

O uso de óleos essenciais em embalagens para aumentar a vida de prateleira de carnes resfriadas está descrito amplamente na literatura. Filmes à base de quitosana e gelatina, incorporados com 0,75% (v/p) de óleo essencial de cravo (*Syzygium aromaticum* L.) foram aplicados em carne de bacalhau (*Gadus morhua*), obtendo bons resultados (MELO, 2010).

Em estudos com o óleo de citronela (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) incorporado a embalagens para atuar como repelente de insetos verificou-se que a utilização de extratos naturais de plantas, como a citronela, pode auxiliar na conservação do alimento e facilitar aceitação do mesmo pelos consumidores. Observa-se também neste estudo, que a aplicação de 0,2g/m² de citronela nas embalagens de papelão, poderia reduzir infestações de insetos nas embalagens para alimentos atuando, definitivamente, como repelente de insetos (WONG WONG *et al.*, 2005). Também há relatos de autores que desenvolveram filmes à base de alginato e policaprolactona incorporados com óleos essenciais de orégano, segurelha e canela e avaliaram as suas propriedades antioxidantes demonstrando que os filmes à base de orégano exibiram as maiores propriedades antioxidantes (SOARES *et al.*, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a relevância do tema, verificou-se que o uso dos óleos essenciais em alimentos ainda é muito incipiente. No entanto, ao reduzir os riscos de contaminação em alimentos por origem microbiana, os óleos essenciais podem conferir atributos sensoriais interessantes como a agradável palatabilidade ao alimento por sua interação com o substrato. Além disso, a incorporação de óleos essenciais como agente bactericida ou bacteriostático possibilita a diminuição de outros aditivos intencionais, os quais em uso descontrolado implicam, em longo prazo, riscos à saúde humana.

Com este trabalho, pode-se concluir que o uso de óleos essenciais é relevante para a indústria de alimentos e que estudos maiores devem ser realizados a fim de explorar de modo mais amplo todas e diversas interações entre óleos essenciais, embalagens e alimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APEL, M.A.; SOBRAL, M.; HENRIQUES, A.T. Composição química do óleo volátil de *Myrcianthes* nativas da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. **16**(3), 402-407, 2006.
- AQUINO, L.C.L.; SANTOS, G.G.; TRINDADE, R.C.; ALVES, J.A.B.; SANTOS, P.O.; CARVALHO, L.M.; ALVES, P.B.; BLANK, A.F. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de erva-cideira e manjerição frente a bactérias de carnes bovinas. **Revista Alimentação e Nutrição**. **21**(4), 529-535, 2010.
- ARAÚJO, R.C.Z. **Embalagens ativas com ervas aromáticas e condimentares na conservação de pães artesanais**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2005. 102p.
- ATARÈS, L.; JÉSUS, C.D.E.; TALENS, P.; CHIRALT, A. Characterization of SPI-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils. **Journal Food Engineering**. **99**(3), 384-391, 2010.
- BARBOSA, L.N. **Propriedade antimicrobiana dos óleos essenciais de plantas condimentares com potencial de uso como conservante em carne e hambúrguer bovino e testes de aceitação**. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral e Aplicada). Botucatu, São Paulo: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2010. 121p.
- BODINI, R.B. **Desenvolvimento de materiais poliméricos bioativos à base de gelatina e própolis**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Pirassununga, SP: Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. 86p.
- BOTRE, D.A.; SOARES, N.F.F.; GERALDINE, R.M.; PEREIRA, R.M.; FONTES, E.A.F. Quality of minimally processed garlic (*Allium sativum*) coated with antimicrobial edible coating. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. **27**(1), 32-38, 2007.
- BOTRE, D.A.; SOARES, N.F.F.; EPITIA, P.J.P.; SOUSA, S.; RENHE, I.R.T. Avaliação de filme incorporado com óleo essencial de orégano para conservação de pizza pronta. **Revista Ceres**; **57** (3), 283-291, 2010.
- BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 42 de 14 de janeiro de 1998. Dispõe sobre o regulamento técnico referente à rotulagem de alimentos embalados. [Internet]. Brasília, DF; 1998. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/42_98.htm>. Acesso em: 19 mar. 2012.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. **International Journal of Food Microbiology**. **94**(3), 223-253, 2004.
- CHA, D.S.; COOKSEY, K.; CHINNAN, M.S.; PARK, H.J. Release of nisin from various heat-pressed and cast films. **Swiss Society of Food Science Technology**. **36**(3), 209-213, 2003.
- COMA, V. Bioactive packaging Technologies for extended shelf life of meat-based products. **Meat Science**. **78**(1-2), 90-103, 2008.
- COSTA, R.S.T.da. **Produção de Bioplásticos por Culturas Mistas em SBR**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Aveiro, Portugal: Universidade de Aveiro, 2011. 90p
- DAWSON, P.L.; HIRT, D.E.; RIECK, J.R.; ACTON, J.C.; SOTTHIBANDHU, A. Nisin release from films is affected by both protein type and film-forming method. **Food Research International**. **36** (9-10), 959-968, 2003.
- ENDO, E. **Desenvolvimento e avaliação de filme ativo na conservação de batata (*Solanum tuberosum* L.) minimamente processada**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Seropédica, RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ. 2006. 73p.
- GÓMEZ-ESTACA, J.; LÓPEZ-DE-LACEY, A.; LÓPEZ-CABALLERO, M.E.; GÓMEZ-GUILLÉN, M.C.; MONTERO, P. Biodegradable gelatin-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. **Food Microbiology**. **27**(7), 889-896, 2010.

- GROPPO, F.C.; RAMACCIATO, J.C.; SIMÕES, R.P.; FLÓRIO, F.M.; SARTORATTO, A. Antimicrobial activity of garlic, tea tree oil and chlorexidine against oral micro-organisms. **International Dental Journal**. **52**(6), 433-437, 2002.
- HAN, J.H. **Antimicrobial food packaging**. In: Ahvenainen R (Ed.) Novel food packaging techniques. Washington, CRC Press LLC, 2003.
- HAN, J.H. **Antimicrobial packaging systems**. In: Han JH. (Ed.) Innovations in food packaging. Baltimore, CRC Press LLC, 2005.
- HOLLEY, R.A.; PATEL, D. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oil and smoke antimicrobials. **Food Microbiology**. **22** (4), 273-292, 2005.
- JEAUROUND, E.; SCHUMANN, B.; CLUNIES, M. Supplementation of diets with herbal extracts enhances growth performance in newly-weaned piglets. **Journal Animal Science**. **20** (Suppl.1): 394, 2002.
- KALEMBA, D.; KUNICKA, A. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. **Current Medicinal Chemistry**. **10**(10), 813-829, 2003.
- KRUIJF, N.; VAN BEEST, M.; RIJK, R.; SIPILÄINEN-MALM, T.; LOSADA, P.P.; DE MEULENAER, B. Active and intelligent packaging: applications and regulatory aspects. **Food Additives and Contaminants**. **19**: Suppl 1,144-162, 2002.
- LIMA, I.O.; OLIVEIRA, R.A.G.; LIMA, E.O.; FARIAS, N.M.P.; SOUZA, E.L. Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre espécies de *Candida*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. **16**(2), 197-201, 2006.
- LÓPEZ, P.; SÁNCHEZ, C.; BATLLE, R.; NERÍN, C. Vapor-phase activities of cinnamon, thyme, and oregano essential oils and key constituents against foodborne micro-organisms. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. **55**(11), 4348-4356, 2007.
- LÚCIO, L.M.F.; SILVEIRA, M.F.A.; GERALDINE, R.M.; TAKEUCHI, K.P.; TORRES, M.C.L.; MOURA, C.J. Uso de filmes ativos antimicrobianos incorporados com óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) na conservação de massa fresca. 2011 Iniciação Científica 1-11. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/conpeex/pibic/trabalhos/LISIA_MA.PDF> Acesso em: 15 mar. 2012.
- MAHAN L, K.; SCOTT-STUMP, S. **Krause: Alimentos, nutrição & dietoterapia**. 10ª ed. São Paulo, SP. Roca, 2010.
- MEDEIROS, E.A.A.; SOARES, N.F.F.; POLITO, T.O.S.; SOUSA, M.M.; SILVA, D.F.P. Sachês antimicrobianos em pós-colheita de manga. **Revista Brasileira de Fruticultura. Volume especial: E**, 363-370, 2011.
- MELO, A.A.M. **Efeito do filme ativo incorporado com óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) na conservação de carne resfriada de frango**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Goiânia, GO: Universidade Federal de Goiás, GO. 2010.68p.
- MORAES, A.R.F.; GOUVEIA, L.E.R.; SOARES, N.F.F.; SANTOS, M.M.S.; GONÇALVES, M.P.J.C. Desenvolvimento e avaliação de filme antimicrobiano na conservação de manteiga. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. **27**: Suppl.1, 33-36, 2007.
- MORAES, A.R.F.; VIDIGAL, M.C.T.R.; SOARES, N.F.F.S.; MORAES, L.P.; MELO, N.R.; GONÇALVES, N.P.G. Desenvolvimento e avaliação de filme antimicrobiano aromatizado para aplicação em massa de pastel. **Revista Ciência Rural**. **41**(3), 537-543, 2011.
- OLIVEIRA, L.M.; OLIVEIRA, P.A.P.L.V. Revisão: Principais agentes antimicrobianos utilizados em embalagens plásticas. **Brazilian Journal Food Technology**. **7**(2), 161-165, 2004.
- PELISSARI, F.M.; GROSSMANN, M.V.E.; YAMASHITA, F.; PINEDA, E.A.G. Antimicrobial, mechanical, and barrier properties of cassava starch-chitosan films incorporated with oregano essential oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. **57**(16), 7499-7504, 2009.
- PIRES, A.C.S.; SOARES, N.F.F.; ANDRADE, N.J.; SILVA, L.H.M.; CAMILLOTO G.P.; BERNARDES, P.C. Development and evaluation of active packaging for sliced mozzarella preservation. **Pack Technology Science**. **21**(7), 375-383, 2008.
- RODRIGUEZ, A.; NERÍN, C.; BATLLE, R. New Cinnamon-Based Active paper packaging against *Rhizopus stolonifer* food spoilage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. **56**(15), 6364-6369, 2008.
- RODRIGUEZ-LAFUENTE, A.; NERIN, C.; BATLLE, R. Active paraffin-based paper packaging for extending the shelf life of cherry tomatoes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. **58**(11), 6780-6786, 2010.
- ROJAS-GRAÜ, M.A.; AVENA-BUSTILLOS, R.J.; FRIEDMAN, M.; HENIKA, P.R.; MARTÍN-BELLOSO, O.; MCHUGH, T.H. Mechanical, barrier, and antimicrobial properties of apple puree edible films containing plant essential oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. **54**(24), 9262-9267, 2006.
- SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; MORAES, B.B. Embalagens ativas e inteligentes para Frutas e Hortaliças. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos e Desenvolvimento de Embalagens – ITAL**. **21**(1), 1-7, 2009.
- SALMIERI, S.; LACROIX, M. Physicochemical properties of alginate/polycaprolactone-based films containing essential oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. **54**(26), 10205-10214, 2006.
- SEFIDKON, F.; ABBASI, K.; JAMZAD, Z.; AHMADI, S. The effect of distillation methods an stage of plant growth on the essential oil content and composition of *Satureja rechingeri* Jamzad. **Food Chemistry**. **100**(3), 1054-1058, 2007.
- SIRACUSA, V.; ROCCULI, P.; ROMANI, S.; DALLA ROSA, M. Biodegradable polymers for food packaging: a review. **Trends Food Science Technology** **19**(12), 634-643, 2008.

- SOARES, N.F.F.; SILVA, W.A.; PIRES, A.C.S; CAMILLOTO, G.P.; SILVA, P.S. Novos desenvolvimentos e aplicações em embalagens de alimentos. **Revista Ceres**. **56**(4), 370-378, 2009.
- SOUZA, S.M.C.; PEREIRA, M.C.; ANGÉLICO, C.L.; PIMENTA, C.J. Avaliação de Óleos Essenciais de Condimentos sobre o desenvolvimento micelial de fungos associados a produtos de panificação. **Ciência Agrotécnica**. **28**(3), 685-690, 2004.
- STIEVEN, A.C.; MOREIRA, J.J.; SILVA, C.F. Óleos essenciais de uvaia (*Eugenia piryformis cambess*): avaliação das atividades antimicrobiana e antioxidante. **Eclética Química**. **34**(3), 7-13, 2009.
- TELLES, M.R.; SARAN, L.M.; UNEDA, S.H. Produção, propriedades e aplicações de bioplástico obtido a partir da cana-de-açúcar. **Ciência e Tecnologia**. **2**(1), 52-63, 2011.
- WANG, L.; LIU, F.; JIANG, Y.; CHAI, Z.; LI, P.; CHENG, Y.; JING, H.; LENG, X. Synergistic antimicrobial activities of natural essential oils with chitosan films. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. **59**(23), 12411 – 12419, 2011.
- WERNER, M. **Les Huiles Essentielles**. 2 ed. Paris, France. Editions Vigot, 2002.
- WOLFFENBÜTTEL, A.N. Mas, afinal o que são óleos essenciais? **Informativo CRQ-V**, **105**, 6-7, 2007.
- WONG, K.K.Y.; SIGNAL, F.A.; CAMPION, S.H.; MOTION, R.L. Citronella as an insect repellent in food packaging. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. **53**(11), 4633–4636, 2005.
- YAM, K.L.; TAKHISTOV, P.T.; MILTZ, J. Intelligent packaging: concepts and applications. **Journal Food Science**. **70**(1), 1-10, 2005.
- ZÁRATE-RAMÍREZ, L.S.; MARTÍNEZ, I.; ROMERO,A.; PARTAL, P.; GUERRERO, A. Wheat gluten-based materials plasticized with glycerol and water by thermoplastic mixing and thermomoulding. **Journal of Science Food Agriculture**. **91**(4), 625 – 633, 2011.
- ZIVANOVIC, S; CHI, S; DRAUGHON, A.F. Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils. **Journal of Food Science**. **70**(1), 45–51, 2005.