

Relatório Final de Estágio
Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

**A MIGRAÇÃO DE MATERIAIS DA EMBALAGEM DE PLÁSTICO PARA
GÉNEROS ALIMENTÍCIOS DE ORIGEM ANIMAL**

Américo Jorge Alves Teixeira

Orientador
Prof. Doutor Paulo Manuel Rodrigues Vaz Pires

Co-Orientadores
Eng.^a Paula Cristina Pinto Barbosa
Eng.^o Isidro Batista Taborda da Silva

Porto 2013

Relatório Final de Estágio
Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

**A MIGRAÇÃO DE MATERIAIS DA EMBALAGEM DE PLÁSTICO PARA
GÉNEROS ALIMENTÍCIOS DE ORIGEM ANIMAL**

Américo Jorge Alves Teixeira

Orientador

Prof. Doutor Paulo Manuel Rodrigues Vaz Pires

Co-Orientadores

Eng.^a Paula Cristina Pinto Barbosa

Eng.^o Isidro Batista Taborda da Silva

Porto 2013

RESUMO:

A área de segurança alimentar sempre me suscitou um particular interesse durante o curso, pelo que decidi realizar o meu estágio curricular nesta área, com vista a aprofundar e consolidar os meus conhecimentos.

O meu estágio foi realizado na Silliker Portugal S.A., o que permitiu inteirar-me da importância da segurança alimentar tanto no contexto nacional, como no contexto internacional, o que permitiu o aprofundamento e a consolidação dos conhecimentos no que respeita à higiene e segurança alimentar e ao HACCP, através do acompanhamento de auditorias, consultorias nas áreas da restauração e distribuição.

A ideia do tema do meu relatório de estágio surgiu pelo crescente interesse que a embalagem de plástico tem para o consumidor e para a indústria, no que se refere à segurança alimentar dos nossos dias.

Os materiais permitidos em embalagens de alimentos estão descritos no Regulamento (CE) nº 1935/2004; no entanto, a migração dos materiais da embalagem de plástico para os géneros alimentícios é uma das contaminações que atualmente preocupam o consumidor e podem constituir um perigo para a saúde humana, se não forem respeitadas as boas práticas referentes ao uso dos materiais de embalagem, de acordo com Regulamento (CE) nº 2023/2006, bem como aos materiais que podem ser utilizados no fabrico de embalagens de plástico, Regulamento (UE) nº 10/2011.

Partindo deste princípio, serão abordadas as embalagens de plástico no que se refere à sua função e às suas características e materiais que possam migrar para os géneros alimentícios, em determinadas condições.

Por fim, será abordada a embalagem ativa e inteligente, uma das embalagens do futuro, em que a migração de algumas substâncias intencionalmente incorporadas nos materiais de embalagem virão aumentar a segurança dos géneros alimentícios e prolongar o seu tempo de vida útil.

AGRADECIMENTOS:

Agradeço a todos aqueles que das mais diversas formas contribuíram para o meu progresso académico.

ABREVIATURAS:

FIFO	First In-First Out
FEFO	First End-First Out
mg	miligrama
dm²	decímetro quadrado
m	metro
kg	kilograma
ng	nanograma
µg	micrograma
mL	mililitro
L	Litro
h	hora
°C	graus celsius
g	grama
Gram +	Gram positivo
Gram -	Gram negativo
ZnO	Óxido de zinco
Pd	Paládio
Pt	Platina
UFC	Unidade formadora de colónias
EUA	Estados Unidos da América
EU	União Europeia
CE	Comissão Europeia
UV	Ultravioleta
<i>et al.</i>	<i>et alii</i>

ÍNDICE

Resumo	iii
Agradecimentos	iv
Abreviaturas	v
Introdução	1
A embalagem – qual a sua função?	1
Vida útil e validade dos géneros alimentícios	2
A embalagem de plástico	3
Legislação sobre materiais de embalagem	5
Migração de materiais de embalagem	9
Migração de materiais de embalagem em situações de aquecimento	11
Quais os riscos para a saúde humana?	13
A embalagem do futuro	16
Embalagens ativas e inteligentes definições e principais características	17
Exemplo 1	20
Exemplo 2	22
Metais em embalagens	23
Conclusões	24
Bibliografia	25

INTRODUÇÃO

A embalagem de plástico tem um papel cada vez mais relevante no nosso dia a dia; dadas as mudanças socioeconómicas, o consumidor tornou-se mais exigente, procurando géneros alimentícios cujas características organoléticas originais (sabor, odor e textura, etc.) se prologuem por mais tempo a um custo acessível. Para além disso, o aumento da validade dos géneros alimentícios, desde que seja garantida a segurança ao consumidor e a qualidade do produto, contribui para o aumento da rentabilidade das empresas, através da diminuição das perdas.

No entanto, os materiais das embalagens podem libertar pequenas quantidades dos seus constituintes para os géneros alimentícios que acondicionam, constituindo um perigo para a saúde humana.

No futuro, a embalagem terá que ter características adicionais que permitam uma interação direta entre o alimento e o seu ambiente, melhorando a qualidade e segurança alimentar, tornando-a numa embalagem ativa e inteligente na qual a migração de substâncias intencionalmente incorporadas na embalagem irá permitir um aumento da validade, uma melhoria na preservação das características originais dos produtos e o recurso cada vez menor a conservantes.

A EMBALAGEM – QUAL A SUA FUNÇÃO?

As embalagens de alimentos têm como objetivo garantir o suporte mecânico, de modo a conferir uma proteção contra as influências externas, físicas e mecânicas sobre o alimento, durante todas as fases, ou seja desde o fim do processamento da embalagem até chegar ao seu destino final. Uma das funções de maior importância da embalagem envolve o atraso na deterioração, a extensão da validade e a manutenção da qualidade e segurança dos alimentos embalados. A embalagem também tem como função a proteção contra as agressões ambientais que causam a alteração dos alimentos e bebidas, tais como: calor, luz, presença ou ausência de humidade, oxigénio, enzimas, odores, microrganismos, insetos, poeiras, partículas gasosas, etc.

A embalagem também permite o prolongar da vida útil dos alimentos através da aplicação de várias estratégias, tais como o controlo da temperatura, o controlo da humidade, a adição de produtos químicos, tais como sal, açúcar, dióxido de carbono e ácidos naturais, a extração de oxigénio, ou uma combinação destes, tornando a embalagem mais eficaz (Robertson 2006).

Outras funções importantes da embalagem incluem contenção, conveniência, *marketing* e comunicação.

A contenção permite garantir que um produto não é intencionalmente derramado ou disperso. A comunicação tem como finalidade estabelecer uma ligação entre o consumidor e produtor de alimentos. A comunicação é feita a partir de informações contidas no rótulo, tais como: peso, origem, lista de ingredientes, lote, marca de salubridade, data de embalagem, data de validade, valor nutricional e outras precauções legalmente exigidas para a sua utilização. O *marketing* e a comercialização dos produtos pelas empresas são conseguidos através da exposição e divulgação de embalagens do produto nos locais de venda (Kotler & Keller 2006). As funções secundárias de importância crescente incluem a rastreabilidade, a indicação de violação da embalagem do produto e o controlo da quantidade da embalagem, sendo de realçar que estas características representam uma parte estrutural muito importante da embalagem; no que se refere à conveniência, a embalagem tem que ser funcional, ou seja, de utilização prática, abertura fácil, não permitir desperdícios após a abertura, ser de fácil arrumação, adequar-se ao tipo de consumidor, etc. (Marsh & Bugusu 2007).

VIDA ÚTIL E VALIDADE DOS GÉNEROS ALIMENTÍCIOS

A vida útil de um género alimentício é a recomendação do tempo em que os produtos podem ser comercializados, durante o qual a qualidade, definida de acordo com critérios específicos para cada género alimentício, continua a ser aceitável.

A validade é atribuída com base nos estudos de vida útil dos produtos e no cumprimento das condições recomendadas de transporte, manuseamento e exposição, de forma a garantir a segurança alimentar. Por norma, é mais curta do que o tempo de vida útil, dado que se estabelece uma margem de segurança adequada (por exemplo, 20%).

A vida útil de um género alimentício refere-se à qualidade do produto e a validade refere-se por sua vez à segurança alimentar.

Um produto em que expirou a sua vida útil, pode ainda ser seguro, mas a qualidade não é completamente garantida. Se um produto for usado após o final da validade, não é garantida a sua segurança; no entanto um produto nem sempre é perigoso após o fim da validade.

A vida útil é influenciada por diversos fatores, tais como: exposição à luz, aumento da temperatura, transmissão de gases, humidade e contaminação por microrganismos.

Na maioria das lojas de distribuição alimentar, os produtos que expiram a data de validade são considerados como “produtos não conformes”, pelo que representam perdas para as lojas e indústria, ao não poder ser traduzidos em vendas. Com a finalidade das lojas combaterem esta situação é utilizada a rotação de *stocks*. No armazenamento, aplica-se o conceito de FIFO (*First*

In-First Out), dando saída em primeiro lugar aos produtos com validades menores. Na zona de vendas, os produtos são colocados nas prateleiras de modo a que a maioria dos compradores tem tendência para as levar em primeiro lugar, aplicando o conceito FEFO (*First End-First Out*) e assim, garantir que a venda se efetue preferencialmente antes do fim da validade.

Isto é importante, pois os consumidores irão usufruir dos alimentos mais frescos, com maior qualidade e além disso, algumas lojas terão menores possibilidades de entrarem em incumprimento por venderem produtos fora da data de validade.

A EMBALAGEM DE PLÁSTICO

As embalagens de plástico são a melhor escolha para processadores de alimentos devido a várias razões. Os plásticos são produtos sintéticos poliméricos provenientes da indústria petroquímica, carvão ou gás, podendo ser moldados em qualquer forma e sendo esteticamente agradáveis. (Soroka 2002).

Para além dos polímeros sintéticos, os biopolímeros (polímeros naturais) tais como amido, proteínas, celulose, etc, também se encontram disponíveis para o fabrico de embalagens, tendo como objetivo assegurar um futuro mais sustentável pois, sendo biodegradáveis garantem um benefício para o ambiente. No entanto, não conseguem ainda substituir os plásticos de natureza sintética devido às vantagens técnicas e económicas por estes oferecidas.

Os plásticos são obtidos a partir de polímeros, que podem ser de natureza sintética, natural ou de fermentação bacteriana. São geralmente constituídos por grandes moléculas, sendo estas compostas por cadeias de pequenas unidades de repetição (monómeros), ou ser designados por substâncias iniciadoras, no caso de serem provenientes de fermentação bacteriana.

Os plásticos sintéticos podem ser classificados em **termoplásticos** e em **termoendurecíveis**. Os primeiros tornam-se flexíveis, amolecem gradualmente e fundem com o aumento da temperatura, podendo ser moldados várias vezes, enquanto os segundos, após o fabrico, não podem voltar a ser moldados porque perdem as suas características iniciais. Os termoplásticos são utilizados em embalagens alimentares, sendo os mais conhecidos categorizados da seguinte forma:



PET

– Polietileno tereftalato – Garrafas de água, refrigerantes, garrafas de cerveja, recipientes de manteiga de amendoim; recipientes de óleos vegetais, etc.



HDPE – Polietileno de alta densidade – Sacos (extrusão de filme), proteção (revestimento), garrafas de sumo, recipientes para iogurte; embalagem para cereais (saco interior), etc.



PVC – Policloreto de vinilo – Filme estirável para carnes frescas, frutos e vegetais, filme termoretrátil, bandejas e boiões para *snacks*, chocolates, recipientes para margarinas e manteiga, garrafas de óleo alimentar, etc.



LDPE – Polietileno de baixa Densidade – Embalagens de biscoitos, massas, embalagens de alimentos congelados, etc.



PP – Polipropileno – Filme termoretrátil, taças para gelados e margarinas, camada interior para bandejas termoprocessáveis e para fornos micro-ondas, garrafas para *ketchup* e molhos para enchimento a quente. Embalagens de alimentos sensíveis à humidade (barreira à humidade), embalagens *take-away* descartáveis destinadas ao uso no micro-ondas.



PS – Poliestireno – Copos de iogurte, caixas para bolos, caixas de ovos, copos para gelados, copos, pratos, talheres, consumíveis *take-away*.



OTHER – Outros, por exemplo: Policarbonato (PC) – Garrações de água, resinas, garrafas de leite para bebés, etc.

Os plásticos podem ainda ser classificados em homopolímeros ou heteropolímeros, de acordo com o número de unidades básicas de natureza química diferente (monómeros) que compõem as macromoléculas. Em alguns casos, os nomes dos polímeros são derivados dos monómeros antecidos do prefixo “poli”. Nos polímeros obtidos por adição, é esta a regra de nomenclatura mais usual, exceto se monómeros diferentes estiverem envolvidos na reação. No caso de o monómero ter um nome composto, utiliza-se um parêntesis a seguir ao prefixo “poli”.

A formação de copolímeros resulta na mistura física de vários monómeros, ou substâncias iniciadoras no caso de serem provenientes de fermentação bacteriana. Aos copolímeros, tal como

aos polímeros, são incorporados aditivos para alcançar efeitos tecnológicos específicos que permitem o melhoramento da aparência, resistência e qualidade dos materiais de embalagem, permitindo a alteração das suas características em conformidade com o tipo e finalidade de uso.

LEGISLAÇÃO SOBRE MATERIAIS DE EMBALAGEM

“REGULAMENTO (CE) N.º 1935/2004 - relativo aos materiais e objetos destinados a entrar em contacto com os alimentos

Artigo 5.º

Medidas específicas para grupos de materiais e objetos

Para os grupos de materiais e objetos constantes do anexo I e, se for caso disso, para as combinações desses materiais e objetos, ou dos materiais e objetos reciclados utilizados no fabrico de tais materiais e objetos, podem ser adotadas ou alteradas medidas específicas, nos termos do n.º 2 do artigo 23.º

Essas medidas específicas podem incluir:

- a) Uma lista de substâncias autorizadas para o fabrico de materiais e objetos;
- b) Lista(s) das substâncias autorizadas incorporadas nos materiais e objetos ativos ou inteligentes destinados a entrar em contacto com os alimentos, ou lista(s) dos materiais e objetos ativos ou inteligentes e, se for caso disso, condições especiais de utilização dessas substâncias e/ou dos materiais e objetos em que estão incorporadas;
- c) Critérios de pureza para as substâncias referidas na alínea a);
- d) Condições especiais de utilização das substâncias referidas na alínea a) e/ou dos materiais e objetos em que são utilizadas;
- e) Limites específicos relativamente à migração de certos constituintes ou grupos de constituintes para o interior ou para a superfície dos alimentos, tendo devidamente em conta outras fontes possíveis de exposição a esses constituintes;
- f) Um limite global relativamente à migração de constituintes para o interior ou para a superfície dos alimentos;
- g) Disposições destinadas a proteger a saúde humana contra os riscos decorrentes do contacto bucal com materiais e objetos;

- h) Outras regras para assegurar o cumprimento do artigo 3.º e, sempre que seja aplicável, do artigo 4.º
- i) Regras de base para verificar o cumprimento das alíneas a) a h);
- j) Regras relativas à recolha de amostras e aos métodos de análise para verificar o cumprimento das alíneas a) a h);
- k) Disposições específicas para assegurar a rastreabilidade dos materiais e objetos, incluindo disposições referentes ao prazo durante o qual devem ser conservados registos, ou disposições que permitam, se necessário, derrogar os requisitos do artigo 17º.
- l) Disposições suplementares em matéria de rotulagem de materiais e objetos ativos e inteligentes;
- m) Disposições no sentido de a Comissão estabelecer e manter um registo comunitário («registo») de substâncias, processos ou materiais ou objetos autorizados, o qual estará à disposição do público em geral;
- n) Regras processuais específicas que adaptem, na medida do necessário, o procedimento a que se referem os artigos 8º a 12º ou que o tornem adequado à autorização de determinados tipos de materiais e objetos e/ou processos utilizados no seu fabrico, incluindo, se necessário, um procedimento de autorização individual de uma substância, processo ou material ou objeto, mediante decisão dirigida a um requerente.

Artigo 15.º

Rotulagem

1. Sem prejuízo das medidas específicas referidas no artigo 5º, os materiais e objetos que ainda não tenham entrado em contacto com os alimentos, quando colocados no mercado, devem ser acompanhados:

- a) Da menção «Para contacto com alimentos» ou de uma indicação específica quanto à sua utilização, tal como máquina de café, garrafa de vinho ou colher de sopa, ou do símbolo a seguir reproduzido;



Fig. 1 - Símbolo “Para contacto com alimentos” (*For food use*). Reg. 1935/2004).

Artigo 17.º

Rastreabilidade

1. A rastreabilidade dos materiais e objetos deve ser assegurada em todas as fases, a fim de facilitar o controlo, a retirada de produtos defeituosos do mercado, a informação dos consumidores e a imputação de responsabilidades.
2. Tendo devidamente em conta a viabilidade tecnológica, os operadores de empresas devem dispor de sistemas e procedimentos que permitam identificar as empresas que forneceram ou a que foram fornecidos os materiais ou objetos e, se for caso disso, as substâncias ou produtos utilizados no seu fabrico que estejam abrangidos pelo presente regulamento e respetivas medidas de execução. Essa informação deve ser facultada às autoridades competentes, a seu pedido.
3. Os materiais e objetos que são colocados no mercado comunitário devem ser identificáveis através de um sistema adequado que permita a sua rastreabilidade mediante rotulagem ou documentação ou informações pertinentes.”

“REGULAMENTO (CE) N.º 2023/2006 – Boas práticas de fabrico dos materiais de embalagem

Artigo 2.º

Âmbito de aplicação

O presente regulamento é aplicável em todos os setores e em todas as fases de fabrico, processamento e distribuição de materiais e objetos (...)

Artigo 3.º

Definições

a) «Boas práticas de fabrico (BPF)»: os aspetos do sistema de garantia da qualidade que asseguram que os materiais e objetos são produzidos e controlados de forma coerente, a fim de estarem conformes com as regras que lhes são aplicáveis e com as normas de qualidade adequadas ao uso a que se destinam, não colocando em perigo a saúde humana ou causando alterações inaceitáveis à composição do alimento ou ainda uma deterioração das suas características organoléticas;»

“REGULAMENTO (UE) N.º 10/2011 - relativo aos materiais e objetos de matéria plástica destinados a entrar em contacto com os alimentos

CAPÍTULO II

REQUISITOS DE COMPOSIÇÃO

SECÇÃO 1

Substâncias autorizadas

Artigo 5.º

Lista da União de substâncias autorizadas

1. No fabrico de camadas de plástico em materiais e objetos de matéria plástica, só podem ser usadas intencionalmente as substâncias constantes da lista da União Europeia de substâncias autorizadas (doravante «lista da União») constante do anexo I.

2. A lista da União deve conter:

Monómeros e outras substâncias iniciadoras; Aditivos com exclusão dos corantes;

Adjuvantes de polimerização com exclusão dos solventes;

Macromoléculas obtidas por fermentação bacteriana.

3. A lista da União pode ser alterada em conformidade com o procedimento previsto nos artigos 8º a 12º do Regulamento (CE) n.º 1935/2004.

“REGULAMENTO (CE) N.º450/2009 - relativo aos materiais e objetos ativos e inteligentes destinados a entrar em contacto com os alimentos

CAPÍTULO III
ROTULAGEM

Artigo 11.º

Regras adicionais em matéria de rotulagem

1. Para permitir a identificação, pelo consumidor, das partes não comestíveis, os materiais e objetos ativos e inteligentes ou as suas partes devem ser rotulados sempre que os materiais e objetos ou as suas partes possam parecer comestíveis:

- a) com a menção «NÃO COMER»; e,
- b) quando tecnicamente possível, com o símbolo a seguir reproduzido”



Fig. 2 - Símbolo “Não comer” (*Do not eat*). (Reg.450/2009).

MIGRAÇÃO DE MATERIAIS DE EMBALAGEM

O fornecimento de alimentos seguros e de alta qualidade baseia-se na proteção eficaz da deterioração dos alimentos. No entanto, todos os materiais das embalagens de alimentos podem libertar pequenas quantidades dos seus constituintes químicos quando contactam com o alimento, constituindo numa preocupação e podendo mesmo causar problemas para a saúde do consumidor (Gallart-Ayala *et al.* 2013).

Na última década, alguns incidentes de segurança alimentar têm sido diretamente relacionados com os materiais de embalagem (por exemplo, o alerta para a contaminação dos alimentos por tinta UV- fotoiniciadores em novembro de 2005 na Europa). A autoridade de segurança alimentar italiana detetou que o fotoiniciador 2 - isopropiltioxantona (2-ITX) migrou para o leite

do bebé em concentrações de 120 -300 µg/L, pelo que resultou na retirada do mercado de mais de 30 milhões de litros de leite.

Pouco é mencionado sobre os materiais de embalagem que migram para os alimentos, embora a quantidade do material que migra das embalagens para os alimentos possa atingir um valor 100 vezes maior do que a contribuição de pesticidas ou poluentes ambientais.

Além disso, é difícil comparar a toxicidade, principalmente aguda, que é bem controlada pela intoxicação por pesticidas com a toxicidade, principalmente crónica, de potenciais compostos frequentemente não identificados e cuja proveniência são os materiais de embalagem que migram para os alimentos que consumimos (Gallart-Ayala *et al.* 2013).

O regulamento da UE n.º 10/2011 estabeleceu que os materiais e objetos de plástico não devem ceder os seus constituintes aos simuladores de géneros alimentícios em quantidades superiores a 10 mg de constituintes total libertado por dm² da superfície de contacto com alimentos (mg/dm²).

Além disso, materiais plásticos e artigos destinados a entrar em contacto com géneros alimentícios destinados a lactentes, crianças jovens e às substâncias para as quais o anexo I não determina qualquer limite de migração específica (LME) nem outras restrições, não devem transferir os constituintes quando sujeitos a simuladores de migração de géneros alimentícios em quantidades superiores 60 mg do total de constituintes libertado por kg de alimento testado.

De acordo com o ponto 27º do regulamento da UE n.º 10/2011:

“Ao longo dos últimos anos, têm vindo a ser desenvolvidos materiais de matéria plástica destinados a entrar em contacto com os alimentos que não são constituídos de um só material mas que combinam até 15 camadas de plásticos diferentes a fim de otimizar a funcionalidade e a proteção dos alimentos, reduzindo em simultâneo os resíduos de embalagens. Neste tipo de materiais e objetos de matéria plástica multicamadas, as camadas podem estar separadas do alimento por uma barreira funcional. Esta barreira é uma camada dos materiais e objetos em contacto com os alimentos, impedindo a migração para os alimentos das substâncias que se encontram por detrás da barreira. Podem utilizar-se substâncias não autorizadas atrás de uma barreira funcional, desde que cumpram certos critérios e a sua migração permaneça abaixo de um determinado limite de deteção. Tendo em conta os alimentos para lactentes e para outras pessoas particularmente suscetíveis, bem como a ampla tolerância analítica da análise da migração, deve estabelecer-se um nível máximo de 0,01 mg/kg nos alimentos para a migração de uma substância não autorizada através de uma barreira funcional. As substâncias mutagénicas, cancerígenas ou tóxicas para a reprodução não devem ser usadas nos materiais ou objetos em contacto com os alimentos sem estarem previamente autorizadas e, por conseguinte, não devem ser abrangidas

pelo conceito de barreira funcional. As novas tecnologias que produzem substâncias com uma dimensão de partículas cujas propriedades químicas e físicas diferem significativamente das apresentadas pelas partículas de maior dimensão, por exemplo as nanopartículas, devem ser avaliadas caso a caso no que se refere ao seu risco, até que haja mais informações sobre estas novas tecnologias. Por conseguinte, não devem ser abrangidas pelo conceito de barreira funcional.”

O regulamento (UE) N° 10/2011, definiu no anexo II as **restrições aplicáveis aos materiais e objetos**:

1. Os materiais e objetos de matéria plástica não devem libertar as seguintes substâncias em quantidades superiores aos limites de migração específica indicados:

Bário = 1 mg/kg de alimento ou de simulador alimentar.

Cobalto = 0,05 mg/kg de alimento ou de simulador alimentar.

Cobre = 5 mg/kg de alimento ou de simulador alimentar.

Ferro = 48 mg/kg de alimento ou de simulador alimentar.

Lítio = 0,6 mg/kg de alimento ou de simulador alimentar.

Manganês = 0,6 mg/kg de alimento ou de simulador alimentar.

Zinco = 25 mg/kg de alimento ou de simulador alimentar.

2. Os materiais e objetos de matéria plástica não devem libertar aminas aromáticas primárias, exceto as que constam do quadro 1 do anexo I, numa quantidade detetável para os alimentos ou os simuladores alimentares. O limite de deteção é de 0,01 mg de substância por kg de alimento ou de simulador alimentar. O limite de deteção aplica-se à soma das aminas aromáticas primárias libertadas.

MIGRAÇÃO DOS MATERIAIS DA EMBALAGEM EM CONDIÇÕES DE AQUECIMENTO.

As embalagens de PET são muitas vezes utilizadas para acondicionar produtos de carne desta forma, os materiais utilizados devem ser cuidadosamente selecionados, especialmente para aplicações que envolvam tratamento térmico a altas temperaturas (ou seja, produtos assados e

cozidos), de forma a evitar a libertação de substâncias aromáticas para o alimento causando alterações do sabor, bem como problemas de descoloração (Kontominas *et al.* 2006).

Alin *et al.* (2012) realizaram um estudo em que verificaram as interações entre embalagens de polycarbonato (PC) e de diferentes simuladores de alimentos durante o aquecimento por micro-ondas e aquecimento convencional. Neste estudo foram avaliadas as interações através da identificação dos compostos que migram para simuladores alimentares: iso-octano, etanol e água.

A migração das amostras de embalagens de PC durante o aquecimento por micro-ondas e durante o aquecimento convencional após o aquecimento durante 1 h a 80 °C mostraram que o composto originalmente encontrado era o *9,9-dimethylxanthene*, que migrou em ambas as situações de aquecimento e nos três simuladores de alimentos, mas a migração durante o aquecimento por micro-ondas foi mais elevada (100 vezes). Foram detetadas várias substâncias aromáticas que migraram apenas em determinados simuladores alimentares.

A benzofenona não foi detetada após o aquecimento convencional, sendo encontrada no simulador aquoso após o aquecimento micro-ondas.

O *4-ethoxy-benzoic acid ethyl ester* foi detetado em etanol e iso-octano, após aquecimento em micro-ondas, mas não após aquecimento convencional nestes simuladores alimentares.

Durante o aquecimento com micro-ondas, a migração dos compostos individuais era, na maioria dos casos, superior ao aquecimento convencional.

Estes autores concluíram que o aquecimento por micro-ondas em embalagens de polycarbonato em contato com simuladores alimentares aumentou consideravelmente a migração de compostos de baixo peso molecular. No entanto a migração deste tipo de compostos foi sempre muito menor do que os valores do LME (Alin *et al.* 2012).

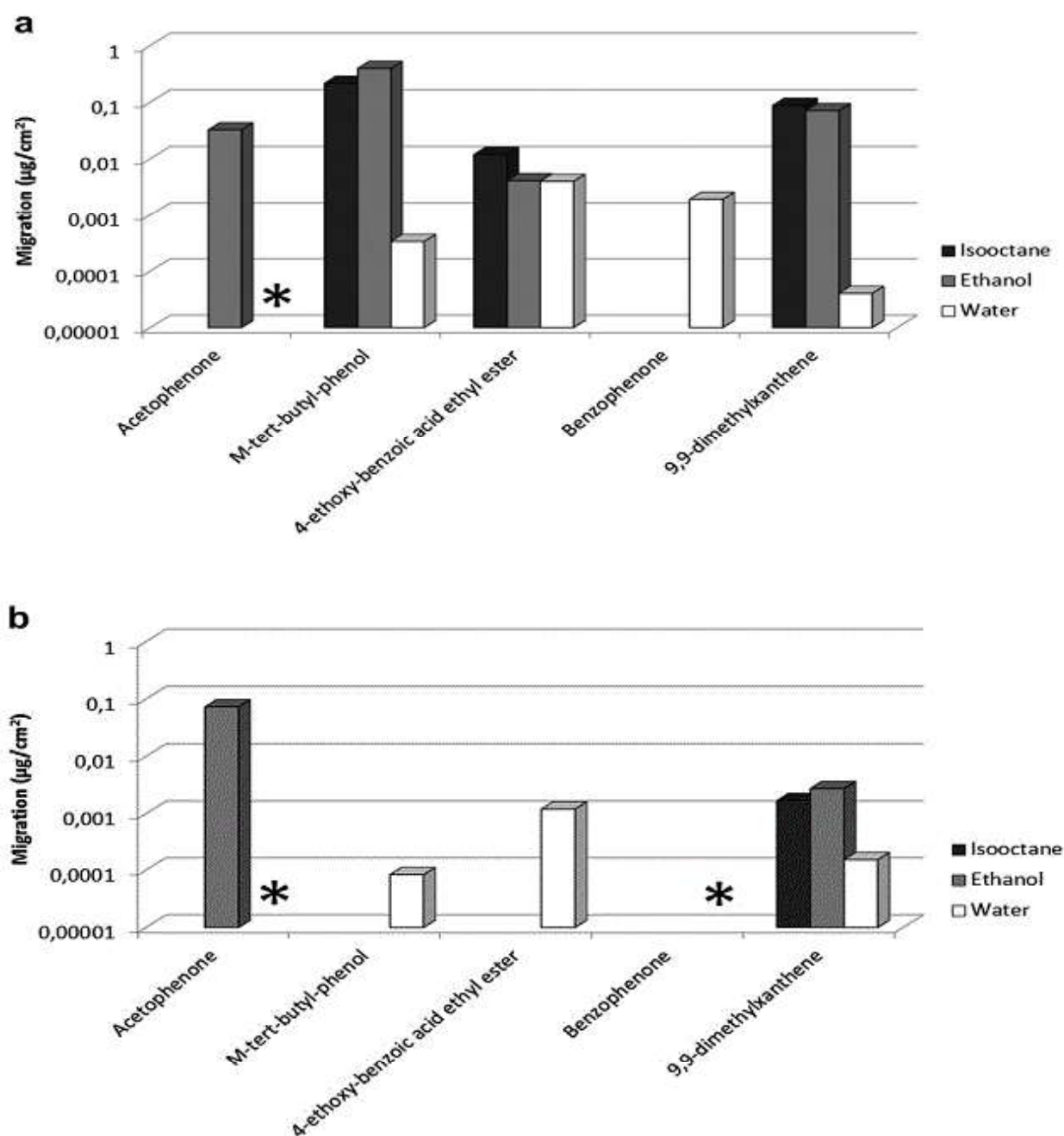


Fig. 3 - A migração de policarbonato (PC) para simuladores de alimentos durante (a) aquecimento micro-ondas; (b) aquecimento convencional; (*) detetado, mas não quantificado (Alin *et al.* 2012).

QUAIS OS RISCOS PARA A SAÚDE HUMANA?

As embalagens de plástico são obtidas a partir de vários polímeros e aditivos, que são utilizados para melhorar a elasticidade, a flexibilidade, a cor, a resistência, a durabilidade, etc. Ambos podem migrar da embalagem para o alimento ao longo do tempo, como resultado de um aumento na temperatura ou alterações mecânicas da embalagem. A presença de componentes do plástico

ou aditivos em alimentos podem afetar as propriedades organoléticas dos alimentos e produzir efeitos nefastos para a saúde do consumidor. Um dos efeitos mais observado é a desregulação endócrina, se os níveis excedem os valores legislados ou toxicológicos. (Wagner & Oehlmann 2009). Muitos monómeros e aditivos, sendo materiais de embalagem de plástico são considerados disruptores endócrinos (DE), tais como os ftalatos (PAE), alquilfenóis (AP), 2,2-bis(4-hidroxi-fenil) propano (bisfenol A ou BPA) e adipato de bis(2-etil-hexilo) (DEHA) atuando no sistema reprodutivo ou agindo como agentes cancerígenos (Fasano *et al.* 2012).

(Ferrara *et al.* 2008) realizaram um estudo onde foi verificada a presença de compostos da família dos AP provenientes de produtos do mar. Estes investigadores encontraram nonilfenol (NP) em mexilhões comestíveis (696 ng.g^{-1}) e em pescado ($44\text{-}55 \text{ ng.g}^{-1}$) valores aferidos em peso fresco; e constataram que este podia ser um potencial veículo para a exposição humana através da sua ingestão.

A lixiviação da embalagem pode ser uma fonte adicional de pontos de acesso para os seres humanos, como demonstrado no leite onde os AP e os PAE variaram de $0,28$ a $85,3 \text{ }\mu\text{g.kg}^{-1}$ (Casajuana *et al.* 2004).

Entre muitos outros usos, o BPA é utilizado para a produção de embalagens de plásticos em policarbonato, de uso para micro-ondas e condutas de água. O aquecimento e contato com quaisquer alimentos ácidos ou básicos, sendo uma medida que faz parte do processo de esterilização em latas ou plástico de policarbonato, leva a um aumento da hidrólise da ligação éster entre as moléculas de BPA. O BPA entra na composição de resinas epóxi e compostos de policarbonato, que entram em contacto com géneros alimentícios e poderão ser libertados para alimentos (Vom Saal *et al.* 2005).

Vandenberg *et al.* (2007) analisaram a exposição humana ao BPA e destacam que a exposição potencial ao BPA está relacionada com a dieta, em particular alimentos armazenados em caixas com revestimentos de resina epóxi ou em água para consumo humano.

O Comité Científico Europeu da Alimentação estima que a exposição ao BPA possa ser $0,48 - 1,6 \text{ g.kg}^{-1}$ por kg de peso corporal por dia, a partir de fontes alimentares. Como resultado do elevado consumo diário de BPA, este tem sido detetado no soro, urina, líquido amniótico e tecidos placentários (Ghisari & Bonefeld-Jorgensen 2009).

O BPA mostrou atividade estrogénica moderada podendo influenciar a reprodução. Alguns estudos indicam que tem um potencial para destruir a ação da hormona da tiroide, proliferação de tecido cancerígeno prostático e do bloqueio da síntese de testosterona (Vom Saal *et al.* 2005).

Atualmente, não há regulamentação dos EUA ou da UE ou limitações sobre a quantidade de BPA nos géneros alimentícios. O BPA é permitido para uso em materiais que entram em contacto com alimentos.

Na UE ao abrigo do Regulamento (UE) N.º 10/2011, respeitante aos materiais e plásticos destinados a entrar em contacto com géneros alimentícios com um limite de migração específica (LME) de 0,6 mg/kg. No entanto, em janeiro de 2011, a UE adotou a Diretiva comunitária 2011/8/UE, proibindo a utilização de BPA no fabrico de biberões infantis em polycarbonato (Gallart-Ayala *et al.* 2013).

Os PAE são derivados do ácido ftálico sendo um dos mais utilizados o ftalato de bis (2-etil-hexilo) DEHP como aditivo no fabrico de películas plastificantes em PVC. Os ftalatos são compostos classificados pela maioria dos países (incluindo a UE e EUA) como substâncias cancerígenas, mutagénicas e tóxicas para a reprodução. A exposição humana ao PAE está a receber uma considerável atenção em círculos políticos e científicos. Os ftalatos são considerados potenciais disruptores endócrinos, devido à sua capacidade de interferir com a sinalização e a produção de androgénio, em animais fetais, sendo estes particularmente sensíveis. Além disso, a exposição a estes produtos químicos em adultos do sexo masculino podem causar alterações na função pulmonar, hepática, renal e das propriedades espermáticas, como a redução de contagem e mobilidade dos espermatozóides. Em seres humanos, os ftalatos são rapidamente metabolizados em monoésteres, sendo excretados pela urina e fezes (Itoh *et al.* 2005), têm sido detetados no soro, líquido amniótico e leite materno (Ghisari & Bonefeld-Jorgensen 2009). A metabolização em monoésteres funcionam como biomarcadores, permitindo determinar uma exposição específica ao ftalato. A principal fonte de exposição aos ftalatos em humanos é a alimentação, podendo ocorrer por via inalatória, e por via cutânea.

A contaminação de alimentos com PAE pode ocorrer durante processamento, manuseamento, transporte e pela migração de materiais de embalagem. Apesar do facto da utilização destes compostos em materiais de embalagem de alimentos ter diminuído nos últimos anos, ainda existem muitos produtos em que a embalagem contém PAE, como plastificantes e que são fontes potenciais de contaminação de alimentos durante o armazenamento. Os ftalatos podem migrar de filmes de embalagens e a taxa de migração é diretamente proporcional à temperatura. Contudo o regulamento europeu 10/2011 definiu os valores máximos admitidos como LME em simuladores alimentares (por exemplo, 0,3 mg/kg para o *di-n-butylphthalate*, 30 mg/kg para o *butylbenzylphthalate* e 1,5 mg/kg para o DEHP. Para os compostos para os quais não há LME, deve ser aplicado um valor de restrição de 60 mg/kg de produto alimentar (Fasano *et al.* 2012).

O DEHA é um éster utilizado como aditivo no fabrico de películas plastificantes de PVC segundo o regulamento 10/2011 o LME é de 18mg.kg^{-1} , sendo também referido por este regulamento que poderá se excedido o valor de LME em alimentos gordos.

A principal fonte de exposição humana do DEHA é através dos géneros alimentícios acondicionados.

Goulas *et al.* (2007) avaliaram a migração dos agentes plastificantes de películas de PVC em vários alimentos e simuladores alimentares. Em particular, o DEHA foi encontrado no queijo envolto em filmes de PVC em níveis entre $31\text{-}429\text{ mg.kg}^{-1}$, enquanto na carne fresca esses níveis variaram de 49 a 151 mg.kg^{-1} .

Considerando a toxicidade do DEHA, um estudo realizado *in vivo* em camundongos demonstrou que este composto pode levar a cancro no fígado, embora não apresente efeitos sobre a maturação sexual ou sobre os níveis hormonais (Ghisari & Bonefeld-Jorgensen 2009).

Neste contexto os riscos para a saúde humana poderão ser praticamente nulos se forem cumpridos com os requisitos legislados nos regulamentos 1935/2004, 10/2011 e 2023/2006.

A EMBALAGEM DO FUTURO

As mudanças sociais, a globalização e a necessidade de medidas de segurança rígidas estão a aumentar a pressão para produzir novos sistemas de embalagem capazes de transportar e acondicionar os géneros alimentícios que também permitem a rastreabilidade ao longo da cadeia de distribuição. Os consumidores têm cada vez mais interesse em produtos prontos-a-comer com atributos semelhantes aos produtos frescos, aumentando, assim, a comercialização de alimentos minimamente processados. No entanto, esses alimentos têm uma grande probabilidade de desidratação, oxidação ou escurecimento, contaminação cruzada através de tábuas de corte, facas, superfícies de trabalho, equipamentos e do ambiente de processamento, etc. Os biofilmes formados por microrganismos são um perigo potencial adicional para o consumidor, em muitos tipos de alimento podendo causar toxinfecções. O potencial crescimento de agentes patogénicos de origem alimentar, tais como *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria* e *Escherichia coli* 0157: H7 deve ser minimizado, e isso leva à necessidade da implementação de sistemas de HACCP, de forma a eliminar estes perigos dos alimentos (Luning *et al.* 2008).

Perante esta situação, os grandes desafios para a indústria de embalagens de alimentos é a são o desenvolvimento de conceitos novos e melhorados da embalagem, em que seja possível criar uma interação útil entre a embalagem, o ambiente e os alimentos (Ahvenainen 2003; Ahvenainen & Hurme 1997).

EMBALAGENS ATIVAS E INTELIGENTES DEFINIÇÕES E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

As definições previstas no Regulamento (CE) N.º1935/2004 e no Regulamento (CE) N.º 450/2009 consideram materiais e objetos ativos: "materiais e objetos que se destinam a alargar o prazo de validade dos alimentos ou a manter ou melhorar o estado dos alimentos embalados. São concebidos de forma a incorporar deliberadamente componentes que libertem substâncias para os alimentos embalados, ou para o ambiente que os envolve; ou que absorvam tais substâncias desses alimentos ou do ambiente que os envolve;". (Brody 2001; Floros *et al.* 1997).

Os materiais e objetos inteligentes são: "materiais e objetos que monitorizam o estado dos alimentos embalados ou do ambiente que envolve os alimentos".

O objetivo da embalagem ativa é a extensão da validade do alimento, contribuindo para a manutenção ou mesmo melhoria da sua qualidade, enquanto o objetivo de embalagens inteligentes é dar indicação e acompanhar a frescura do alimento. (Han *et al.* 2005).

Há muitos diferentes tipos de materiais e objetos ativos e inteligentes, cujas substâncias responsáveis pela função ativa ou inteligente podem estar contidas em recipiente separado por um pequeno saco de papel, ou em que as substâncias podem ser diretamente incorporadas no material de embalagem. Assim, um importante objetivo é a conceção de materiais funcionais que incluam o agente ativo na sua estrutura e em que a substância ativa, possa atuar ou ser libertada de uma forma controlada (Restuccia *et al.* 2010).

Além disso, as embalagens ativas e inteligentes podem ser compostas por uma ou mais camadas ou partes de diferentes tipos de materiais, tais como plásticos, papel e cartão ou revestimentos e vernizes.

Os aditivos incorporados em embalagens ativas têm como função absorver ou eliminar oxigénio, dióxido de carbono, etileno, humidade, odores, sabores, impurezas, etanol; ou a função antioxidante, conservante, antimicrobiana, manutenção ou controlo da temperatura. Na tabela 1, estão descritos exemplos de aplicações aplicáveis em embalagens ativas.

Várias aplicações tecnológicas poderão ser aplicadas às embalagens ativas, tornando a embalagem mais eficaz no controlo da qualidade e segurança dos géneros alimentícios (Tabela 2).

Tabela 1 - Exemplos de aplicações de embalagem ativas para utilização na indústria alimentar. Adaptado Restuccia *et al.* (2010).

Propriedades de absorção e limpeza	Oxigénio, dióxido de carbono, humidade, etileno, odores, impurezas, luz UV
Propriedades de libertação /emissão	Etanol, dióxido de carbono, antioxidantes, dióxido de enxofre, odores
Propriedades de remoção	Catalisar a remoção de componente alimentar: lactose, colesterol
Controlo da temperatura	Embalagens suscetíveis de irem ao micro-ondas e de modificarem com a temperatura.
Controlo microbiológico e de qualidade	Materiais de embalagem com superfície tratada e UV

Tabela 2 - Aplicações de tecnologias de embalagens ativas. Adaptado Restuccia *et al.* (2010)

Tipo de aplicação	Alimento
Absorventes de oxigénio	Leite em pó, chocolates, tortilhas, pizza, massa de pizza, bolos, biscoitos, carnes fumadas e curadas, peixe e queijo
Absorventes de luz	Pizza, leite
Emissores de dióxido de carbono	Carne, peixe
Absorventes variados	Produtos secos e desidratados, carne, aves, peixe
Emissores de etanol	Pão, bolos, peixe
Filmes que contenham coloração	Surumi (“Delícias do Mar”)
Filmes antiaderentes	Fatias de queijo
Filmes permeáveis a trocas gasosas	Saladas e refeições prontas para consumo (<i>Take-away</i>)

Tabela 3 - Exemplos de aplicações de embalagem inteligentes para uso na indústria alimentar. Adaptado Ozdemir & Floros (2004).

Provas de adulteração e integridade das embalagens	Violação da embalagem
Indicadores da qualidade e segurança dos produtos	Indicadores de tempo e temperatura (TTI), dispositivos de deteção de gás, o crescimento microbiano, a deteção de patógenos
Dispositivos de rastreabilidade e <i>chips</i> .	Rótulos de Identificação por Rádio Frequência (RFID), etiquetas anti furto
Autenticidade do produto	Elementos de conceção ocultos impressos e RFID

A embalagem inteligente consiste em tornar uma embalagem tradicional numa embalagem que informe o consumidor sobre as alterações que possam surgir no produto, que podem comprometer a qualidade e a segurança dos produtos embalados.

A tecnologia associada à embalagem inteligente permite detetar pequenas alterações na qualidade do produto embalado, tais como: formação de gás, alteração do pH, alteração da temperatura durante o transporte, etc , bem como verificar a eficácia e integridade dos sistemas de embalagens ativas (Tabela 4).

Estas alterações ficam gravadas na embalagem, sendo o consumidor informado do tipo de alteração que ocorreu em determinado produto. No que se refere à distribuição, este tipo de embalagem permitirá um maior controlo da qualidade e segurança alimentar.

As embalagens inteligentes têm dois tipos de acção ou seja, um tipo em que a embalagem deteta alterações que acontecem no exterior da embalagem, como por exemplo o controlo da temperatura em situações de armazenamento; e as alterações que possam ocorrer no seu interior, como por exemplo a qualidade microbiológica dos alimentos. Neste último caso, havendo um contacto direto entre a embalagem e o alimento, ou com o espaço livre, existe sempre a necessidade da existência de um marcador indicativo da qualidade e/ou segurança dos alimentos embalados. Estes marcadores incluem, por exemplo, indicadores de tempo e temperatura (TTI), indicadores de fugas de gás, indicadores de maturação, indicadores de toxinas, biossensores e RFID (Tabela 3) (Restuccia *et al.* 2010).

Tabela 4 - Sistemas de embalagens inteligentes para aplicações alimentares. Adaptado Restuccia *et al.* (2010)

Indicador	Princípio/reagentes	Fornece informações sobre	Aplicação
Tempo – Temperatura (externo)	Mecânico Químico Enzimático	Condições de armazenamento	Alimentos armazenados sob condições de refrigeração /congelação
Oxigénio (interno)	Corantes Redox Corantes pH e Enzimas	Rotura da embalagem	Alimentos armazenados em embalagem com atmosfera modificada
Dióxido de Carbono (interno)	Químico	Condições de armazenamento de embalagens roturadas	Embalagem de alimentos em atmosfera modificada
Crescimento microbiano (interno)	Corantes pH, todos os corantes que reagem com determinados metabolitos (voláteis ou não voláteis)	Qualidade microbiológica de alimentos	Alimentos perecíveis

A nanotecnologia associada aos materiais de embalagem consiste na aplicação de aditivos no fabrico de embalagens; estes aditivos tem dimensões que podem variar entre 1 e 100 nanómetros (1 nanómetro corresponde a 10^{-9} m).

Estes nanomateriais que possam vir a ser incluídos em embalagens têm como finalidade melhorar as suas características, através do melhoramento da barreira mecânica, o aumento da resistência, a estabilidade ao calor e ao frio, propriedades antimicrobianas, etc.; e do produto, através do aumento do período de conservação, melhorando o sabor, a cor, a textura, a consistência e preservando as características nutricionais dos alimentos por um período de tempo mais alargado (Restuccia *et al.* 2010).

A nanotecnologia está também em desenvolvimento, no sentido de melhorar a rastreabilidade e a monitorização do estado dos alimentos durante o transporte e armazenamento.

Outras aplicações incluem nanotubos de carbono ou nanosensores; os primeiros são cilindros com diâmetros em nanoescala (nanómetros) que podem ser utilizados em embalagens de alimentos para melhorar as suas propriedades mecânicas, embora tenha sido descoberto recentemente que também podem exercer poderosos efeitos antimicrobianos. Os nanosensores podem ser usados para detetar substâncias químicas, patógenos e toxinas em alimentos (Restuccia *et al.* 2010).

Esta tecnologia recente visa diminuir o custo das embalagens inteligentes e diminuir a probabilidade do consumidor ingerir géneros alimentícios nocivos para a sua saúde.

EXEMPLO 1

O Etil Lauroyl Arginate (LAE) é um composto tensoativo catiónico, solúvel em água, tendo um espectro de ação sobre fungos e bactérias. A sua principal função é como agente antimicrobiano, atuando contra fungos, bactérias Gram + e Gram -. Devido ao seu carácter tensoativo catiónico, atua sobre as proteínas microbianas carregadas negativamente, membranas celulares e sistemas enzimáticos, causando a sua desnaturação.

Como consequência direta, ocorre a inibição do crescimento ou a morte dos microrganismos.

Vários estudos têm sido realizados e verificou-se a capacidade antimicrobiana do LAE, assim como a sua segurança de utilização a nível toxicológico. O LAE tem sido considerado como um aditivo alimentar seguro, tanto pela Food and Drug Administration (FDA) como pela Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (EFSA).

Todas estas propriedades tornam este aditivo um composto muito interessante a ser considerado como um agente antimicrobiano para ser incorporado em materiais ativos de embalagens alimentares.

O desenvolvimento da tecnologia de produção de materiais ativos demonstrou várias vantagens sobre os sistemas tradicionais de proteção dos alimentos. Neste caso, o principal objetivo é estender o prazo de validade da embalagem alimentar, sendo conseguido através de uma migração controlada da embalagem para o produto. Isto pode ser visto como uma "migração positiva" de embalagens ativas para os géneros alimentícios.

O regulamento europeu sobre os materiais de embalagem de alimentos ativos (Regulamento (CE) N.º 450/2009) refere-se a alterações na sua composição de materiais de embalagens ativas de modo a que estas não possam interferir com as propriedades organoléticas dos alimentos. No entanto, este não é um problema no caso do LAE, uma vez que não proporciona qualquer odor ou gosto que poderia afetar as propriedades finais dos alimentos.

O LAE pode ser comercializado como conservante de alimentos, e o máximo permitido (115-225 mg/kg, dependendo da categoria do alimento), sendo semelhante aos conservantes comuns, tais como sorbatos, benzoatos ou hidroxibenzoatos enumerados na diretiva relativa aos aditivos alimentares (Pezo *et al.* 2012).

Quando um composto ativo se destina a ser incorporado num material de embalagem, tal como um polímero, a estabilidade térmica do composto é um ponto crítico.

Normalmente vários passos são envolvidos no processo de aquecimento, e a concentração final do composto ativo vai depender da sua estabilidade e compatibilidade com o polímero.

Contudo, ainda não se conhece a estabilidade do LAE, face a um aumento do pH, ou da temperatura pelo que vão ser necessários testes de estabilidade adicionais.

Pezo *et al.* (2012), concluíram que o LAE, um dos, materiais ativos testados, constitui uma opção muito promissora para ser usado como embalagem ativa antimicrobiana. O ponto crítico no desempenho dos materiais da embalagem antimicrobiana é a cinética de libertação do agente antimicrobiano da embalagem. Teoricamente, a validade dos vários géneros alimentícios pode ser notoriamente melhorada. Devido às propriedades de LAE, e apesar de este ser apenas o primeiro protótipo, (Figura 4) pode concluir-se que, de acordo com os resultados obtidos, embalagens ativas contendo LAE poderiam ser lançadas com segurança para o mercado.

METAIS EM EMBALAGEMS

Alguns metais podem ser incorporados em polímeros, destinados a entrar em contacto com os alimentos para melhorar a mecânica e as propriedades de barreira, evitando a fotodegradação dos plásticos.

Além disso, os metais pesados são antimicrobianos eficazes sob a forma de sais, óxidos, e coloides tais como complexos de zeólitos de prata ou nanopartículas elementares.

Os metais são incorporados em embalagens para fins de conservação de alimentos e para a higienização de superfícies em ambientes industriais. Outras propriedades dos metais são relevantes em embalagens ativas, tais como a capacidade para a oxidação do etileno ou a eliminação de oxigénio, podendo ser usadas para prolongar o tempo de conservação de alimentos (Llorens *et al.* 2012).

Entre os catiões metálicos, a prata iónica é conhecida pela grande capacidade antimicrobiana contra uma ampla variedade de bactérias Gram + e Gram -, e por uma longa duração de ação. Tem propriedades de baixa volatilidade e de baixa toxicidade para as células eucarióticas. Além disso, nos últimos anos a prata tem vindo a ganhar popularidade, devido à propagação de *Staphylococcus aureus* resistentes a antibióticos (Percival *et al.* 2005; Chopra 2007).

Foram descritos diferentes mecanismos de ação para prata iónica. Os iões de prata interagem significativamente com componentes citoplasmáticos, ácidos nucleicos e alterando as atividades enzimáticas após a quelação dos grupos tiol das proteínas (Han *et al.* 2005).

Pinto *et al.* (2009) e Fernandez *et al.* (2009) estudaram incorporações de prata em diferentes materiais de celulose. A prata incorporada em pasta de celulose mostrou propriedades diferenciais, tendo demonstrado uma boa atividade antimicrobiana contra *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e a formação de esporos de *Bacillus subtilis* em meios de cultivo ricos em proteínas. Foi necessária uma concentração de 60 mg Ag^+ /kg incorporada em absorventes em contato com carne bovina para reduzir a carga microbiana 1 log UFC/ml.

Li *et al.* (2009) testaram a viabilidade de ZnO incorporado em polímeros destinados a embalagens de alimentos de PVC e verificaram atividade antimicrobiana contra *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*.

Yu *et al.* (2004) usaram matrizes poliméricas de termoplástico reforçado, como PP, LDPE, PET e 6,6 e 1 % em peso de paládio ou platina. As nanopartículas de Pd e Pt fornecem propriedades

notáveis de eliminação de oxigénio, que podem ser de interesse em aplicações na embalagem alimentar de futuro (Llorens *et al.* 2012).

CONCLUSÕES:

O objetivo deste trabalho foi fazer uma abordagem à temática das migrações dos materiais de embalagem de plástico para os géneros alimentícios.

A principal fonte foram artigos científicos, com a mais atual informação.

É um tema importante para os consumidores, porque alguma vez tomamos um café num copo de plástico, estivemos num local onde degustamos uma refeição em pratos e talhares de plástico, compramos produtos que vêm acondicionados em embalagem de plástico, trazemos o nosso almoço num recipiente de plástico, que depois aquecemos no micro-ondas, bebemos água em garrafas de plástico, compramos peixe ou carne em embalagem de plástico, etc.

Com a globalização e com a crescente escalada dos preços dos bens de primeira necessidade, com o aumento da procura por alimentos com o mínimo teor em conservantes e maior frescura, com um poder de compra dos consumidores cada vez mais reduzido, torna-se cada vez mais inevitável que a opção de compra de muitas pessoas recaia sobre produtos com embalagem de plástico.

Com as escolhas do consumidor as empresas seguem as tendências que o mercado exige e procuram embalagens mais económicas e eficientes com objetivo de maximizar a forma de venda dos seus produtos, diminuindo as perdas.

Com este trabalho foi possível verificar que as embalagens têm sofrido uma constante atualização, que as tornam mais seguras, garantindo a proteção do alimento e não transmitindo compostos da embalagem para o alimento que sejam nocivos para a saúde do consumidor. A embalagem tem a finalidade de prolongar ao máximo a vida útil do género alimentício, de forma a que este se preserve por muito mais tempo com as características de frescura iniciais.

Nesse sentido, os regulamentos 1935/2004, 10/2011 e 2023/2006 estabelecem as regras de fabrico dos materiais de embalagem, assim como o tipo de materiais e aditivos que podem ser incorporados nas embalagens que se destinam ao contacto com géneros alimentícios, garantindo a rastreabilidade, bem como as boas práticas de fabrico das embalagens.

As embalagens ativas e inteligentes, cumprindo com as menções previstas nos regulamentos acima referidos e com o regulamento 450/2009, terão no futuro uma grande utilidade, no entanto ainda necessitam de muitos testes que permitam que a migração de substâncias intencionalmente incorporadas na embalagem seja controlada, não provoque efeitos indesejados nos alimentos e

danos para o consumidor. Neste caso em particular a migração de substâncias intencionalmente incorporadas na embalagem será uma vantagem para a validade do produto, e para o consumidor, que terá ao seu dispor funções adicionais intrínsecas à própria embalagem, que permitirão atestar as variações ocorridas no produto.

Para as empresas será uma vantagem no sentido de estender a validade do produto, que terá menos perdas na sua comercialização, permite garantir uma rastreabilidade mais eficaz e assegurar um maior controlo do produto final.

BIBLIOGRAFIA:

Ahvenainen R (2003) **Novel food packaging techniques**, CRC Press

Ahvenainen R, Hurme E (1997) “Active and smart packaging for meeting consumer demands for quality and safety” **Food Additives and Contaminants**, 14, 753–763

Alin J, Hakkarainen M (2012) “Migration from polycarbonate packaging to food simulants during microwave heating” **Polymer Degradation and Stability** 97, 1387-1395

Brody AL (2001) “What’s active in active packaging” **Food Technology**, 55, 104–106

Casajuana N, Lacorte S (2004) “New methodology for the determination of phthalate esters, bisphenol A, bisphenol A diglycidyl ether, and nonylphenol in commercial whole milk samples” **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 52, 3702-3707

Chopra I (2007) “The increasing of silver-based products as antimicrobial agents: a useful development or a cause for concern?” **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, 59, 587-590

Fasano E, Bono-Blay F, Cirillo T, Montuori P, Lacorte S (2012) “Migration of phthalates, alkylphenols, bisphenol A and di(2-ethylhexyl)adipate from food packaging” **Food Control** 27, 132-138

Fernandez A, Soriano E, Lopez-Carballo G, Picouet P, Lloret E, Gavara R (2009) “Preservation of aseptic conditions in absorbent pads by using silver nanotechnology” **Food Research International**, 42, 1105-1111

Ferrara F, Ademollo N, Delise M, Fabietti F, Funari E (2008) “Alkylphenols and their ethoxylates in seafood from the Tyrrhenian Sea” **Chemosphere**, 72, 1279-1285

Floros JD, Dock LL, Han JH (1997) “Active packaging technologies and Applications” **Food Cosmetics and Drug Packaging**, 20, 10–17

Gallart-Ayala H, Núñez O, Lucci P (2013) “Recent advances in LC-MS analysis of food-packaging contaminants” **Trends in Analytical Chemistry**, Vol. 42, 99-124

Ghisari M, Bonefeld-Jorgensen EC (2009) “Effects of plasticizers and their mixtures on estrogen receptor and thyroid hormone functions” **Toxicology Letters**, 189, 67-77

- Goulas AE, Zygoura P, Karatapanis A, Georgantelis D, Kontominas MG (2007) "Migration of di(2-ethylhexyl)adipate and acetyltributyl citrate plasticizers from food-grade PVC film into sweetened sesame paste (halawa tehineh): kinetic and penetration study" **Food and Chemical Toxicology**, 45, 585-591
- Han JH, Ho CHL, Rodrigues ET (2005) "Intelligent packaging. In J. H. Han (Ed.), **Innovations in food packaging** Elsevier Academic Press, Oxford
- Itoh H, Yoshida K, Masunaga S (2005) "Evaluation of the effect of governmental control of human exposure to two phthalates in Japan using a urinary biomarker approach" **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, 208, 237-245
- Kontominas MG, Goulas AE, Badeka AV, Nerantzaki A, (2006) "Migration and sensory properties of plastics-based nets used as food-contacting materials under ambient and high temperature heating conditions" **Food Additives and Contaminants**, 23(6), 634-641
- Kotler P & Keller K (2006) **Marketing management**, 12th ed., Upper Saddle River, NJ, Pearson
- Kuorwel KK, Marlene JC, Sonneveld K, Miltz J, Bigger SW (2013) "Migration of antimicrobial agents from starch-based films into a food simulant" **LWT - Food Science and Technology** 50, 432-438
- Li X, Xing Y, Jiang Y, Ding Y, Li W (2009) "Antimicrobial activities of ZnO powder-coated PVC film to inactivate food pathogens" **International Journal of Food Science and Technology**, 44, 2161-2168.
- Llorens A, Lloret E, Picouet PA, Trbojevich R, Fernandez A (2012) "Metallic-based micro and nanocomposites in food contact materials and active food packaging" **Trends in Food Science & Technology** 24, 19-29.
- Luning PA, Bango L, Kussaga J, Rovira J, Marcelis WJ (2008) "Comprehensive analysis and differentiated assessment of food safety control systems: a diagnostic instrument" **Trends in Food Science & Technology**, 19, 522-534.
- Marsh K, Bugusu B (2007) "Food Packaging Roles, Materials, and Environmental Issues", **Journal of Food Science** Vol. 72, N°. 3
- Ozdemir M, Floros JD (2004) "Active food packaging technologies" **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 44, 185-193.
- Percival SL, Bowler PG, Russell D (2005) "Bacterial resistance in wound care", **Journal of Hospital Infection**, 60, 1-7.
- Pezo D, Navascués B, Salafranca J, Nerín C (2012) "Analytical procedure for the determination of Ethyl Lauroyl Arginate (LAE) to assess the kinetics and specific migration from a new antimicrobial active food packaging" **Analytica Chimica Acta** 745, 92-98
- Pinto RJB, Marques PAAP, Neto CP, Trindade T, Daina S, Sadocco P (2009) "Antibacterial activity of nanocomposites of silver and bacterial or vegetable cellulosic fibers" **Ata Biomaterialia**, 5, 2279-2289.

REGULAMENTO (CE) Nº 2023/2006 (2006) “relativo às boas práticas de fabrico de materiais e objetos destinados a entrar em contacto com os alimentos” **Jornal Oficial da União Europeia**, L 384, 75-78, 29.12.2006.

REGULAMENTO (CE) Nº 450/2009 (2009) “relativo aos materiais e objetos ativos e inteligentes destinados a entrar em contacto com os alimentos” **Jornal Oficial da União Europeia**, L 135, 3-11, 30.5.2009.

REGULAMENTO (CE) Nº. 1935/2004 (2004) “relativo aos materiais e objetos destinados a entrar em contacto com os alimentos e que revoga as diretivas 80/590/CEE e 89/109/CEE” **Jornal Oficial da União Europeia**, L 338, 4-17, 13.11.2004.

REGULAMENTO (UE) Nº. 10/2011 (2011) “relativo aos materiais e objetos de matéria plástica destinados a entrar em contacto com os alimentos” **Jornal Oficial da União Europeia**, L 12, 1-83, 15.1.2011

Restuccia D, Spizzirri UG, Parisi OI, Cirillo G, Curcio M, Iemma F, Puoci F, Vinci G, Picci N (2010) “New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packaging for food industry applications” **Food Control** 21, 1425–1435.

Robertson GL (2006) **Food packaging: principles and practice**, 2nd ed., CRC Press.

Singh P, Saengerlaub S, Wani AA, Langowski HC (2012) “Role of plastics additives for food packaging” **Pigment & Resin Technology** 41/6, 368–379.

Soroka W (2002) “Fundamentals of Packaging Technology” **Institute of Packaging Professionals**, Naperville, IL.

Vandenberg LN, Hauser R, Marcus M, Olea N, Welshons WV (2007) “Human exposure to bisphenol A (BPA)” **Reproductive Toxicology**, 24, 139-177

Vom Saal FS, Hughes C (2005) “An extensive new literature concerning lowdose effects of bisphenol A shows the need for a new risk assessment” **Environmental Health Perspectives**, 113(8), 926-933.

Wagner M & Oehlmann J (2009) “Endocrine disruptors in bottled mineral water: total estrogenic burden and migration from plastic bottles” **Environmental Science and Pollution Research**, 16, 278-286.

Yu J, Liu RYF, Poon B, Nazarenko S, Koloski T, Vargo T (2004) “Polymers with palladium nanoparticles as active membrane materials” **Journal of Applied Polymer Science**, 92, 749-756.

Sites da internet:

<http://pt.wikipedia.org/wiki/FEFO>

<http://pt.wikipedia.org/wiki/FIFO>

http://pt.wikipedia.org/wiki/Politereftalato_de_etileno

http://en.wikipedia.org/wiki/High-density_polyethylene

http://pt.wikipedia.org/wiki/Cloreto_de_polivinila

http://en.wikipedia.org/wiki/Low-density_polyethylene

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Polipropileno>

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Poliestireno>

http://en.wikipedia.org/wiki/Plastic_recycling

www.esb.ucp.pt/twt/embalagem/MyFiles/biblioteca/.../seb41.pdf