

Aspectos relacionados ao controle sanitário de filmes plásticos esticáveis comercializados para uso doméstico

Aspects related to the sanitary control of stretch plastic films for domestic use

Paulo Eduardo Masselli

Bernardo* 

Lúcia Tieco Fukushima Murata 

RESUMO

Introdução: Os filmes plásticos flexíveis e esticáveis são comercializados visando o uso doméstico em residências e estabelecimentos comerciais para embalar ou proteger diversos tipos de produtos alimentícios. Os materiais plásticos, quando utilizados em contato direto com alimentos, em condições de uso, não podem transferir substâncias contaminantes aos alimentos, em quantidades que representem risco à saúde humana. **Objetivo:** Avaliar os filmes plásticos esticáveis destinados ao uso doméstico, adquiridos em estabelecimentos comerciais, simulando contato com alimentos gordurosos e realizar uma abordagem referente aos aspectos relacionados aos dizeres de rotulagem, segurança alimentar e meio ambiente. **Método:** O ensaio de migração total foi realizado por meio do contato do filme plástico com o simulante de alimentos gordurosos, solução de etanol a 95% (v/v), por um período de 10 dias a 40°C e por 24 h a 20°C. Os valores médios percentuais de perda de massa dos filmes plásticos foram determinados após ensaio de migração. **Resultados:** Os filmes plásticos esticáveis comercializados no Brasil para uso doméstico, analisados em contato com o simulante de alimentos gordurosos, apresentaram valores de migração total superiores ao limite estabelecido na legislação. Os filmes de origem estrangeira apresentaram valores de migração total em níveis adequados e considerados seguros, sendo que apenas uma marca estrangeira apresentou valores superiores ao limite estabelecido no Mercosul. Nos filmes esticáveis de PVC, os resultados percentuais de perda de massa foram de 21,75 a 25,67 (%) e nos filmes plásticos de PEBD, os resultados percentuais foram inferiores a 1,00 (%). **Conclusões:** Os dados obtidos neste estudo evidenciam a necessidade de um contínuo monitoramento no controle de qualidade dos filmes esticáveis comerciais quando utilizados em contato direto com alimentos gordurosos. Informações do aditivo plastificante incorporado ao filme plástico esticável nos dizeres de rotulagem da embalagem comercial e ações orientativas no uso, aplicações e descarte dos filmes plásticos esticáveis deveriam ser implantadas e estimuladas, pelos órgãos de controle sanitário, meio ambiente e proteção do consumidor.

PALAVRAS-CHAVE: Filmes Plásticos; Filmes de PVC Comercial; Filmes Plásticos Esticáveis; Ensaio de Migração e Segurança Alimentar

Núcleo de Águas e Embalagens,
Instituto Adolfo Lutz, São Paulo,
SP, Brasil

* E-mail: paulo.bernardo@ial.sp.gov.br

Recebido: 06 jun 2022

Aprovado: 27 out 2022

Como citar: Bernardo PE, Murata LTF. Aspectos relacionados ao controle sanitário de filmes plásticos esticáveis comercializados para uso doméstico. Vigil Sanit Debate, Rio de Janeiro. 10(4):90-98, novembro 2022. <https://doi.org/10.22239/2317-269X.02083>

ABSTRACT

Introduction: Flexible and stretchable plastic films are the most used in residences and commercial establishments. Plastic materials, when used in direct contact with food, under appropriate conditions of use, cannot transfer contaminating or toxic substances to food, in quantities that represent a risk to human health. **Objective:** Evaluate stretch plastic films for domestic use purchased in commercial establishments for domestic use, simulating contact with fatty foods and make an approach on aspects related to labelling, food safety, and environment. **Method:** The total migration test was carried out by contacting plastic film with the fatty food simulant, 95% ethanol solution (v/v), for a period of 10 days at 40°C and for 24 hours at 20°C. The mean percentage values of mass loss of plastic films were determined after the migration test. **Results:** Stretch



plastic films for domestic use in Brazil, analysed in contact with the fatty food simulant, showed total migration values above the limit established in the legislation. Foreign plastic films presented values of total migration at adequate levels and were considered safe; only one film presented a value above the maximum tolerable limit in Mercosul. In PVC stretch films, the percentage results of mass loss were from 21.75 to 25.67 (%) and in LDPE plastic films, percentage results were less than 1.00 (%). **Conclusions:** Data obtained in this study show the need for continuous monitoring in the quality control of stretch films plastic when used in direct contact with fatty foods. Both information on the plasticizer used in the stretch plastic films on the commercial packaging label, and guidance actions on the use and application of stretch plastic films should be implemented and encouraged by agencies for sanitary and environmental control, and for consumer protection.

KEYWORDS: Plastic Films; Commercial Films of PVC; Stretch Plastic Films; Tests Migration and Food Safety

INTRODUÇÃO

Os filmes plásticos esticáveis ou estiráveis, produzidos de policloreto de vinila (PVC), são comercializados em pequenas bobinas (rolos) para uso doméstico e bobinas maiores para estabelecimentos comerciais. No comércio é comum encontrar esses filmes sendo utilizados para embalar e proteger alimentos como: carnes, peixes, frangos, queijos, vegetais, grãos, cereais, frutas etc.

Os filmes de PVC necessitam da incorporação de aditivos plastificantes e estabilizantes para adquirir boas propriedades de flexibilidade e maleabilidade¹. Os aditivos são substâncias intencionalmente adicionadas à formulação do material para atingir um efeito físico ou químico durante a fabricação do plástico ou no material ou no objeto final². Atualmente, mais de 300 tipos diferentes de plastificantes são conhecidos, dos quais entre 50 e 100 estão em uso comercial, sendo que destes 95% são produzidos para uso final no PVC. É importante ressaltar que os plastificantes não são apenas aditivos, como cargas ou pigmentos, mas são importantes compostos que determinam as propriedades físicas dos produtos poliméricos³. No Brasil, os filmes plásticos esticáveis de PVC com plastificantes incorporados na matriz polimérica são os mais utilizados em residências e estabelecimentos comerciais para proteger diversos tipos de produtos alimentícios⁴. O filme de PVC esticável é considerado prático para armazenar alimentos, pois possui boa aderência em outras superfícies e alta permeabilidade a gases, o que o torna uma ótima opção para o acondicionamento de produtos *in natura*.

Os aditivos plastificantes adicionados ao PVC mais comuns são o ftalato de di(2-etil-hexila) (DEHP) e o adipato de di-(2-etil-hexila) (DEHA), também conhecidos por ftalato de doctila (DOP) e adipato de dioctila (DOA), respectivamente⁵. Os ftalatos são amplamente utilizados na indústria para a fabricação de filmes de PVC⁶, pois são os plastificantes que oferecem a melhor relação custo/benefício para a produção de filmes plásticos com propriedades satisfatórias de conservação e praticidade⁴. No Brasil, plastificantes como DEHA e DEHP são utilizados em um grande número de filmes flexíveis de PVC comerciais, e se faz necessária uma maior conscientização sobre a utilização destes plastificantes⁶.

À medida que as pesquisas avançam, elas revelam o potencial de risco à saúde humana e os efeitos da exposição aguda e crônica em diferentes populações expostas aos ftalatos^{7,8,9,10,11,12,13,14,15} e adipatos^{16,17,18}. Uma das principais fontes de exposição humana aos plastificantes DEHP e DEHA têm sido reportada por meio da

ingestão de alimentos^{5,8,19,20}. No caso do DEHA, isso se deve à migração do plastificante adicionado ao filme de PVC, em particular para alimentos gordurosos, como queijo e carne²⁰. Assim podemos supor que, no futuro, o uso de plastificantes sintéticos em filmes plásticos de PVC para contato direto com alimentos, será cada vez mais restrito⁸.

Há alguns estudos a respeito de plastificantes produzidos de fontes naturais a partir da epoxidação de óleos vegetais ou de ésteres insaturados, que aparecem como possíveis alternativas aos plastificantes sintéticos^{5,21,22,23,24,25,26,27,28}. No entanto, qualquer alternativa livre dos plastificantes sintéticos deve ser cuidadosamente avaliada com base em estudos toxicológicos, no monitoramento de efeitos à saúde em longo prazo e em sua eficácia operacional⁸.

Em alguns países desenvolvidos, é comum encontrar em estabelecimentos comerciais filmes plásticos esticáveis para uso doméstico fabricados com polietileno de baixa densidade (PEBD). Esses filmes também apresentam boas propriedades de flexibilidade e maleabilidade, sem a necessidade da incorporação de grandes quantidades de aditivos plastificantes, o que diminui consideravelmente os riscos de exposição alimentar e ambiental quando comparados aos filmes de PVC.

Atualmente, no Brasil são comercializados filmes plásticos esticáveis, de diversas marcas comerciais, com diferentes compostos plastificantes e outras substâncias na composição, inclusive substâncias com ação antimicrobiana. Filmes plásticos quando em contato direto com alimentos, nas condições previsíveis de uso, não devem ceder aos mesmos, substâncias indesejáveis, tóxicas ou contaminantes, que representem um risco à saúde humana²⁹. A regulamentação, o controle sanitário e a fiscalização dos produtos e serviços que envolvam risco à saúde humana competem às instituições públicas que promovem a proteção da saúde da população por intermédio do controle sanitário da produção e da comercialização de produtos e serviços submetidos à vigilância sanitária.

O controle sanitário dessas embalagens é realizado através de análises que, do ponto de vista de saúde pública, visam determinar a compatibilidade da embalagem com o alimento que será acondicionado, nas condições usuais de emprego, elaboração e armazenamento. O potencial de interação do material de embalagem e o nível de contaminação indireta do produto alimentício acondicionado devem ser fiscalizados pela Vigilância Sanitária.



No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) do Ministério da Saúde, é o órgão responsável pelas legislações que regulam esses produtos. Essas legislações estão harmonizadas no Mercado Comum do Sul (Mercosul) e estabelecem os critérios gerais para análise de embalagens plásticas destinadas ao contato com alimentos. A conformidade do material plástico para contato com alimentos depende da aprovação na Resolução nº 51, de 26 de novembro de 2010, da Anvisa, que dispõe “sobre migração em materiais, embalagens e equipamentos plásticos destinados a entrar em contato com alimentos”, sendo publicado também pelo Conselho Mercado Comum, como na Resolução Mercosul nº 32, de 15 de junho de 2010, sobre migração em materiais, embalagens e equipamentos plásticos, destinados a entrar em contato com alimentos^{30,31}.

A Resolução do Grupo Mercado Comum (GMC) nº 20, de 13 de novembro de 2021, estabelece o limite máximo de migração total (LMT) de 10,0 mg/dm², modificando a Resolução GMC nº 56, de 15 de dezembro de 1992, que apresenta as disposições gerais para embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos^{2,32,33}.

Este trabalho teve como objetivo realizar o controle sanitário de filmes plásticos esticáveis destinados ao uso doméstico, adquiridos em estabelecimentos comerciais, de diferentes marcas, comercializados no mercado nacional e em outros países, simulando contato com alimentos gordurosos. Após realização dos ensaios de controle sanitário foi realizada uma abordagem referente aos aspectos relacionados aos dizeres de rotulagem, segurança alimentar e meio ambiente.

MÉTODO

Foram analisadas 15 amostras em triplicata de filmes flexíveis comerciais de PVC e PEBD, de diferentes marcas, sendo oito marcas fabricadas por empresas brasileiras e sete marcas de origem estrangeira.

No mercado nacional, todas as oito marcas declararam no rótulo da embalagem que comercializavam filmes plásticos esticáveis produzidos com PVC. No mercado internacional, das sete marcas analisadas, duas comercializavam filmes de polietileno declarados no rótulo da embalagem comercial, uma marca comercializava filmes de PVC declarado no rótulo e nas outras quatro marcas não foram encontradas nos rótulos informações relacionadas ao tipo de material plástico empregado. Das sete marcas, cinco mencionaram no rótulo não ter a substância bisfenol A na formulação.

Neste trabalho, as amostras de marcas de filmes comerciais nacionais foram identificadas por AN e as amostras de marcas de filmes comerciais estrangeiros por AE.

As metodologias analíticas para os ensaios de migração encontram-se descritas nos regulamentos técnicos e normas: EN 1186-1 (2002): *Materials and articles in contact with foodstuffs. Plastics - Part 1: Guide to the selection of conditions and test methods for overall migration*; EN 1186-14 (2002): *Materials and articles in contact with foodstuffs. Plastics - Part 14: Test methods for substitute tests for overall migration from plastics intended to come into contact with fatty foodstuffs using test media iso-octane and 95% ethanol* e EN 1186-12 (2002): *Materials*

and articles in contact with foodstuffs. Plastics - Part 12: Test methods for overall migration at low temperatures^{34,35,36}.

Para o ensaio de migração total foram cortadas, com o auxílio de um molde, três seções do filme plástico de 10 cm x 10 cm, perfazendo um total de 1 dm² de área em cada face. Cada seção do filme plástico ficou totalmente submersa no simulante de alimentos gordurosos (solução de etanol a 95% (v/v)), em um béquer de vidro de 250 mL, tampado e acondicionado em estufa a 40°C durante 10 dias, simulando uma condição de contato do filme plástico com o alimento gorduroso em temperatura ambiente por um período superior a 24 h. Para simular o contato do filme plástico com o alimento gorduroso por um período entre 4 e 24 h, em temperatura de 5°C até 20°C, os ensaios de migração foram realizados em sala climatizada a 20°C por 24 h^{30,31,34}.

Ao final do período de contato, os filmes foram removidos da solução de etanol a 95% (v/v) e os extratos obtidos foram evaporados em cápsulas de porcelana identificadas para cada amostra e após a evaporação total dos extratos o resíduo de migração foi quantificado e expresso em miligramas (mg). O resultado da migração total foi calculado em massa de resíduo migrado (mg)/área de material de embalagem (dm²), por meio da média dos resultados das três seções do filme plástico ensaiado e cortado de cada rolo de filme flexível comercial de PVC e PEBD^{34,35,36}. O ensaio de migração total foi conduzido em triplicata, com três brancos analíticos e duas cápsulas de porcelanas como controle, uma acompanhando todo ensaio de migração total e outra as pesagens do resíduo de migração. No cálculo do valor de migração total foi considerada a área de 1 dm², como superfície de contato com o alimento, conforme definido no item 9.2 da norma EN 1186-1 (2002)³⁴.

Em virtude de os filmes plásticos terem sido adquiridos diretamente no comércio, não foi possível realizar a avaliação da formulação dos filmes de PVC e PEBD, frente às listas positivas publicadas nas resoluções pertinentes ao assunto, prejudicando também a identificação de substâncias que apresentam restrições como limites de composição e de migração específica.

O limite de quantificação (LQ) do método foi calculado com base no desvio padrão da amostra branco, com seis replicatas independentes utilizando as condições experimentais do método. Os resultados de migração total entre os diferentes filmes de marcas distintas foram submetidos à análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de probabilidade.

As embalagens comerciais que acondicionam os filmes plásticos esticáveis foram analisadas visualmente, observando imagens ilustrativas, informações e dizeres descritos no rótulo das embalagens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação de filmes plásticos esticáveis de PVC - nacional

Para estudar o potencial de migração de substâncias químicas adicionadas aos filmes de PVC comerciais, as oito amostras foram analisadas em contato com simulante de alimentos gordurosos (solução de etanol a 95% (v/v)), em condições de ensaio em temperatura de



20°C por 24 h, simulando as condições de contato de no máximo um dia, e 40°C por 10 dias, simulando as condições de contato superior a um dia, do filme plástico com o produto alimentício.

Os resultados obtidos mostraram que as amostras de filmes esticáveis, em contato com o simulante de alimentos gordurosos, apresentaram valores de migração distintos. Os resultados de migração total dos filmes em contato com o simulante etanol a 95% (v/v), acondicionados à temperatura de 40°C por 10 dias, apresentaram valores médios da ordem de 18,2 a 33,9 mg/dm² e, quando acondicionados à temperatura de 20°C por 24 h, apresentaram valores médios da ordem de 17,1 a 29,7 mg/dm².

Analisando a Figura 1, observa-se que as oito amostras de filmes comerciais de PVC esticáveis, de diferentes marcas comercializadas na cidade de São Paulo, analisadas em contato com o simulante de alimentos gordurosos, apresentaram valores de migração total médios superiores ao limite máximo tolerável estabelecido na legislação de 10 mg/dm² ³³. Considerando o fator de redução do simulante de alimentos gordurosos, usado convencionalmente para considerar a maior capacidade extrativa do simulante etanol a 95% (v/v), em relação à capacidade extrativa do alimento em questão. Os valores de migração total podem apresentar valores superiores e inferiores ao limite estabelecido, dependendo do tipo de alimento que será acondicionado em contato direto com o filme plástico^{30,31}.

Neste estudo foi observado que o contato por um período de 24 h do filme plástico com o simulante de alimentos gordurosos (etanol 95%) em temperatura de 20°C já foi suficiente para ocorrer a migração dos aditivos adicionados ao filme plástico de PVC.

Analisando o potencial de migração entre os grupos de filmes com valores de migração superior ao limite máximo tolerável na legislação Mercosul de 10,0 mg/dm² ³³, observou-se que houve uma diferença significativa ($p \leq 0,05$) dos valores de migração total entre as diferentes marcas de filmes em decorrência do tempo e temperatura de contato com o simulante de alimentos gordurosos (solução de etanol a 95%).

O processo de migração em filmes plásticos esticáveis depende das propriedades do polímero, da natureza, massa, quantidade

de plastificante, do processo de produção, da homogeneidade do composto e da área de contato³⁷. A temperatura, tempo de contato e a natureza do simulante são parâmetros que também influenciam no processo de migração³⁸.

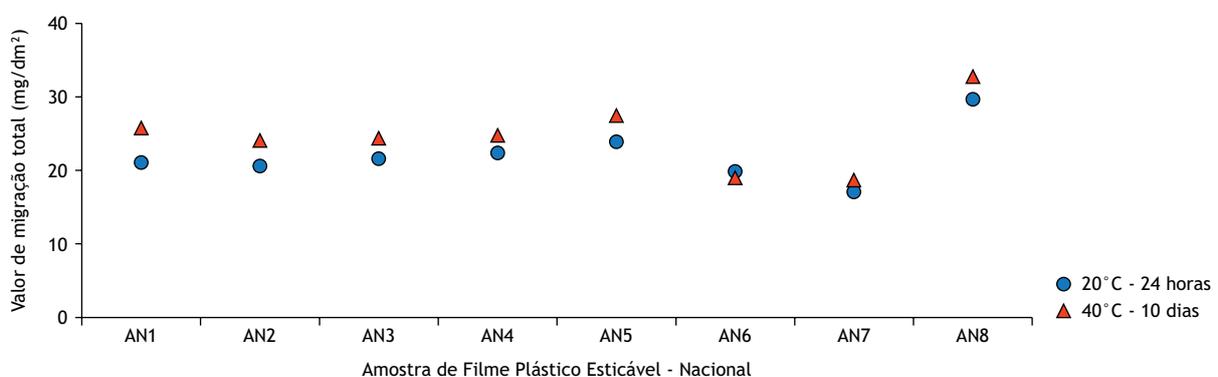
Avaliação de filmes plásticos esticáveis - estrangeiro

O potencial de migração de substâncias químicas adicionadas aos filmes esticáveis estrangeiros foi estudado analisando nas sete amostras em contato com simulante de alimentos gordurosos (solução de etanol a 95% (v/v)), em condições de ensaio em temperatura de 20°C por 24 h, simulando as condições de contato inferior a um dia, e 40°C por 10 dias, simulando as condições de contato superior a um dia, do filme plástico com o produto alimentício.

Analisando a Figura 2, observa-se que, das sete amostras de filmes comerciais esticáveis, de diferentes marcas estrangeiras e adquiridos em países distintos, quando analisadas em contato com o simulante de alimentos gordurosos, acondicionados à temperatura de 20°C por 24 h e à temperatura de 40°C por 10 dias, apenas uma amostra de filme (AE1) apresentou valores médios de migração total da ordem de 21,1 mg/dm² para contato a 40°C por 10 dias e 19,7 mg/dm² para contato 20°C por 24 h. As outras seis amostras apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação (LQ) do método de 2,0 mg/dm².

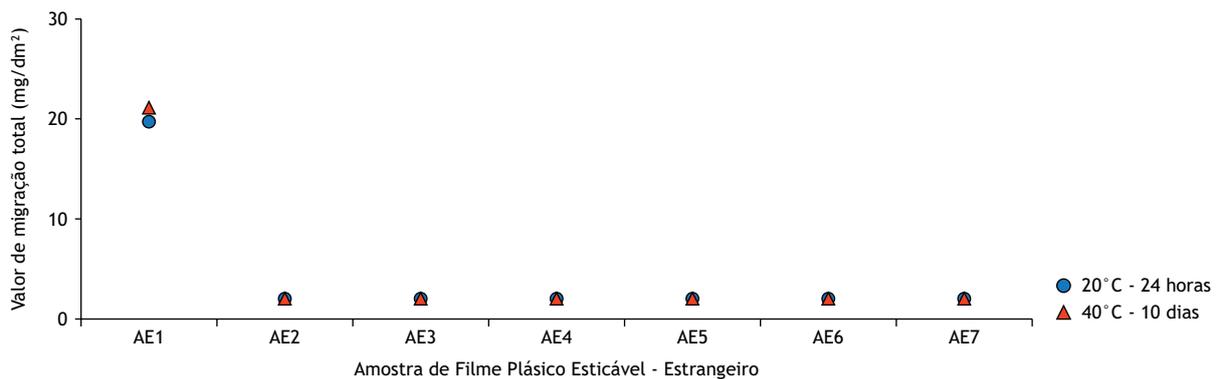
No geral, foram observados nos filmes estrangeiros, comercializados para uso residencial, baixos valores de migração total, demonstrando um baixo potencial de migração de substâncias adicionadas nesses filmes, quando em contato com o simulante de alimentos gordurosos. A amostra de filme AE1 descreve no rótulo ser produzida em resina de PVC, com plastificantes de éster de ácido polibásico alifático epoxidado e estabilizador óleo vegetal. Neste estudo, a amostra AE1 apresentou valores de migração acima do limite máximo tolerável de 10,0 mg/dm² ³³, seguindo o mesmo comportamento das amostras nacionais fabricadas em PVC.

Os resultados de migração total das amostras de filmes estrangeiros não foram submetidos à análise de variância (ANOVA),



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Figura 1. Resultados de migração total em amostras de filmes esticáveis de PVC comercializados na cidade de São Paulo, em contato com o simulante etanol a 95% (v/v).



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Figura 2. Resultados de migração total em amostras de filmes plásticos esticáveis comercializados em diferentes países estrangeiros para uso doméstico, em contato com o simulante etanol a 95% (v/v).

ao nível de 5% de probabilidade, pois os resultados de migração de seis marcas diferentes de filmes plásticos apresentaram resultados inferiores ao limite de quantificação do método ($LQ = 2,0 \text{ mg/dm}^2$), conforme apresentado na Figura 2.

Foi observada uma maior suscetibilidade em ocorrer a migração de substâncias incorporadas aos filmes plásticos esticáveis produzidos e comercializados no Brasil, quando comparados com os resultados de migração dos filmes plásticos esticáveis produzidos e comercializados em países estrangeiros. A ocorrência da migração de substâncias incorporadas ao material plástico pode prejudicar a qualidade dos produtos alimentícios, podendo interferir diretamente nos caracteres sensoriais, no prazo de validade do produto e contribuir para sintomas toxicológicos após a ingestão, como também podem provocar efeitos nocivos em médio ou longo prazo³⁹.

Em filmes esticáveis fabricados com PVC, material plástico muito empregado nas marcas nacionais, se faz necessária a adição de compostos plastificantes visando aumentar a mobilidade interna e tornar o plástico mais flexível e de fácil processamento¹. Apesar da alta flexibilidade e versatilidade dos filmes de PVC, os aditivos de baixo peso molecular possuem uma alta mobilidade e podem migrar do material plástico³⁷. O uso de filmes plásticos flexíveis de PVC em contato direto com alimentos gordurosos pode contribuir para a migração de plastificantes com potencial toxicológico conhecido, podendo ocasionar efeitos nocivos à saúde humana a longo prazo. Apesar da importância de se buscar novas tecnologias para obter ou melhorar algumas propriedades específicas das resinas plásticas empregadas na produção de embalagens e filmes, tem-se percebido também a adição permanente de substâncias com potencial de risco à saúde humana. Plastificantes sintéticos como o DEHA e DEHP, continuam sendo utilizados em um grande número de filmes flexíveis de PVC⁵.

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que, através do ensaio de migração total, foi possível verificar o potencial de transferência de substâncias ou aditivos incorporados ao material plástico para o simulante do alimento gorduroso durante o período de interação do material de embalagem com o alimento.

Cálculo do percentual de perda de massa dos filmes plásticos esticáveis após ensaio de migração total

Os filmes plásticos flexíveis e esticáveis de origem nacional e estrangeira foram pesados antes e depois do ensaio de migração total, visando quantificar a massa de substâncias incorporadas ao filme plástico passível de ser transferida ao simulante de alimentos gordurosos (solução de etanol a 95% (v/v)), e avaliar o potencial de migração do filme plástico, após o ensaio de migração total. Os resultados de perda de massa dos filmes plásticos nacionais AN e estrangeiros AE, após ensaio de migração total estão apresentados na Tabela. Neste ensaio de migração total os filmes plásticos foram acondicionados à temperatura de 40°C por 10 dias em contato com o simulante de alimentos gordurosos.

Os resultados percentuais de perda de massa após ensaio de migração foram da ordem de 21,75 a 25,67 (%), nos filmes flexíveis nacionais fabricados em PVC, identificados por AN1-AN8. Nos filmes plásticos estrangeiros, de diferentes marcas, os resultados percentuais de perda de massa foram da ordem de 0,17 a 22,29 (%) para os filmes identificados por AE1 a AE7. Nos filmes plásticos estrangeiros identificados no rótulo da embalagem comercial como sendo de PEBD, a perda de massa após o ensaio de migração total foi inferior a 1% para cada amostra.

Analisando a Figura 3, fica demonstrada a perda de massa e o potencial de migração de substâncias ou aditivos incorporados aos filmes plásticos quando em contato com o simulante de alimentos gordurosos. Observa-se, nas amostras de filmes nacionais AN fabricadas de PVC, que se faz necessária a adição de aproximadamente 20-25% em massa de compostos aditivos. A presença do plastificante de baixo peso molecular reduz as interações entre as cadeias poliméricas do PVC, aumentando os espaços livres e a mobilidade dos aditivos e, em seguida, promovendo a sua difusão³⁹. Nas amostras de filmes estrangeiros AE, observa-se que menos de 1% em massa dos compostos aditivos tiveram mobilidade na matriz polimérica para migrarem do sistema de embalagem para o simulante de alimento gorduroso.

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que, através do cálculo da perda de massa dos filmes plásticos esticáveis



após ensaio de migração total, foi possível verificar o potencial de transferência de substâncias ou aditivos incorporados ao material plástico para o simulante do alimento gorduroso, durante o período de interação do material de embalagem com o alimento.

Tabela. Valores médios da massa (g) após pesagem dos filmes plásticos esticáveis, de origem nacional AN e estrangeira AE, antes e depois do ensaio de migração total.

Filme Plástico Amostra	Cálculo da Perda de Massa (g)			
	M1	M2	(M1-M2)	(%)
AN1	0,1125	0,0849	0,0276	24,57
AN2	0,1020	0,0771	0,0249	24,39
AN3	0,1052	0,0795	0,0258	24,54
AN4	0,1037	0,0785	0,0252	24,27
AN5	0,1259	0,0966	0,0293	23,30
AN6	0,0943	0,0738	0,0205	21,75
AN7	0,0850	0,0651	0,0199	23,45
AN8	0,1326	0,0985	0,0340	25,67
AE1	0,1027	0,0798	0,0229	22,29
AE2	0,1084	0,1077	0,0007	0,61
AE3	0,1016	0,1010	0,0006	0,29
AE4	0,1425	0,1415	0,0010	0,57
AE5	0,1156	0,1148	0,0008	0,62
AE6	0,1010	0,1005	0,0005	0,17
AE7	0,0949	0,0943	0,0006	0,63

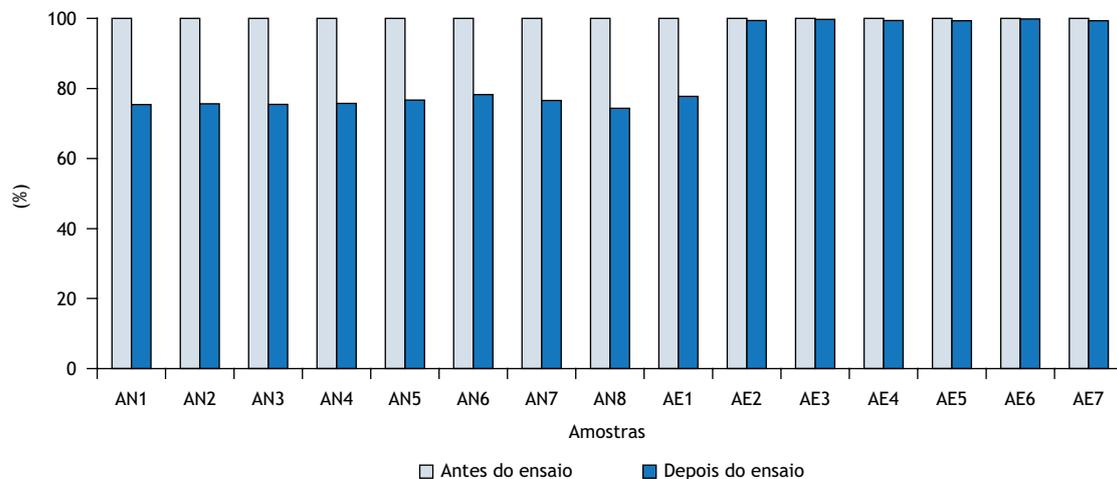
Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

M1: Valores médios da massa em gramas, dos filmes de plástico esticáveis antes do ensaio de migração total; M2: Valores médios da massa em gramas, dos filmes de plástico esticáveis após ensaio de migração total; (M1-M2): Cálculo da perda de massa em gramas do filme plástico após ensaio de migração; (%): Percentual de perda de massa do filme plástico após ensaio de migração.

Aspectos relacionados a informações e dizeres nos rótulos das embalagens comerciais, segurança alimentar e meio ambiente

A leitura, observação e interpretação das informações e os dizeres descritos nos rótulos das embalagens permitem ao consumidor saber quais são os elementos que compõem cada produto. Analisando visualmente os rótulos das embalagens comerciais dos filmes plásticos esticáveis nacionais, comercializados para uso doméstico, foram observadas ilustrações com imagens de alimentos em algumas embalagens comerciais dos filmes nacionais e informações em alguns rótulos descrevendo o filme como sendo seguro, protetor, prático e não tóxico. Uma marca menciona o uso de plastificante vegetal na composição e outra marca o uso de antimicrobiano vegetal. No entanto, conforme dados obtidos neste estudo, os filmes plásticos esticáveis de PVC, comercializados no Brasil, quando em contato com alimentos gordurosos, possuem alto potencial de migração das substâncias incorporadas na matriz polimérica. Neste ponto é importante comentar que o consumidor brasileiro está adquirindo um produto e não está obtendo informações do plastificante utilizado na formulação do filme, podendo ser um plastificante sintético ou de fonte natural e nem informações de outras substâncias adicionadas, inclusive substâncias com ação antimicrobiana.

Informação no rótulo da embalagem comercial, informando qual aditivo plastificante está sendo empregado na formulação do filme plástico esticável, contribuiria para uma prática de alimentação mais segura por parte da população e evitaria ou minimizaria o risco de exposição aos plastificantes sintéticos, em particular para idosos, pessoas com comorbidades, mulheres grávidas, bebês e crianças. Neste caso específico em relação ao uso do DEHP, uma atenção deve ser direcionada aos riscos de exposição infantil aos compostos ftálicos que possuem restrições de uso estabelecido em legislação, quando empregados em concentrações superiores a 0,1% em massa do material plastificado². A Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 326, de 3 de



Fonte: Elaborada pelos autores, 2022.

AN: filmes plásticos nacionais; AE: filmes plásticos estrangeiros.

Figura 3. Distribuição percentual em massa (%), antes e após ensaio de migração total em amostras de filmes plásticos flexíveis comercializados no Brasil e em outros países.



dezembro de 2019, da Anvisa, estabelece o limite de migração específica (LME) de 1,5 mg/kg para o DEHP e restringe seu uso como plastificante em material plástico que entrará em contato direto com alimentos gordurosos e estabelece o limite de migração específica (LME) de 18 mg/kg para o DEHA².

Com base nos resultados deste estudo, foi observado que não constam nos rótulos das embalagens de filmes esticáveis, comercializados para uso doméstico no Brasil, informações orientativas para evitar o contato direto com alimentos gordurosos. Não constam também, informações ou ilustrações orientando consumidores e estabelecimentos comerciais que durante a aplicação do filme de PVC como película de proteção em sistemas de embalagens, deve ser evitado o contato direto com alimentos gordurosos. Em estabelecimentos comerciais, principalmente, é possível evitar o contato direto do filme esticável de PVC com o alimento gorduroso, fazendo o uso de bandejas plásticas de maior espessura, nas quais o alimento estaria acondicionado sem estar em contato direto com o filme plástico esticável.

Considerando ainda o descarte dos filmes plásticos esticáveis no meio ambiente, é importante mencionar que plastificantes sintéticos como os ftalatos já são considerados um contaminante ambiental generalizado, estando presente na água, no ar e no solo¹⁴. Portanto, informações do plastificante no rótulo da embalagem comercial contribuiriam para o descarte correto deste tipo de embalagem. Ajudariam também as empresas produtoras de filmes plásticos esticáveis na implantação de políticas de logística reversa, assumindo o retorno de seus produtos descartados, tratando, reutilizando ou dando o destino correto, sempre com a colaboração dos consumidores, comércio e governo, conforme definido na Política Nacional de Resíduos Sólidos⁴⁰.

Contudo, com o aumento cada vez maior dos requisitos de proteção ambiental e segurança sanitária, limitar a faixa de aplicação de ftalatos será uma tendência no futuro²⁸.

CONCLUSÕES

Os dados obtidos neste trabalho demonstraram a viabilidade do controle sanitário empregando o ensaio de migração total na avaliação da qualidade de filmes plásticos esticáveis destinados a entrar em contato direto com alimentos. Evidenciaram também a necessidade de contínuo monitoramento e fiscalização no controle da formulação dos filmes de PVC esticáveis vendidos ao consumidor e utilizados no comércio, visando eliminar ou minimizar o risco sanitário envolvido na aplicação e uso desses filmes com aditivos plastificantes incorporados na matriz polimérica.

Os filmes comerciais de PVC analisados neste estudo, quando em contato com o simulante de alimentos gordurosos, apresentaram valores de migração total superiores ao limite estabelecido na legislação. Entretanto, dependendo do tipo de alimento que entrará em contato com o filme plástico, o valor de migração pode diminuir conforme fator de redução que será aplicado.

Contudo, visando promover o consumo de alimentos mais seguros por parte da população, informações no rótulo da embalagem do produto, principalmente, em relação ao plastificante utilizado no filme plástico esticável, ações orientativas no uso em contato direto com alimentos gordurosos, e aplicação e descarte desses filmes em residências e estabelecimentos comerciais poderiam ser discutidos e implantados pelos órgãos de controle sanitário, meio ambiente e proteção do consumidor.

REFERÊNCIAS

1. Souza ML, Corio P, Temperini MLA. Aplicação de espectroscopias raman e infravermelho na identificação e quantificação de plastificantes em filmes comerciais de PVC esticável. *Quim Nova*. 2009;32(6):1452-56. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000600017>
2. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. Resolução RDC N° 326, de 3 de dezembro de 2019. Estabelece a lista positiva de aditivos destinados à elaboração de materiais plásticos e revestimentos poliméricos em contato com alimentos e dá outras providências. *Diário Oficial União*. 4 dez 2019.
3. Berg RW, Otero AD. Analysis of adipate ester contents in poly (vinyl chloride) plastics by means of FT-Raman spectroscopy. *Vibrat Spectr*. 2006;42(2):222-5. <https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2006.05.031>
4. Bernardo PEM, Murata LTF. Potencial de migração de aditivos em filmes comerciais de PVC esticável. *Braz J Dev*. 2022;8(3);8067-75. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n3-172>
5. Madaleno E, Rosa DS, Zawadzki SF, Pedrozo TH, Ramos LP. Estudo do uso de plastificantes de fontes renovável em composições de PVC. *Pol Cienc Tecnol*. 2009;19(4):263-70. <https://doi.org/10.1590/S0104-14282009000400004>
6. Bazilio FS, Barros GLM, Abrantes SMP. Controle sanitário de filmes flexíveis de PVC comercializados no estado do Rio de Janeiro. *Vigil Sanit Debate*. 2015;3(3):78-84. <https://doi.org/10.3395/2317-269x.00250>
7. Ventrice P, Ventrice D, Russo E, Sarro GD. Phthalates: european regulation, chemistry pharmacokinetic and related toxicity. *Environ Toxicol Pharm*. 2013;36(1):88-96. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2013.03.014>
8. Rowdhwal SSS, Chen J. Toxic effects of di-2-ethylhexyl phthalate: an overview. *BioMed Res Int*. 2018;2018:1-18. <https://doi.org/10.1155/2018/1750368>
9. Mariana M, Feiteiro J, Verde I, Cairrao E. The effects of phthalates in the cardiovascular and reproductive systems: a review. *Environ Int*. 2016;94:758-77. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.07.004>
10. Klaunig JE, Babich MA, Baetcke PK, Cook JC, Coton JC, David RM. PPAR agonist-induced rodent tumors: modes of action and human relevance. *Crit Rev Toxicol*. 2003;33(6):655-780. <https://doi.org/10.1080/713608372>



11. Beko G, Callesen M, Weschler CJ, Toftum J, Langer S, Sigsgaard T et al. Phthalate exposure through different pathways and allergic sensitization in preschool children with asthma, allergic rhino conjunctivitis and atopic dermatitis. *Environ Res.* 2015;137:432-39. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.01.012>
12. Ha M, Wei L, Guan X, Li L, Liu C. P53-dependent apoptosis contributes to di-(2-ethylhexyl) phthalate-induced hepatotoxicity. *Environ Pollut.* 2016;208(B):416-25. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.10.009>
13. Lampen A, Zimnik S, Nau H. Teratogenic phthalate esters and metabolites activate the nuclear receptors PPARs and induce differentiation of F9 cells. *Toxicol Appl Pharm.* 2003;188(1):14-23. [https://doi.org/10.1016/S0041-008X\(03\)00014-0](https://doi.org/10.1016/S0041-008X(03)00014-0)
14. Suna Y, Zhanga Q Houa J, Wang P, Sundellb J. Exposure of phthalates in residential buildings and its health effects. *Proc Eng.* 2017;205:1901-4. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.286>
15. Delilah L, Ake L, Göran D. Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Sci Total Environ.* 2011;409(18):3309-24. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.04.038>
16. Dalgaard M, Hass U, Vinggaard AM, Jarfelt K, Lam HR, Sørensen IK et al. Di(2-ethylhexyl) adipate (DEHA) induced developmental toxicity but not antiandrogenic effects in pre- and postnatally exposed Wistar rats. *Reprod Toxicol.* 2003;17(2):163-70. [https://doi.org/10.1016/S0890-6238\(02\)00149-1](https://doi.org/10.1016/S0890-6238(02)00149-1)
17. Lake BG, Price RJ, Cunnigham ME, Walters DG. Comparison of the effects of di-(2-ethylhexyl) adipate on hepatic peroxisome proliferation and cell replication in the rat and mouse. *Toxicology.* 1997;123(3):217-26. [https://doi.org/10.1016/s0300-483x\(97\)00125-x](https://doi.org/10.1016/s0300-483x(97)00125-x)
18. Fasano E, Bono-Blay F, Cirillo T, Montouri P, Lacorte S. Migration of phthalates, alkylphenols, bisphenol A and di(2-ethylhexyl) adipate from food packaging. *Food Control.* 2012;27(1):132-8. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.03.005>
19. International Agency for Research on Cancer - IARC. Di(2-ethylhexyl) phthalate. In: International Agency for Research on Cancer - IARC. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans 77: some industrial chemicals. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2000[acesso 19 out 2022]. Disponível em: <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Some-Industrial-Chemicals-2000>
20. International Agency for Research on Cancer - IARC. Di(2-ethylhexyl) adipate. In: International Agency for Research on Cancer - IARC. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans 77: some industrial chemicals. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2000[acesso 19 out 2022]. Disponível em: <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Some-Industrial-Chemicals-2000>
21. Rosa DS, Alexandre FS, Madaleno E, Tavares MIB. Estudo do efeito da incorporação de plastificante de fonte renovável em compostos de PVC. *Pol Cienc Tecnol.* 2013;23(4):570-77. <https://doi.org/10.4322/polimeros.2013.090>
22. Li M, Li S, Xia J, Ding C, Wanga M, Xua L, Yanga X, Huang K. Tung oil based plasticizer and auxiliary stabilizer for poly (vinyl chloride). *Mat Design.* 2017;122:366-75. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2017.03.025>
23. Vieira MGA, Silva MAD, Maçumoto ACG, Santos LOD, Beppu MM. Synthesis and application of natural polymeric plasticizer obtained through polyesterification of rice fatty acid. *Mat Res.* 2014;17(2):386-91. <https://doi.org/10.1590/S1516-14392014005000017>
24. Dong Y, Peng X, Zhong L, Cao X, Wei C, Zhang X. Green films from renewable resources: properties of epoxidized soybean oil plasticized ethyl cellulose films. *Carb Poly.* 2014;103:198-206. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.12.043>
25. Benaniba MT, Belhaneche-Bensemra N, Gelbard G. Interactions between PVC stabilised with epoxidized sunflower oil and food simulants. *Poly Degr Stab.* 2001;74:501-5. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2005.05.036>
26. Lardjane N, Hamitouche F, Laribi HH, Bensemra NB. Behavior study of new formulations based on plasticized poly vinyl chloride stabilized with epoxidized sunflower oil. In: Trache D, Benaliouche F, Mekki A, editors. *Materials research and applications: materials horizons: from nature to nanomaterials.* Singapore: Springer; 2021. p. 143-54.
27. Jia P, Zhang M, Hu L, Feng G, Bo C, Zhou Y. Synthesis and application of environmental castor oil-based polyol ester plasticizers for poly (vinyl chloride). *ACS Sustainable Chem Eng.* 2015;3:2187-93. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.5b00449>
28. Chen J, Li X, Wang Y, Li K, Huang J, Jiang J, Nie X. Synthesis and application of a novel environmental plasticizer based on cardanol for poly(vinyl chloride). *J Taiwan Inst Chem Eng.* 2016;65:488-497. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2016.05.025>
29. Murata LTF, Nunes MCD, Alcântara MRS, Pascuet NS, Bernardo PEM. Embalagens destinadas a alimentos. In: Germano PML, Germano MIS. *Higiene e vigilância sanitária de alimentos.* 5a. São Paulo: Manole, 2015.
30. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. Resolução RDC Nº 51, de 26 de novembro de 2010. Dispõe sobre migração em materiais, embalagens e equipamentos plásticos destinados a entrar em contato com alimentos. *Diário Oficial União.* 27 nov 2010.
31. Mercosul. Resolução Nº 32, de 15 de junho de 2010. Aprova regulamento técnico Mercosul sobre migração em materiais, embalagens e equipamentos plásticos, destinados a entrar em contato com alimentos. Buenos Aires: Mercosul; 2010.
32. Mercosul. Resolução nº 56, de 15 de dezembro de 1992. Disposições gerais para embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos. Montevideu: Mercosul; 1992.



33. Mercosul. Resolução nº 20, de 10 de novembro de 2021. Modificação da Resolução Nº 56/92, disposições gerais para embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos. Montevideu: Mercosul: 2021.
34. European Committee for Standardization - CEN. EN 1186-1 (2002): materials and articles in contact with foodstuffs: plastics part 1: guide to the selection of conditions and test methods for overall migration. Geneva: European Committee for Standardization; 2002.
35. European Committee for Standardization - CEN. EN 1186-12 (2002): materials and articles in contact with foodstuffs: plastics part 12: teste methods for overall migration at low temperatures. Geneva: European Committee for Standardization; 2002.
36. European Committee for Standardization - CEN. EN 1186-14 (2002): materials and articles in contact with foodstuffs: plastics part 14: test methods for “substitute tests” for overall migration from plastics intended to come into contact with fatty foodstuffs using test media iso-octane and 95 % ethanol. Geneva: European Committee for Standardization; 2002.
37. Marcilla A, Garcia S, Garcia-Quedada JC. Study of the migration of PVC plasticizers. J An App Pyrol. 2004;71(2):457-63. [https://doi.org/10.1016/S0165-2370\(03\)00131-1](https://doi.org/10.1016/S0165-2370(03)00131-1)
38. Zeddami C, Belhaneche-Bensemra N. Kinetic study of the specific migration of an organotin heat stabilizer from rigid poly (vinyl chloride) into food simulants by FTIR spectroscopy. Int J Poly Mat Poly Biomat. 2010;59(5):318-29. <https://doi.org/10.1080/00914030903478867>
39. Bousoum MO, Belhaneche-Bensemra N. Reduction of the additives migration from poly vinyl chloride films by the use of permanent plasticizers. J Geosc Environ Prot. 2014;2:49-56. <https://doi.org/10.4236/gep.2014.24008>
40. Brasil. Lei Nº 13.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial União. 3 ago 2010.

Contribuição dos autores

Bernardo PE - Concepção, planejamento (desenho do estudo), aquisição, análise, interpretação dos dados e redação do trabalho.
Murata LTF - Aquisição, análise, planejamento (desenho do estudo), interpretação dos dados e redação do trabalho. Todos os autores aprovaram a versão final do trabalho.

Conflito de Interesse

Os autores informam não haver qualquer potencial conflito de interesse com pares e instituições, políticos ou financeiros deste estudo.



Licença CC BY. Com essa licença os artigos são de acesso aberto que permite o uso irrestrito, a distribuição e reprodução em qualquer meio desde que o artigo original seja devidamente citado.