



**Fatores que influenciam a migração de ftalatos de materiais em contato com alimentos e ocorrência de ésteres de ácido ftálico em diferentes matrizes alimentares: uma revisão sistemática**

**Júlia Moraes da Costa**

**Monografia em Engenharia de Alimentos**

**Orientadores**

Prof. Ricardo Schmitz Ongaratto, D. Sc.

Lilian Seiko Kato. D.Sc.

**Março 2022**

**Fatores que influenciam a migração de ftalatos de materiais em contato com alimentos e ocorrência de ésteres de ácido ftálico em diferentes matrizes alimentares: uma revisão sistemática**

***Júlia Moraes da Costa***

Monografia em Engenharia de Alimentos submetida ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheira de Alimentos.

Aprovado por:

---

Prof. Karen Signori Pereira, D. Sc.

---

Prof. Carlos Adam Conte Junior, D. Sc.

Orientada por:

---

Prof. Ricardo Schmitz Ongaratto, D.Sc.

---

Lilian Seiko Kato. D.Sc

Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Março 2022

da Costa, Júlia Moraes

Fatores que influenciam a migração de ftalatos de materiais em contato com alimentos para os alimentos e ocorrência de ésteres de ácido ftálico em diferentes matrizes alimentares: uma revisão sistemática. Júlia Moraes da Costa Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2021.

IX, 100 p.; il.

Monografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2021.

Orientador: Ricardo Schmitz Ongaratto

1. Embalagens. 2. Contaminantes. 3. Ftalatos. 4. Monografia. (Graduação – UFRJ/EQ). 5. Ricardo Schmitz

Dedico esta monografia a minha mãe Vanessa Barbosa Moraes e meu pai Alfredo Gomes da Costa Filho, que sempre apoiaram e incentivaram nos estudos, assim como meus avós Sueli Selma Barbosa Moraes e Celso Moraes (*in memoriam*).

*“Desde toda a eternidade, Eu o Sou; e não há nada nem ninguém que possa fazer escapar algo ou alguém das minhas mãos. Agindo Eu, quem impedirá?” Isaías 43:13*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por me conceder saúde, me sustentar nos momentos de dificuldade e por ser a minha base inabalável. Agradeço a Ele por não me poupar dos desafios e dificuldades da vida, mas por me conceder as ferramentas necessárias para vencer os obstáculos e, principalmente, por estar sempre por perto.

Agradeço a minha avó Sueli Selma pela minha alfabetização antes mesmo de iniciar a educação formal e ao meu avô Celso Moraes (*in memoriam*) pelo incentivo aos estudos pelo seu próprio exemplo de vida, bem como por dizer “não tem problema, minha filha, você está predestinada a ser doutora”, quando eu dizia “tenho que ir, preciso estudar, desculpe não poder ficar mais um pouco”.

Agradeço a minha mãe Vanessa Moraes por trabalhar duro para que eu tivesse a chance de ter uma boa educação e pelos conselhos durante os desafios da graduação. Agradeço também ao meu pai, Alfredo Gomes por ser meu grande incentivador nos estudos e por esculpir na minha mente “sempre termine o que começar”.

Ao meu noivo Matheus de Almeida por me ajudar a acreditar em mim mesma e na minha capacidade de ter sucesso na vida acadêmica e profissional. Por não me deixar desistir das matérias mais difíceis da graduação e estudar comigo sempre que podia. Obrigada por seu companheirismo, gentileza, por ser meu apoio e porto seguro, e me ajudar a levar a vida de forma leve, mesmo quando as coisas ficam difíceis. Obrigada por chorar e sorrir comigo. Te amo.

Agradeço também a doutora Lilian Seiko Kato pela orientação, por sua gentileza, paciência, força, incentivo, sem os quais seria impossível a concretização deste trabalho. Seu apoio e empatia me ajudaram a persistir no projeto, mesmo durante um dos momentos mais difíceis que vivenciei nessa pandemia, e a chegar até aqui.

Agradeço também ao professor Ricardo Schmitz Ongaratto pela orientação e revisão deste trabalho, bem como pelas aulas de tecnologia de alimentos que alimentaram ainda mais o meu sonho de ser engenheira de alimentos.

## **Fatores que influenciam a migração de ftalatos de materiais em contato com alimentos e ocorrência de ésteres de ácido ftálico em diferentes matrizes alimentares: uma revisão sistemática**

Júlia Moraes da Costa

Fevereiro, 2021

Orientadores:

Prof. Ricardo Schmitz Ongaratto, D. Sc.

Lilian Seiko Kato. D.Sc.

### **Resumo**

Os ftalatos são compostos químicos orgânicos lipofílicos adicionados em materiais em contato com alimentos (MCAs) para melhorar a flexibilidade, elasticidade e maciez. No entanto, eles são incapazes de se ligar quimicamente à estrutura do polímero, o que permite a sua migração para os alimentos. São disruptores endócrinos e estão relacionados a doenças cardíacas, do trato respiratório, ao diabetes, e problemas comportamentais na infância. Este trabalho tem por objetivo responder quais parâmetros influenciam a contaminação de alimentos por ftalatos através dos materiais plásticos em contato com alimentos e investigar o perfil de ésteres de ácido ftálico em diferentes matrizes alimentares. A temperatura, o tempo de contato entre o alimento e o MCA e o percentual de gordura correlacionam-se positivamente com o processo de migração dos ftalatos. Estudos anteriores identificaram dezenove ftalatos em matrizes alimentares diversas e em embalagens de alimentos, incluindo DEHP, DBP, BBP, DINP e DIDP. Os alimentos estudados foram divididos em dez categorias: frutas e legumes, leite e derivados, cereais e derivados, carnes e derivados, peixes e derivados, gorduras e óleos, salgadinhos, condimentos e molhos diversos e alimentos para bebês e fórmulas infantis. Foram identificados 57 valores de ftalatos, pertencentes à lista positiva do Regulamento (EU) nº 10/2011 e à RDC nº 326/2019 da ANVISA, acima

dos limites legais estabelecidos na RDC n° 91/2001 da ANVISA, em diversos grupos de alimentos, além de 14 ftalatos não autorizados para o uso em contato com os alimentos.

Palavras-chave: disruptores endócrinos, aditivos, embalagem de alimentos, contaminantes, polímeros, plásticos.

## **Abstract**

Phthalates are lipophilic organic chemical compounds added in food contact materials to improve flexibility, elasticity, and softness. However, they are incapable of chemically bonding to the polymer structure afford to migrate into food. They are endocrine disruptors and are linked to heart disease, respiratory tract disease, diabetes, and childhood behavioral problems. This work aims to answer which parameters influence food contamination by phthalates through plastic materials in contact with food and to investigate the profile of phthalic acid esters in different food matrices. Temperature, contact time between food and FCM, and fat percent positively correlate with the phthalate's migration process. Previous studies identified nineteen phthalates in food matrices and packaging, including DEHP, DBP, BBP, DINP, and DIDP. We divided the food into ten categories: fruits and vegetables, milk and dairy products, cereals and cereal products, meat and meat products, fish and fish products, fat and oils, snacks, condiments, and sauces miscellaneous, and baby food and infant formula. We identified about 57 values of phthalates, belonging to the positive list of Regulation (EU) No. 10/2011 and RDC No. 326/2019 of ANVISA, above the legal limits established in RDC No. 91/2001 of ANVISA, in several groups of food, and 14 phthalates not allowed for the contact with food.

Keywords: endocrine disruptors, additives, food packaging, contaminants, polymers, plastics.



## SUMÁRIO

Resumo .....	vi
Abstract.....	vii
1. Introdução .....	1
2. Objetivos .....	3
3. Revisão Bibliográfica .....	4
3.1.Ésteres de ácido ftálico: o que são.....	4
3.2. Efeitos do consumo de ftalatos .....	7
3.3. Legislação.....	9
3.4. Fatores que influenciam a migração de ftalatos dos MCAs para os alimentos ..	12
4. Materiais e métodos .....	14
4.1. Questões-alvo .....	15
4.2. Estratégias de pesquisa .....	15
5. Resultados e discussão.....	17
5.1. Fatores que influenciam a migração de ftalatos de materiais em contato com alimentos para os alimentos .....	19
5.1.1. Tempo de contato, temperatura, acidez e concentração de NaCl dos alimentos .....	19
5.1.2. Conteúdo lipídico dos alimentos e fontes externas de contaminação .....	20
5.2. Ocorrência de ftalatos em matrizes alimentares.....	21
5.2.1. Peixes e produtos de pescado.....	21
5.2.2. Carnes e produtos cárneos.....	26
5.2.3. Condimentos e molhos .....	32
5.2.4. Alimentos para bebês e fórmulas infantis .....	36
5.2.5. <i>Snacks</i> e guloseimas .....	39
5.2.6. Óleos e gorduras .....	44
5.2.7. Cereais e produtos à base de cereais.....	52
5.2.8. Leite e produtos lácteos .....	62
5.2.9. Frutas e vegetais .....	70
5.2.10. Diversos .....	78
6. Conclusão .....	83
7. Referências .....	84
8. Apêndice.. .....	94

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1: Cinco ftalatos autorizados para o uso em MCAs, nome, abreviação e estrutura química. ....	5
Quadro 2: Parâmetros de restrição para os cinco ftalatos estabelecidos no Regulamento (UE) n.º 10/2011. ....	11
Quadro 3: Critérios de inclusão, exclusão e qualidade no processo de seleção dos estudos. ....	15
Tabela 1: Concentração de ftalatos do grupo Peixes e derivados e técnica analítica aplicada. ....	23
Tabela 2: Concentração de ftalatos do grupo de carnes e produtos cárneos e técnica analítica. ....	28
Tabela 3: Concentração de ftalatos determinada em condimentos e molhos e técnica analítica aplicada. ....	33
Tabela 4: Concentração de ftalatos do grupo Comida para bebê e Fórmula Infantil e técnica analítica. ....	37
Tabela 5: Concentração de ftalatos no grupo Snacks e técnica analítica. ....	40
Tabela 6: Concentração de Ftalatos no grupo de Óleos e gorduras e técnica analítica. ....	47
Tabela 7: Concentração de ftalatos no grupo Cereais e produtos de cereais e técnica analítica. ....	54
Tabela 8: Concentração de ftalatos no grupo de Leite e derivados e técnica analítica. ....	64
Tabela 9: Concentração de ftalatos no grupo de Frutas e hortaliças e técnica analítica. ....	71
Tabela 10: Concentração de ftalatos no grupo Diversos e técnica analítica. ....	79
Tabela A. 1: Concentração de ftalatos determinada em carne de frango e técnica analítica aplicada. ....	94
Tabela A. 2: Concentração de ftalatos determinada em mel e técnica analítica. ....	96
Tabela A. 3: Ftalato em azeites da Sicília e Molise. ....	97

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: etapas na produção e elaboração de alimentos que podem resultar na contaminação por ftalatos. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 2: Fatores que influenciam a migração de ftalatos de materiais em contato com alimentos (MCAs) para alimentos resumidos: acidez, concentração de NaCl, teor de gordura, temperatura, tempo de contato e contaminação durante o processamento de alimentos. ....	13
Figura 3: União de componentes de pesquisa usando operadores booleanos.....	16
Figura 4: O diagrama PRISMA reúne os resultados da pesquisa sistemática .....	18
Figura 5: Pontos de coleta de amostras de leite ao longo de sua cadeia produtiva..	63

## LISTA DE SIGLAS/ABREVIATURAS

BBP - Ftalato de benzilbutila

BBzP - Ftalato de benzilo e butilo

DAP - Dialil ftalato

DBP - Dibutilftalato

DCHP - Diciclohexil ftalato

DEEP - Di- etoxi- etil ftalato

DEHP - Bis- (2-etil-hexil) ftalato

DEP - Ftalato de dietila

DiBP - Diisobutil ftalato

DIDP - Diisodecil ftalato

DINP - Ftalato de diisononilo

DMEP - Bis(2-metoxetila) ftalato

DMP - Ftalato de dimetila

DnBP - Di-n-butil ftalato

DnOP - Di-n-octil ftalato

DOP - Dioctil ftalato

DPHP - Dipropyl ftalato

DPP - Di- pentil ftalato

DPrP - Di propil ftalato

LME – Limite de Migração Específico

LOQ - Limit Of Quantification

MCA - Material em Contato com Alimentos

MeSH – Medical Subject Headings

PAEs – Phthalic acid esters

PET – Politereftalato de etileno

PS – Poliestireno

PVC – poli cloreto de vinila

## 1. Introdução

Garantir a disponibilidade de alimentos seguros é uma das principais responsabilidades da industrialização e processamento dos alimentos, uma vez que eles podem ser expostos a perigos de diversas naturezas, como biológica, física ou química, durante sua produção, processamento, transporte e armazenamento. Neste contexto, destaca-se o papel das embalagens na proteção e conservação do alimento, para preservar a qualidade da fabricação até o consumo, como barreira a diversas alterações.

O uso de embalagens plásticas na indústria de alimentos é bastante difundido devido à versatilidade dos materiais plásticos, a suas características de flexibilidade, à resistência e à capacidade de ter sua densidade alterada de acordo com a demanda da indústria. Destaca-se o uso dos seguintes polímeros: policloreto de vinila (PVC) em sucos e molhos, poliestireno (PS), em potes de sorvete, politereftalato de etileno (PET), em bebidas, entre outros (LUIS; MONCAYO, 2020). Para alcançar características como flexibilidade, fluidez e suavidade é necessário o uso de plastificantes, dentre os quais destacam-se os ftalatos (PAEs).

Contra-pondo-se ao papel de conservação e proteção, as embalagens são fonte de contaminação dos alimentos por ftalatos, uma vez que estes compostos não se ligam quimicamente à estrutura dos polímeros e podem migrar para os alimentos, colocando em risco a saúde do consumidor que, ao ingerir alimentos contaminados por ftalatos, pode vir a desenvolver problemas endócrinos e diversas outras doenças associadas à exposição a estes contaminantes. Não apenas as embalagens, mas também outros materiais, como tubulações e correias transportadoras, em contato com os alimentos ao longo da sua cadeia de produção podem conter ftalatos e tornar a contaminação ainda maior. Além disso, temperatura, tempo de armazenamento, composição dos alimentos, como percentual de gordura (uma vez que ftalatos são lipofílicos) e pH, são algumas das variáveis que podem afetar o processo de migração dos ftalatos dos materiais para os alimentos e proporcionar uma variabilidade no cenário de contaminação de acordo com o grupo de alimentos, tipo de processamento industrial, bem como o processamento a nível doméstico. (CARLOS; DE JAGER; BEGLEY, 2018; CIRILLO et al., 2013; FANG; WANG; LYNCH, 2017; LEECHART; INTHORN; THIRAVETYAN, 2015; WANG, Xiujuan et al., 2020)

Por esta razão, foram levantadas duas questões principais neste estudo: quais fatores influenciam a migração dos ftalatos dos materiais em contato com alimentos e, conseqüentemente, a contaminação dos alimentos, bem como qual o perfil de contaminação por ftalatos em diferentes matrizes alimentares.

## **2. Objetivos**

O objetivo da presente revisão sistemática foi responder quais parâmetros influenciam a contaminação de alimentos por ftalatos (PAEs) através dos materiais plásticos em contato com alimentos e investigar o perfil de PAEs em diferentes matrizes alimentares.



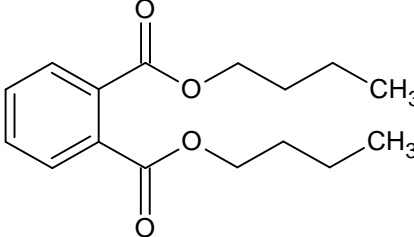
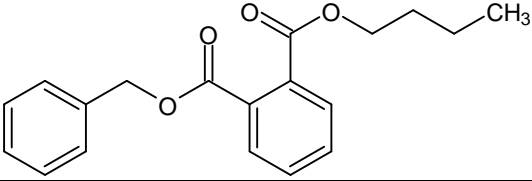
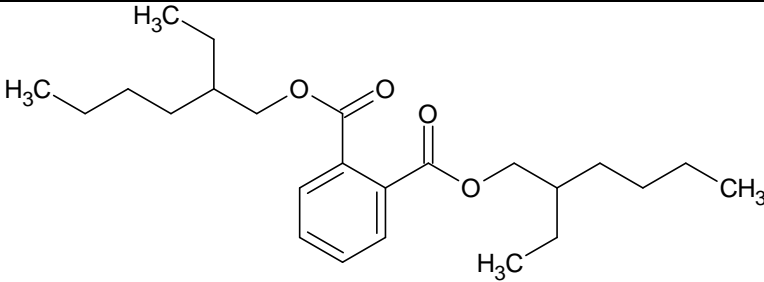
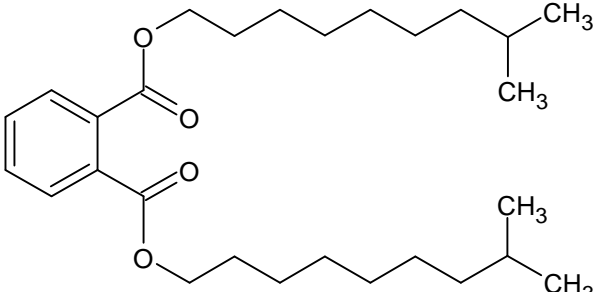
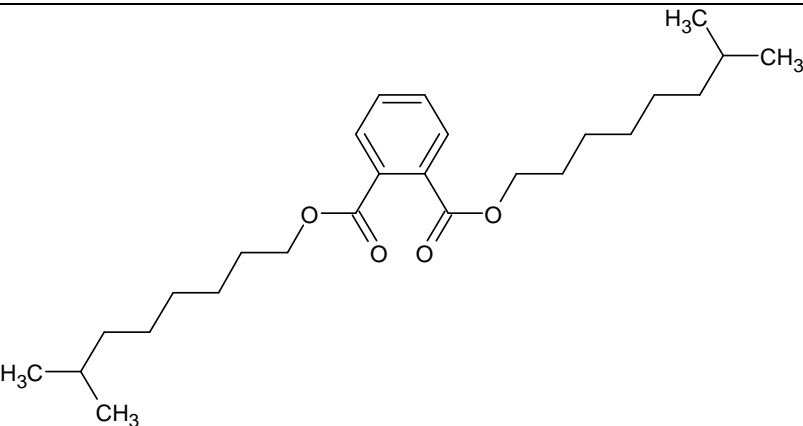
### **3. Revisão Bibliográfica**

#### **3.1.Ésteres de ácido ftálico: o que são**

Os ftalatos são compostos químicos orgânicos lipofílicos, diésteres derivados do ácido ortoftálico, muito utilizados em materiais de contato com alimentos. Diversos materiais plásticos contêm ftalatos como plastificantes, adicionados para melhorar a flexibilidade, elasticidade e maciez dos polímeros. Outro uso conhecido de PAEs, por exemplo, o DiBP, é em tintas de impressão e vernizes para melhorar a aderência da superfície e diminuir a rugosidade (FIERENS et al., 2013; FIERENS et al., 2012a; FIERENS et al., 2012b; MOREIRA; ANDRÉ; DE LOURDES CARDEAL, 2015).

Os ftalatos mais utilizados são o ftalato de bis(2-etil-hexila) (DEHP), que compreende metade da produção anual de PAEs, dibutilftalato (DBP), dimetilftalato (DMP), di-n-octilftalato (DOP), ftalato de diisononil (DINP) e ftalato de diisodecil (DIDP). No Quadro 1 estão organizados os 5 ftalatos autorizados para o uso em materiais em contato com os alimentos, conforme o Regulamento (UE) n.º 10/2011, bem como suas estruturas químicas. Devido à incapacidade dos ftalatos de se ligarem quimicamente à estrutura do polímero, eles podem migrar para os alimentos e para o meio ambiente, no solo, no ar, nos sistemas aquáticos, causando a exposição humana por diversas vias, principalmente através da ingestão de alimentos contaminados (BOGDANOVIĆ et al., 2019).

Quadro 1: Cinco ftalatos autorizados para o uso em MCAs, nome, abreviação e estrutura química.

Nome	Abreviação	Estrutura Química
Dibutilftalato	DBP	
Ftalato de benzilbutila	BBP	
Bis-(2-etil-hexil) ftalato	DEHP	
Diisodecil ftalato	DIDP	
Ftalato de diisononilo	DINP	

Fonte: elaboração própria.

Os ftalatos podem contaminar os alimentos em diversos pontos de sua cadeia produtiva, como no cultivo, por conta da contaminação do solo e da água, bem como nas etapas de processamento industrial, em tubulações, esteiras transportadoras, peças de máquinas contendo PAEs, e durante o armazenamento em plásticos ou materiais diversos, conforme ilustrado na Figura 1. Além disso, os processos de cozimento e aquecimento doméstico podem aumentar a migração destes contaminantes das superfícies para os alimentos (FIERENS; VANERMEN; et al., 2012; NANNI et al., 2011)

Tempo e temperatura são os parâmetros mais comuns investigados em estudos de migração de ftalatos. Essas variáveis estão envolvidas no processo de transferência de calor que afeta as propriedades termodinâmicas das moléculas, levando tanto a estrutura do polímero quanto as moléculas de ftalatos a uma alta agitação e afetando sua capacidade de migração através de processos de transferência de massa (CIRILLO et al., 2013; FANG; WANG; LYNCH, 2017; WANG, Xiujuan et al., 2020).

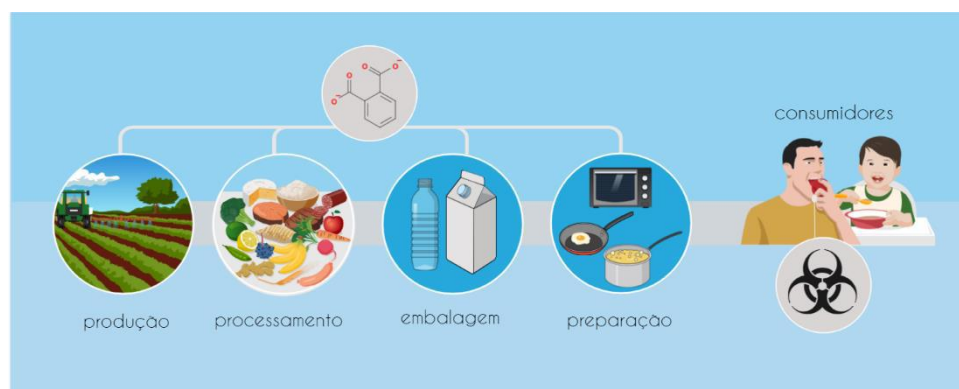


Figura 1: Etapas na produção e elaboração de alimentos que podem resultar na contaminação por ftalatos.

Fonte: Elaboração própria.

### 3.2. Efeitos do consumo de ftalatos

A exposição humana aos ftalatos pode ser identificada através da presença de seus metabólitos primários e secundários em amostras de urina. No caso do DEHP os seus metabólitos primário e secundários são, respectivamente, o ácido monoetilexilftálico (MEHP) e o mono(2-etil-5-oxohexil) ftalato (MEOHP), mono(2-etil-5-hidroxihecil) ftalato (MEHHP) e o mono(2-etil-5-carboxipentil) ftalato (MECPP); os metabólitos secundários são produzidos pelo metabolismo oxidativo do MEHP. No caso do DBP, seus metabólitos são o mono-n butil ftalato (MnBP) e o mono-iso-butil ftalato (MiBP). Com relação ao DMP, seu metabólito é o monometil ftalato (MMP).

Há uma associação entre os metabólitos de ftalatos MEHP, MnBP e MiBP originários encontrados em amostras de urina em humanos com doenças cardíacas, uma vez que estão associados à inflamação e estresse oxidativo. O MEHP está associado ao aumento do nível de micropartículas endoteliais e plaquetárias, os quais são marcadores de disfunção endotelial crônica, podendo aumentar o risco de doenças cardíacas crônicas (SU et al., 2019; WU et al., 2017). Além disso, o DBP está relacionado à promoção do acúmulo de lipídios em macrófagos, bem como há uma correlação de eventos que relacionam o DBP e a aterosclerose em níveis moleculares. O metabólito MMP, derivado do DMP, foi correlacionado à formação de placas ateroscleróticas em forma de U invertido (WANG, Yidi et al., 2020; ZHANG et al., 2019; ZHU et al., 2020; LIND; LIND, 2011). A exposição total aos ftalatos também já foi associada a doenças cardiovasculares entre a população australiana (BAI et al., 2017).

Os metabólitos como MiBP, MnBP e os derivados do DEHP, bem como os níveis totais de ftalatos encontrados em urina foram correlacionados com sintomas de asma e alergias na população infantil de Xangai, uma vez que os ftalatos podem contribuir para certos mecanismos e respostas imunes específicas de alergias, agravando os quadros de asma, bem como afetar o sistema imunológico, acarretando no aumento de respostas inflamatórias (SHI et al., 2018). A exposição ao DMP associada à asma alérgica, a qual é ocasionada pela ação de alérgenos, pode piorar o dano ao tecido pulmonar, a hiper responsividade das vias aéreas, bem como causar a perturbação do sistema imunológico, acarretando a piora da asma alérgica (LI, Chongyao et al., 2020). Além disso, os níveis elevados de

MEHHP, MEOHP e MnBP em urina foram associados ao declínio da função pulmonar no grupo composto pela população idosa (KIM et al., 2018).

A exposição aos ftalatos obtida pela determinação dos metabólitos presentes em amostras de urina também foi significativamente relacionada ao estresse oxidativo e ao aumento do diagnóstico do diabetes mellitus tipo 2. Metabólitos de ftalatos urinários estão significativamente associados com a glicemia de homens com idade superior a 55 anos (DUAN, Yishuang et al., 2019). Há também uma correlação entre a exposição ao DEHP e a disfunção das células  $\beta$  pancreáticas, acarretando na resistência à insulina e, conseqüentemente, no diabetes tipo 2 (SHE et al., 2017). Um estudo avaliou que a ordem dos metabólitos de ftalatos relacionados com o diabetes foi: MEP $\approx$ MBP > MEHP > MCPP > MECPP $\approx$ MEOHP $\approx$ MEHHP $\approx$ MIBP $\approx$ MMP > MCMHP $\approx$ MBzP (LI, Adela Jing et al., 2019).

Além dos problemas de saúde não tão comumente associados à exposição aos ftalatos descritos acima, há também a já conhecida associação aos problemas reprodutivos e endócrinos. A exposição aos metabólitos do DEHP está relacionada ao aumento da próstata (CHANG et al., 2019). Até mesmo a exposição a baixas concentrações dos ftalatos e seus metabólitos ( $\leq 1$  mg/L) pode ter efeitos desreguladores endócrinos significativos e influenciar os hormônios tireoidianos, bem como a homeostase, em crianças e adultos (DUAN, Chenhui et al., 2020; HUANG, Han-Bin et al., 2017; HUANG, Po-Chin et al., 2020). A exposição ao MEHP e outros metabólitos do DEHP foram relacionados com a diminuição dos níveis de testosterona, bem como a redução do volume do sêmen e contagem total do número de espermatozoides. (NASSAN et al., 2016; SPECHT et al., 2014) Semelhantemente, a exposição ao DBP e MBP pode inibir significativamente a mobilidade dos espermatozoides, ao inibir a fosforilação da tirosina do esperma (XIE et al., 2019). A perda gestacional recorrente, que é definida como a perda de duas ou mais gestações, está especialmente relacionada com a exposição ao DBP (ADIR et al., 2017; LIAO et al., 2018).

Há também uma correlação existente entre a exposição pré-natal aos ftalatos e à microestrutura da substância branca, que pode acarretar em problemas comportamentais na infância (ENGLAND-MASON et al., 2020). A exposição infantil ao DEHP e MMP pode também contribuir para o desenvolvimento de Transtorno de

Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) e ao Transtorno Opositivo Desafiador (TOD) (HU et al., 2017; KU et al., 2020). Além disso, há uma correlação entre as concentrações urinárias gestacionais e infantis de ftalatos e seus metabólitos com o quociente de inteligência (FSIQ); parece haver uma maior força nessa correlação entre exposição aos ftalatos e as habilidades cognitivas em crianças na idade de 3 anos (LI, Nan et al., 2019). A exposição aos ftalatos pode também aumentar em mais de duas vezes o risco de transtorno do espectro do autismo (PONSONBY et al., 2020). A adolescência também é uma fase crítica para a exposição a esses contaminantes, uma vez que podem estar associados a problemas comportamentais de externalização, habilidades de adaptação e outros distúrbios comportamentais (SHOAFF et al., 2019). Na fase universitária também ocorre a exposição humana aos ftalatos, a qual está relacionada a problemas de ordem emocional, MEHHP em homens e MBP em mulheres (XU et al., 2020).

### **3.3. Legislação**

Dado o risco à saúde devido à exposição aos ftalatos por meio de materiais em contato com alimentos (MCAs), há fiscalização por parte de entidades legais para estabelecer restrições ao uso de ftalatos nesses materiais. O primeiro Anexo do Regulamento (UE) n.º 10/2011, contém a lista positiva de aditivos que podem estar em contato com materiais destinados a alimentos, onde DBP, DEHP, DINP, DIDP e BBP são listados como autorizados em MCAs. Além disso, esse mesmo regulamento define os Limites de Migração Específica (LME), que é definido pela RDC nº 91/2001 da ANVISA, como a quantidade máxima admissível de um componente específico do MCA para os simulantes (produto que imita o comportamento de um grupo de alimentos que tem características semelhantes), nas condições de ensaio.

A Resolução RDC nº 326, de 3 de dezembro de 2019 da ANVISA contém a lista positiva de aditivos que podem ser utilizados em contato com os alimentos, e em seu anexo são indicados os LME e as orientações de uso nos materiais plásticos para os mesmos cinco ftalatos mencionados na legislação europeia (Regulamento (UE) n.º 10/2011). As orientações de uso para os ftalatos são semelhantes às contidas no regulamento da União Europeia, a qual classifica os MCAs como materiais de uso único ou repetido e agrupam os alimentos em não gordurosos, gordurosos e destinados a crianças de zero a três anos de idade. Além

disso, fornece as restrições do uso de ftalatos para cada um desses materiais e grupos de alimentos, os LME e orientações para o uso de ftalatos como agente de suporte técnico.

Os Anexos V e VI da Resolução nº 105/1999 da ANVISA abordam a migração total de embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos e migração total de materiais plásticos com azeite de oliva como simulante, respectivamente, onde há a orientação sobre o uso dos simulantes de acordo com o tipo de alimento e materiais utilizados, bem como orientações para os ensaios experimentais de migração.

Os outros 14 ftalatos abordados nesse estudo, DMP, DEP, DiBP, DnBP, DCHP, DnOP, BBzP, DPP, DOP, DAP, DPrP, DMEP, DEEP, DPHP não são autorizados para o uso em materiais em contato com os alimentos, uma vez que não fazem parte da lista positiva de aditivos autorizados para alimentos e MCAs.

No Quadro 2 abaixo é possível verificar os limites estabelecidos pela legislação Europeia n.º 10/2011 para as concentrações dos cinco ftalatos autorizados para o uso em MCAs, bem como as restrições de uso para esses materiais (uso único ou repetido) e as restrições aplicadas a grupos específicos de alimentos, alimentos gordurosos e não gordurosos e alimentos para o público infantil.

Quadro 2: Parâmetros de restrição para os cinco ftalatos estabelecidos no Regulamento (UE) n.º 10/2011.

Ftalato	Uso	LME	QM	Parâmetro de controle para MCA de uso único <sup>1</sup>			Parâmetro de controle para MCA de uso repetido			
		mg/kg	m/m %	Tipo de alimento						
				Gorduroso	Infantil	gorduroso Não	Gorduroso	gorduroso Não	Infantil (Não-gorduroso)	
BBP	Plastificante	30	NR	NA			LME	LME		
	AST	30	0,1	QM (+LME) <sup>4</sup>				LME		
DEHP	Plastificante	1,5	NR	NA			NA		LME	
	AST	1,5	0,1	QM (+LME) <sup>4</sup>			QM (+LME) <sup>4</sup>	LME		
DBP	Plastificante	0,3	NR	NA			NA		LME	
	AST	0,3	0,05 <sup>2</sup>	QM (+LME) <sup>4</sup>			QM (+LME) <sup>4</sup>			
DINP	Plastificante	9 <sup>3</sup>	NR	NA		LME	LME			
	AST	9 <sup>3</sup>	0,1	QM (+LME) <sup>4</sup>			LME			
DIDP	Plastificante	9 <sup>3</sup>	NR	NA		LME	LME			
	AST	9 <sup>3</sup>	0,1	QM (+LME) <sup>4</sup>			LME			

NR: não relevante; NA: não autorizado.

AST: aditivo de suporte técnico.

QM: quantidade máxima permitida do ftalato residual no plástico acabado.

<sup>1</sup>Embalagens feitas de copos com tampa contendo uma gaxeta plastificada são geralmente consideradas como um material de uso único.

<sup>2</sup>Somente permitido em poliolefinas.

<sup>3</sup>LME total, somatório do DINP e DIDP.

<sup>4</sup>Caso o QM esteja dentro do autorizado, é necessário testar o LME.

Fonte: adaptado de EFSA, 2019

A *European Food Safety Authority* (EFSA) publicou em 2019 uma atualização sobre a avaliação de risco de DBP, BBP, DEHP, DINP e DIDP para uso em materiais em contato com os alimentos. De acordo com este documento, para os ftalatos mencionados, foram estabelecidos os seguintes valores de ingestão diária tolerável (IDT): 0,01 mg/kg de peso corporal por dia para DBP; 0,5 mg/kg de peso corporal por dia para BBP; 0,05 mg/kg de peso corporal por dia para DEHP; 0,15



mg/kg de peso corporal por dia para DINP e 0,15 mg/kg de peso corporal por dia para DIDP (EFSA, 2019).

### **3.4. Fatores que influenciam a migração de ftalatos dos MCAs para os alimentos**

Segundo a Resolução da ANVISA RDC nº 91 de 11 de maio de 2001, a migração consiste na transferência dos componentes dos MCAs para os alimentos, em virtude de fenômenos físico-químicos. A principal razão de ocorrência desse fenômeno em ftalatos dos materiais para os alimentos deve-se ao fato de esses compostos não se ligarem quimicamente à estrutura dos polímeros. No entanto, existem fatores que podem potencializar esse processo, bem como outros fatores que podem dificultar a migração.

Os fatores que influenciam o processo de migração dos ftalatos dos materiais em contato com os alimentos – MCAs, ilustrados na Figura 3, para os alimentos foram descritos por alguns autores. Altas temperaturas podem aumentar a migração de ftalatos de materiais plásticos para os alimentos. Entretanto, as baixas temperaturas parecem não ser significativas. O tempo que os alimentos entram em contato com suas embalagens pode influenciar na concentração de ftalatos, principalmente na primeira hora. Um alimento com alto percentual de lipídios em sua composição pode conter mais ftalatos. Os simulantes de alimentos com baixas concentrações de NaCl apresentaram maior migração de ftalatos quando comparados aos com altas concentrações de NaCl. Além disso, alimentos com alta acidez, ou seja, baixo pH, apresentaram maiores concentrações de ftalatos. Finalmente, a contaminação de alimentos por ftalatos pode ocorrer durante as etapas de produção de alimentos, como em tubos ou esteiras transportadoras (CARLOS; DE JAGER; BEGLEY, 2018; CIRILLO *et al.*, 2013; FANG; WANG; LYNCH, 2017; LEECHART; INTHORN; THIRAVETYAN, 2015; WANG, Xiujuan *et al.*, 2020)

## Fatores que influenciam a migração de ftalatos e a contaminação de alimentos

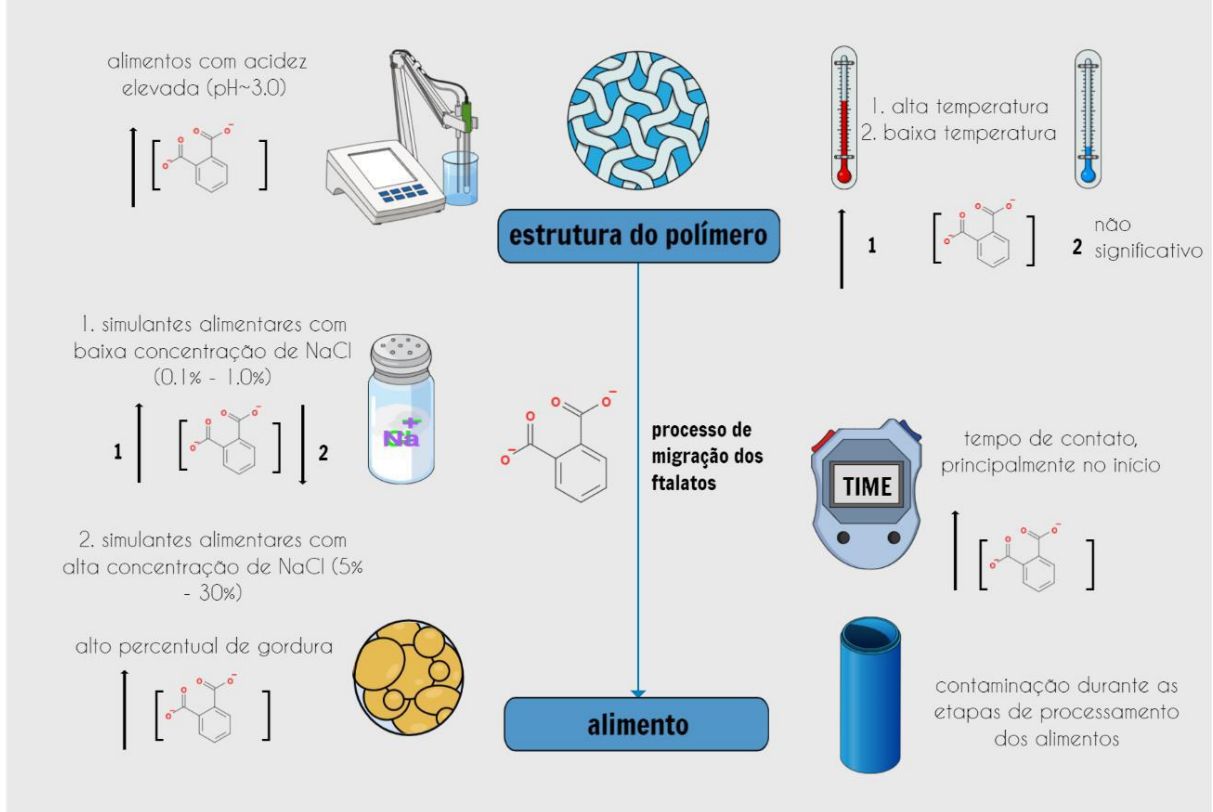


Figura 2: Fatores que influenciam a migração de ftalatos de materiais em contato com alimentos (MCAs) para alimentos: acidez, concentração de NaCl, teor de gordura, temperatura, tempo de contato e contaminação durante o processamento de alimentos.

Fonte: Elaboração própria

#### **4. Materiais e métodos**

A elaboração da presente revisão sistemática seguiu a metodologia PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyzes Statement*), seguindo três etapas principais. Primeiramente, foi realizada uma seleção primária de resumos e títulos dos artigos. Se os títulos ou resumos fossem alheios ao tema, na primeira etapa, eram removidos. Na segunda etapa, a seleção foi limitada até dez anos, no idioma inglês, de 2010 a 2020. Por último, o gênero do documento escolhido foi apenas artigos de pesquisa, ou seja, a pesquisa não incluiu capítulos de livros, artigos de revisão e resenhas de livros.

Os artigos inicialmente selecionados pelo título e pela leitura do resumo seguiram para a última fase de leitura do trabalho completo. Por fim, foram resumidas todas as informações necessárias em uma planilha de extração. Na Tabela 3 estão descritos com maior detalhamento os critérios de inclusão, exclusão e qualidade utilizados no processo de seleção dos estudos por via da metodologia PRISMA, bem como o que foi realizado em cada uma das etapas: seleção e elegibilidade.

Quadro 3: Critérios de inclusão, exclusão e qualidade no processo de seleção dos estudos.

Ordem	Etapa no PRISMA	Critério de Inclusão	Critério de Exclusão	Critério de Qualidade	Na base
1	Seleção	Trabalhos de pesquisa publicados na língua inglesa	Os artigos eram capítulos de livros, comentários, cartas, artigos de revisão ou resenhas de livros	Resumo bem escrito contendo os principais dados relevantes e seus tópicos	Título, palavras-chave e resumo
2		Investigação de ftalatos em embalagens de alimentos ou gêneros alimentícios	Análise de ftalatos não correlacionada com alimentos		
3	Elegibilidade	-	Coeficiente de linearidade <95%	Parâmetros aceitáveis de métodos de quantificação de ftalatos	Leitura do texto completo
4			Recuperação de ftalatos <80%		
5			Desvio padrão relativo >10%		
6			O estudo não respondeu às questões alvo da revisão.	-	

#### 4.1. Questões-alvo

As seguintes questões-alvo nortearam a revisão sistemática:

- Como as características da matriz alimentar podem ser correlacionadas com a contaminação dos alimentos por ftalatos?
- Quais parâmetros são influenciáveis na migração e contaminação de ftalatos?

#### 4.2. Estratégias de pesquisa

Os termos MeSH foram aplicados como recurso para expandir a relevância da busca de artigos, uma vez que compreendem uma série de sinônimos em nível hierárquico de utilização em trabalhos científicos, em bases de dados científicas, a saber, Scopus, Science Direct, Web of Science e PubMed.

O componente de busca 1 (CB1) foi embalagens plásticas ou recipientes de plástico ou embalagens de polímeros ou recipientes de polímeros ou embalagens de alimentos, ou recipientes de alimentos ou embalagens. O componente de busca 2 (CB2) representou a intervenção: ftalato ou ftalatos (Figura 3).

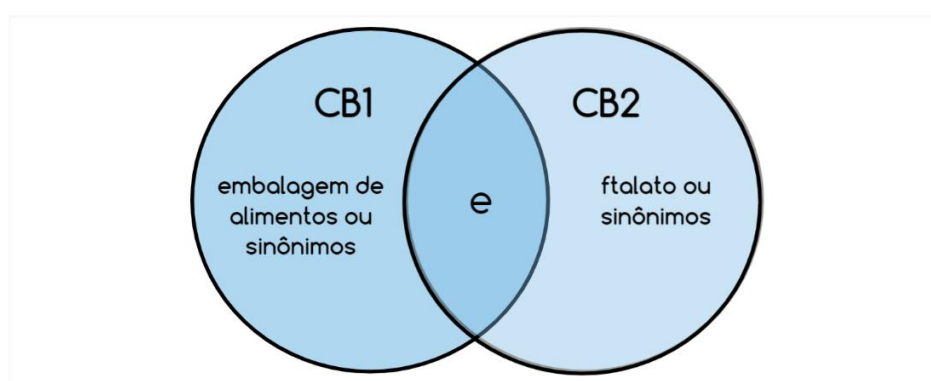


Figura 3: União de componentes de pesquisa usando operadores booleanos

Fonte: Elaboração própria

Em todas as bases de dados foi utilizada a seguinte rotina de busca: ("Plastic Packaging" OR "Plastic Container" OR "Polymer Packaging" OR "Polymer Container" OR "Food Packaging" OR "Food Container" OR "Packaging, Food") AND ("Phthalate" OR "Phthalates").

## **5. Resultados e discussão**

Na etapa de identificação, foram obtidos na busca sistemática 1.382 artigos no Science Direct, 307 no Web of Science, 231 no Scopus e 520 no PubMed, totalizando 2.440 artigos, dos quais 470 eram duplicados, permanecendo, portanto, 1970 após a exclusão de artigos repetidos.

Na etapa de seleção e elegibilidade, onde se realizou a leitura de títulos e resumos, 222 artigos mostraram-se promissores para o objetivo do estudo, pois abordavam a migração de ftalatos de materiais utilizados em contato com alimentos (Figura 4). Os 200 artigos excluídos desta revisão não forneceram respostas sólidas sobre a contaminação por ftalatos em alimentos e seus materiais ou não apresentaram parâmetros aceitáveis nos métodos de detecção/quantificação e com isso, 22 artigos foram incluídos no repertório do presente trabalho.

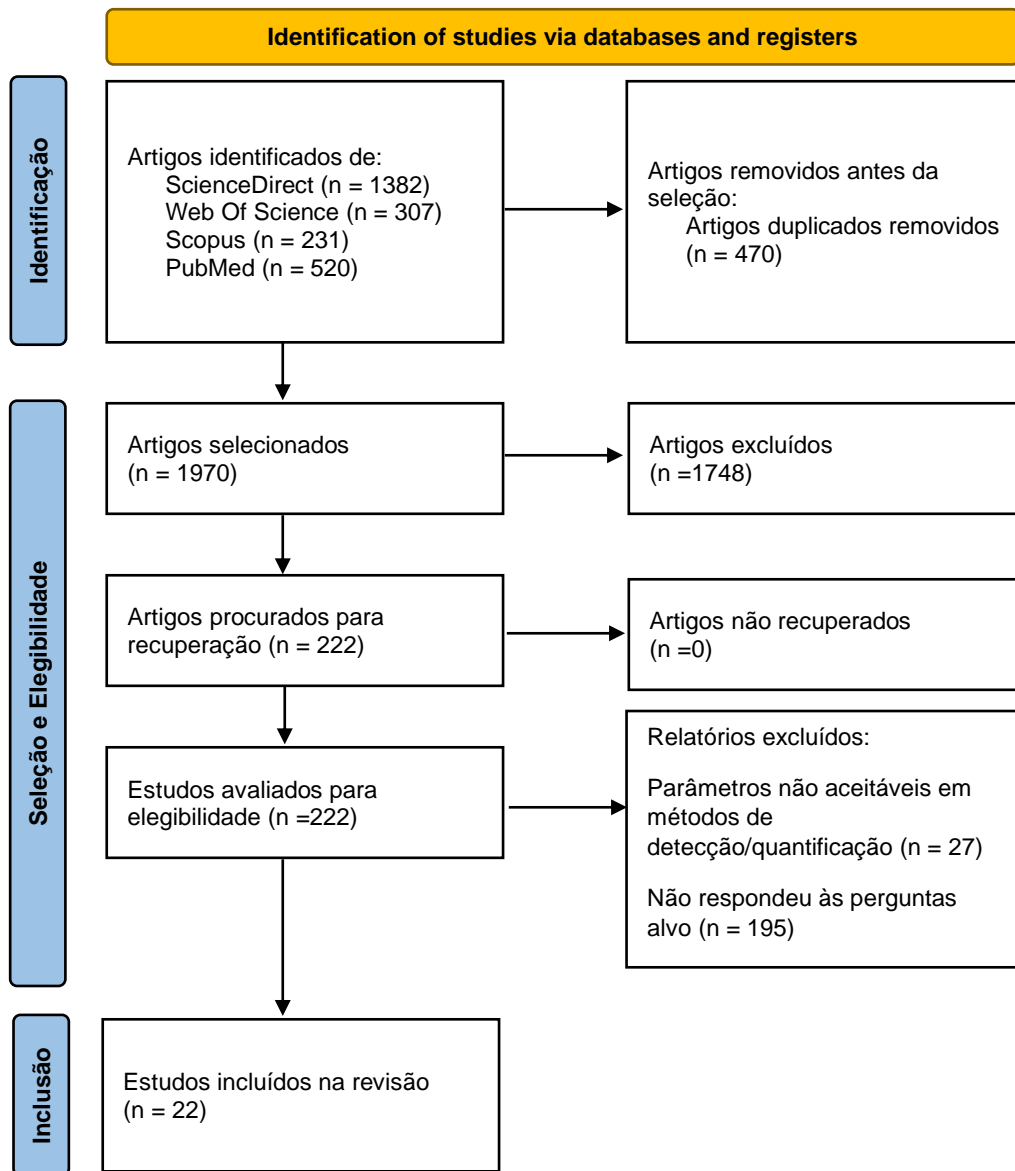


Figura 4: Diagrama PRISMA de resultados da pesquisa sistemática.

## **5.1. Fatores que influenciam a migração de ftalatos de materiais em contato com alimentos para os alimentos**

### **5.1.1. Tempo de contato, temperatura, acidez e concentração de NaCl dos alimentos**

Estudos com DEHP e DBP demonstraram que há maior migração destes ftalatos em refeições embaladas a quente com temperaturas de 40°C a 71°C do que em refeições embaladas a frio a 12°C. Da mesma forma, os simulantes de alimentos tiveram um aumento na migração de DEHP com o aumento de temperatura na faixa de 5°C até 25°C. Além disso, aumentar o tempo de contato entre refeições ou simulantes de alimentos e suas embalagens aumenta a concentração de ftalatos. No entanto, a temperatura de armazenamento parece ser mais influente do que o tempo, pois, nas refeições frias, o nível de ftalatos é praticamente constante ao longo do tempo. Além disso, a migração de ftalatos é maior no início, nos primeiros 60 minutos, do contato do alimento com a embalagem e tende a atingir um equilíbrio ao longo do tempo de contato. O aumento da concentração de ftalato devido à migração está correlacionado ao movimento molecular da cadeia polimérica potencializado pelo tempo e pela temperatura (CIRILLO *et al.*, 2013; WANG, Xiujuan *et al.*, 2020; YANG *et al.*, 2019)

A análise da acidez dos alimentos é necessária para o ensaio de migração de ftalatos, pois o risco parece ser maior em condições de acidez forte (FANG; WANG; LYNCH, 2017). A água utilizada como simulante de alimentos com alta acidez, pH=3,0, e exposta a 5 minutos de aquecimento parece sofrer maior migração de DEHP e DBP do que baixa acidez ou condições neutras, pH=5,0 e 7,0, respectivamente. Além disso, para tempos de contato menores, inferiores a 1 minuto, a migração para o alimento diminuiu.

Muitos produtos alimentícios disponíveis aos consumidores possuem altas concentrações de cloreto de sódio (NaCl), como molhos e condimentos. Portanto, a concentração de NaCl na matriz alimentar foi outro parâmetro crítico na análise da concentração de ftalatos. Os simulantes de alimentos aquosos com concentrações de cloreto de sódio em torno de 0,1% a 1,0% apresentaram maior contaminação pelos ftalatos DMP, DEHP e DEP. A degradação oxidativa causada por íons hipoclorito na superfície do polímero é o fenômeno que pode justificar a maior migração em baixas concentrações de NaCl. No entanto, a solução aquosa com



maiores concentrações de NaCl, em torno de 5,0 a 30%, apresentou menor presença de ftalatos, provavelmente pelo efeito *salting-out*, caracterizado pela redução da solubilidade das moléculas e, portanto, diminuição da migração (LEECHART; INTHORN; THIRAVETYAN, 2015)

### **5.1.2. Conteúdo lipídico dos alimentos e fontes externas de contaminação**

Refeições com alto percentual de óleos e gorduras estão relacionadas a concentrações mais significativas de ftalatos. Além disso, a migração de ftalatos é maior em simulantes de alimentos gordurosos devido as suas características lipofílicas e capacidade dos lipídios de penetrar nos poros dos polímeros. Estudos mostraram que pratos prontos embalados contendo alimentos com alto percentual de óleos e gorduras, por exemplo, ensopado de carne com molho e a embalagem cheia (alta superfície de contato do alimento com a embalagem), tiveram uma migração de ftalatos maior quando comparados a pratos prontos contendo apenas vegetais (CIRILLO *et al.*, 2013; DUGO *et al.*, 2011; FAN *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2019; WANG *et al.*, 2020)

Em alguns casos, a embalagem do alimento não contém ftalatos em sua composição, mas o alimento analisado os possui devido à contaminação que recebe durante seu processamento. Por exemplo, Carlos *et al.* (2018) estudaram que tubos e esteiras transportadoras de PVC utilizados durante a produção de alimentos são possíveis fontes de contaminação por ftalatos. Além disso, quanto maior a flexibilidade das esteiras transportadoras, maior a concentração de ftalatos em sua composição, proporcionando maior risco de contaminação aos alimentos diretamente em contato.

Guazzotti *et al.* (2014) investigaram a contaminação por ftalatos em embalagens e núcleos cilíndricos de papelão, que posteriormente migraram para filmes de policloreto de vinila de uso doméstico e comercial, em virtude do contato entre esses dois materiais. Embora os filmes de PVC não estivessem contaminados imediatamente após a sua produção, o que foi verificado pelos autores ao coletarem amostras desses filmes diretamente nos fornecedores, detectou-se DIBP na composição dos filmes após serem envolvidos em núcleos cilíndricos de papelão e colocados em caixas também de papelão. Assim, é

necessário garantir que todas as embalagens primárias, secundárias e terciárias não tenham ftalatos junto aos fornecedores.

## **5.2. Ocorrência de ftalatos em matrizes alimentares**

Existem diversos ftalatos nas amostras de alimentos analisadas, incluindo DMP, DEP, DiBP, DnBP, BBP, DEHP, DCHP, DnOP, BBzP, DBP, DPP, DOP, DIDP, DINP, DAP, DPrP, DMEP, DEEP, DPHP, entre os quais se destaca o DEHP devido às altas concentrações relatadas e ao alto número de resultados positivos. Apenas cinco ftalatos são permitidos para materiais de contato com alimentos: BBP, DEHP, DBP, DIDP e DINP. Em outras palavras, havia quatorze ftalatos não autorizados para uso em contato com alimentos em diversos estudos.

Em relação à metodologia analítica aplicada, os pesquisadores relataram a técnica de separação e o método de detecção/quantificação para rastrear PAEs em amostras de alimentos. A cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa foi a principal técnica utilizada em 82% dos estudos (BRADLEY *et al.*, 2013; CACHO *et al.*, 2012; CAI *et al.*, 2015; CAO *et al.*, 2014; CAO; ZHAO; DABEKA, 2015; DUGO *et al.*, 2011; FIERENS *et al.*, 2012a; FIERENS *et al.*, 2012b; HE *et al.*, 2015; MOREIRA; ANDRÉ; DE LOURDES CARDEAL, 2015; NANNI *et al.*, 2011; NOTARDONATO *et al.*, 2020; PEREIRA *et al.*, 2019; SIRELI *et al.*, 2017; SUNGUR *et al.*, 2015; VAN HOLDERBEKE *et al.*, 2014; YANG *et al.*, 2019), seguida pela Cromatografia Líquida de Alta Eficiência, em cerca de 18% dos resultados

### **5.2.1. Peixes e produtos de pescado**

Nos trabalhos desenvolvidos foram detectados PAEs em amostras de diversos peixes e produtos à base de peixe, provavelmente devido a características lipofílicas, materiais contaminados durante o armazenamento e processamento. Como se nota na Tabela 1, nesta categoria, os ftalatos encontrados foram DMP, DEP, DiBP, DnBP, BBP, DEHP, DCHP, DnOP e DBP. O ftalato mais utilizado, di-(2-etilhexil)phthalate (DEHP), nos trabalhos desenvolvidos por Bogdanović *et al.* (2019), Nanni *et al.* (2011), Van Holderbeke *et al.* (2014), foi o principal encontrado na maioria das amostras, com concentrações que variaram de abaixo do Limite de Quantificação

da análise (LOQ, em inglês) até 5,932 mg/kg. De acordo com o Regulamento (UE) N° 10/2011, o Limite Específico de Migração (LME), quantificado através do ensaio de simulantes de alimentos em contato com MCAs, é de 1,5 mg/kg para DEHP e 0,3 mg/kg para DBP, e não são permitidos para o uso em embalagens para alimentos gordurosos. Essas restrições são motivadas pela toxicidade do componente e sua capacidade de migrar para o interior dos alimentos. Apesar das medidas restritivas, concentrações acima do limite considerado seguro para o consumo em saúde são relatadas 12 vezes para o grupo de peixes, 11 vezes (variando de 1,5 mg/kg (HE *et al.*, 2015) a 5,932 mg/kg (FIERENS; SERVAES; *et al.*, 2012; VAN HOLDERBEKE *et al.*, 2014)) para DEHP e apenas uma vez para DBP (1,23 mg/kg) (YANG *et al.*, 2019).

Tabela 1: Concentração de ftalatos do grupo Peixes e derivados e técnica analítica aplicada.

Matriz	Ftalato	Concentração	Técnica analítica	Referência	
Peixes e produtos à base de peixes (22)	DMP	ND-43(0,1)	µg/kg min-max (mediana)	GC-EI-MS	(Fierens <i>et al.</i> , 2013)
	DEP	ND-9,3(0,2)			
	DiBP	ND-13(ND)			
	DnBP	ND-13(ND)			
	BBP	ND-8,0(ND)			
	DEHP	ND-5932(36)			
	DCHP	ND-0,1(ND)			
	DnOP	ND-0,8(ND)			
Peixes (14)	DMP	ND-43 (ND)			
	DEP	ND-2,7 (0,6)			
	DiBP	ND-12 (ND)			
	DnBP	ND-8,6 (ND)			
	BBP	ND-8,0 (ND)			
	DEHP	ND-5932 (29)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Produtos de pescado (6)	DMP	ND-1,5 (ND)			
	DEP	ND-9,3 (ND)			
	DiBP	ND-13 (ND)			
	DnBP	ND-2,9 (ND)			
	BBP	ND-3,1 (ND)			
	DEHP	11-2596 (15)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND-0,8 (ND)			
Crustáceos (2)	DMP	ND-0,2 (ND)			
	DEP	ND			
	DiBP	ND-8,6 (ND)			
	DnBP	4,2-13 (8,6)			
	BBP	ND-1,6 (ND)			
	DEHP	145-2636 (1391)			
	DCHP	ND-0,1 (ND)			
	DnOP	ND-0,7 (ND)			
Peixes (38)	DBP	LOD-1,23 (0,268)	mg/kg min-max (mediana)	GC-MS	(YANG <i>et al.</i> , 2019)
	DEHP	LOD-2,04 (1,53)			
Peixes e produtos de pescado (18)	DMP	ND-43(0,1)	µg/kg min-max (mediana)	GC-EI-MS	(Fierens <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	ND-9,3(0,2)			
	DiBP	ND-13(ND)			
	DnBP	ND-13(ND)			
	BBP	ND-8,0(ND)			
	DEHP	ND-5932(36)			
	DCHP	ND-0,1(ND)			
	DnOP	ND-0,8(ND)			
Peixe (10)	DMP	ND-43,0 (ND)			
	DEP	ND-2,7 (0,7)			
	DiBP	ND-12,0 (ND)			
	DnBP	ND-8,6 (ND)			
	BBP	ND-8,0 (ND)			
	DEHP	ND-5932,0 (29,0)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			

**Tabela 1 parte 2 (continuação)**

Matriz	Ftalato	Concentração	Técnica analítica	Referência				
Produtos de pescado (6)	DMP	ND-1,5 (ND)	µg/kg min-max (mediana)	GC-EI-MS	(FIERENS <i>et al.</i> , 2012)			
	DEP	ND-9,3 (ND)						
	DiBP	ND-13,0 (ND)						
	DnBP	ND-2,9 (ND)						
	BBP	ND-3,1 (ND)						
	DEHP	11,0-2596,0 (86,0)						
	DCHP	ND						
	DnOP	ND						
Crustáceos (2)	DnBP	4,2-12,5						
	BBP	ND-1,6						
	DEHP	145,3-2636,0						
	DCHP	ND-0,1						
	DnOP	ND-0,7						
Salmão Cru	DMP	1,60				µg/kg média	GC-EI-MS	(FIERENS; VANERMEN; <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	<1,00						
	DiBP	5,80						
	DnBP	8,08						
	BBP	1,36						
	DEHP	153,85						
	DCHP	ND						
	DnOP	ND						
Salmão Frito 1: frito na frigideira com margarina	DMP	1,63						
	DEP	<1,25						
	DiBP	5,21						
	DnBP	9,42						
	BBP	1,70						
	DEHP	147,68						
	DCHP	ND						
	DnOP	ND						
Salmão Frito 2: frito em frigideira antiaderente sem margarina,	DMP	1,37						
	DEP	ND						
	DiBP	6,54						
	DnBP	8,37						
	BBP	<1,00						
	DEHP	262,16						
	DCHP	ND						
	DnOP	ND						
Salmão Grelhado 1: grelhado no forno sem papel alumínio,	DMP	0,98						
	DEP	<0,75						
	DiBP	4,04						
	DnBP	8,89						
	BBP	1,59						
	DEHP	915,33						
	DCHP	ND						
	DnOP	ND						
Salmão Grelhado 2: grelhado no forno com papel alumínio ('no papillote'),	DMP	1,26						
	DEP	<0,75						
	DiBP	4,59						
	DnBP	9,62						
	BBP	1,38						
	DEHP	4253,00						
	DCHP	ND						
	DnOP	ND						

**Tabela 1 parte 3 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>		<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>
Peixe e produtos à base de peixe (74) TDS Group Fish	DEP	ND	µg/kg média	GC-MS	(BRADLEY <i>et al.</i> , 2013)
	DiBP	ND			
	DBP	9			
	DEHP	789			
	DiNP	ND			
Peixe, marinho	DiBP	11,2	ng/g média	GC-MS	(CAO; ZHAO; DABEKA, 2015)
	DBP	40,1			
	BBzP	<5,82			
	DEHP	57,2			
Peixes, água doce	DiBP	<4,54			
	DBP	24,0			
	BBzP	<5,82			
Peixes, latas	DEHP	<19,4			
	DiBP	5,46			
	DBP	42,6			
	BBzP	<5,82			
Marisco	DEHP	36,1			
	DiBP	10,0			
	DBP	27,3			
	BBzP	<5,82			
Frutos do mar: Amostra-69	DEHP	73,5			
	DMP	8,58			
	DEP	2,34			
	DBP	85,8			
	BBP	8,67			
	DEHP	150*10			
Frutos do mar: Amostra-70	DNOP	1,19			
	DMP	50,6			
	DEP	4,64			
	DBP	107			
	BBP	1,61			
	DEHP	1110			
Frutos do mar: Amostra-71	DNOP	98,87			
	DMP	8,73			
	DEP	5,13			
	DBP	116			
	BBP	5,17			
	DEHP	523			
	DNOP	0,07			

GC-EI-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa de Impacto Eletrônico

GC-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa

GP-MSE-GC-MS: Extração de micro seringa de purga de gás acoplada com cromatografia gasosa-espectrometria de massa

ND: Não detectado

### 5.2.2. Carnes e produtos cárneos

Tal como o grupo de peixes e produtos de pescado, o grupo de carnes e produtos cárneos constitui uma fonte de proteína essencial para a dieta. Geralmente, possui quantidades consideráveis de gordura em sua composição, o que pode facilitar a migração de PAEs por afinidade. As fontes de contaminação desse grupo podem ser embalagens e outros materiais usados durante o processamento em uma fábrica ou a nível doméstico. DMP, DEP, DiBP, DnBP, BBP, DEHP, DCHP, DnOP, DBP, BBzP foram encontrados em carnes e produtos cárneos, como visto na Tabela 2. A maior concentração encontrada para este grupo foi de 1,53 mg/kg de DEHP, cerca de quatro vezes menor do que a maior concentração encontrada em peixes e produtos de pescado. Yang *et al.* (2019) identificaram dois valores de concentração acima do Limite Específico de Migração (LME) definido pelo Regulamento (UE) N° 10/2011, que foram 0,51 mg/kg de DBP e 1,53 mg/kg de DEHP em carnes.

A concentração de ftalatos na carne pode ser aumentada ou diminuída pelo processo de fritura. Fierens *et al.* (2012b) mostraram em seu ensaio uma diminuição do DEHP em carnes, que quando cruas apresentavam 66,91 µg/kg de DEHP e após fritura em frigideira com margarina e frigideira antiaderente sem margarina, apresentavam respectivamente 0,03787 e 0,04927 mg/kg. Por outro lado, a costeleta suína teve aumento do DiBP em ambos os processos de fritura e o DEHP aumentou quando frita em frigideira antiaderente sem margarina. Eles concluíram que o declínio da concentração de ftalatos após o processo de cozimento pode ser devido à degradação de PAEs em outros intermediários e à perda de gordura que libera os ftalatos durante a fritura. Ao mesmo tempo, o aumento de ftalatos em costeletas de porco fritas em contato com revestimento antiaderente provavelmente se devem à presença de PAEs neste material. Para outro tipo de alimento, como o leite, Fierens *et al.* (2013) também concluíram que o material utilizado durante o processamento é fonte de contaminação.

De acordo com os resultados da Tabela A. 1, Moreira *et al.* (2015) analisaram a migração do plastificante em frango assado a partir de sacos plásticos. Eles avaliaram duas marcas diferentes de sacolas plásticas e dois tipos de temperos. Havia apenas dois ftalatos, DBP e DIBP, nas amostras de carne assada em sacos plásticos com condimentos e ambos estavam presentes nos temperos antes do

cozimento. As diferenças dos níveis de DIBP e DBP não foram significativas entre a carne de frango sem tempero assada em saco plástico e sem o saco. No entanto, com a adição das especiarias, a concentração de DIBP e DBP foi maior. Dessa forma, concluem que a migração dos PAEs não se deve ao uso dos sacos plásticos, mas se deve à adição de temperos nas receitas de carne de frango.

Apenas o estudo de Moreira *et al.* (2015) investigou as concentrações de ftalatos em amostras de carne antes e após o contato com sacos plásticos e concluiu que esses materiais não eram fontes de contaminação. Faltam estudos destinados a esta categoria de alimentos, uma vez que apenas oito foram selecionados neste trabalho. Como mencionado acima, duas amostras são críticas. Mesmo sendo um número menor do que o encontrado para peixes e derivados, a produção global de carne foi de 328 milhões de toneladas em 2020, segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Assim, é indispensável ampliar as pesquisas sobre contaminação e análise de risco, principalmente em populações com alto consumo de carnes e derivados.



Tabela 2: Concentração de ftalatos do grupo de carnes e produtos cárneos e técnica analítica.

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Carne e produtos à base de carne (22)	DMP	ND-25,0 (2,0)	µg/kg min-max (mediana)	GC-EI-MS	(FIERENS <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	ND-1,4 (ND)			
	DiBP	ND-9,7 (2,0)			
	DnBP	ND-15,0 (1,5)			
	BBP	ND-18,0 (ND)			
	DEHP	10,0-433,0 (44,5)			
	DCHP	ND-2,0 (ND)			
	DnOP	ND-51,0 (ND)			
Carne (13)	DMP	ND-25,0 (5,0)			
	DEP	ND-1,4 (ND)			
	DiBP	ND-9,7 (2,0)			
	DnBP	ND-15,0 (2,4)			
	BBP	ND-18,0 (ND)			
	DEHP	19,0-433,0 (41,0)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND-6,9 (ND)			
Produtos à base de carne (9)	DMP	ND-18,0 (1,2)			
	DEP	ND-1,0 (ND)			
	DiBP	0,6-6,6 (2,0)			
	DnBP	ND-1,7 (ND)			
	BBP	ND-12,0 (ND)			
	DEHP	10,0-278,0 (46,0)			
	DCHP	ND-2,0 (ND)			
	DnOP	ND-51,0 (ND)			
Carne picada Crua (2)	DMP	0,95	µg/kg média	GC-EI-MS	(FIERENS; VANERMEN; <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	ND			
	DiBP	5,14			
	DnBP	4,30			
	BBP	<0,75			
	DEHP	66,91			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Carne picada frita em frigideira com margarina (2)	DMP	<1,50			
	DEP	ND			
	DiBP	4,56			
	DnBP	<4,50			
	BBP	ND			
	DEHP	37,87			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Carne picada frita em frigideira antiaderente sem margarina (2)	DMP	<1,00			
	DEP	ND			
	DiBP	4,88			
	DnBP	4,11			
	BBP	ND			
	DEHP	49,27			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			

**Tabela 2 parte 2 (continuação)**

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Costeleta de porco crua (2)	DMP	ND	µg/kg média	GC-EI-MS	(FIERENS; VANERMEN; <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	0,21			
	DiBP	2,38			
	DnBP	ND			
	BBP	0,36			
	DEHP	284,70			
	DCHP	0,11			
	DnOP	<0,15			
Costeleta de porco frita em frigideira com margarina (2)	DMP	ND	µg/kg média	GC-MS	(BRADLEY <i>et al.</i> , 2013)
	DEP	0,23			
	DiBP	2,68			
	DnBP	<2,30			
	BBP	0,62			
	DEHP	190,92			
	DCHP	ND			
Costeleta de porco frita em frigideira antiaderente sem margarina (2)	DMP	ND	µg/kg média	GC-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	0,18			
	DiBP	3,77			
	DnBP	<2,30			
	BBP	0,72			
	DEHP	322,57			
	DCHP	<0,10			
Carne de Carcaça do Grupo TDS	DBP	6	µg/kg média	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEHP	90			
	DiNP	ND			
Produtos de carne do Grupo TDS	DBP	15	µg/kg de peso fresco	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEHP	329			
	DiNP	ND			
Aves do Grupo TDS	DBP	ND	µg/kg de peso fresco	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEHP	322			
	DiNP	ND			
Carne e produtos à base de carne (37)	DMP	ND-26(0,6)	µg/kg de peso fresco	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	ND-11(ND)			
	DiBP	ND-36(3,0)			
	DnBP	ND-25(1,5)			
	BBP	ND-18 (ND)			
	DEHP	10-850(41)			
	DCHP	ND-2,0(ND)			
	DnOP	ND-51(ND)			
Carne (17)	DMP	ND-25 (ND)	µg/kg de peso fresco	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	ND-1,4 (ND)			
	DiBP	ND-9,7 (1,2)			
	DnBP	ND-15 (1,5)			
	BBP	ND-18 (ND)			
	DEHP	ND-433 (29)			
	DCHP	ND			
Produtos à base de carne (20)	DMP	ND-26 (1,1)	µg/kg de peso fresco	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	ND-11 (ND)			
	DiBP	0,6-36 (4,7)			
	DnBP	ND-25 (1,5)			
	BBP	ND-12 (ND)			
	DEHP	10-850 (47)			
	DCHP	ND-2,0 (ND)			
DnOP	ND-51 (ND)				

**Tabela 2 parte 3 (continuação)**

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Salame 1	DiBP	36	µg/kg de peso fresco	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DnBP	15			
	BBP	2,3			
	DEHP	26			
Salame 2	DiBP	6,3			
	DnBP	11			
	BBP	ND			
	DEHP	131			
Salame 3	DiBP	6,3			
	DnBP	9,3			
	BBP	ND			
	DEHP	180			
Salame 4	DiBP	4,3			
	DnBP	6,4			
	BBP	ND			
	DEHP	177			
Bife	DiBP	<2,95	ng/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DBP	<8,31			
	BBzP	<1,21			
	DEHP	82,7			
Carne, assada	DiBP	<3,46			
	DBP	<6,13			
	BBzP	2,44			
	DEHP	<91,1			
Carne, moída	DiBP	<2,95			
	DBP	8,48			
	BBzP	<1,21			
	DEHP	<26,6			
Porco, fresco	DiBP	<2,95			
	DBP	12,4			
	BBzP	<1,21			
	DEHP	218			
Porco, curado	DiBP	<2,95			
	DBP	<8,31			
	BBzP	<1,21			
	DEHP	43,0			
Costeletas de vitela	DiBP	4,94			
	DBP	16,4			
	BBzP	<1,21			
	DEHP	330			
Cordeiro	DiBP	<4,54			
	DBP	11,1			
	BBzP	<5,82			
	DEHP	161			
Almoço de carnes, frios	DiBP	3,38			
	DBP	<8,31			
	BBzP	<1,21			
	DEHP	62,1			
Almoço de carnes, enlatados	DiBP	4,90			
	DBP	<8,31			
	BBzP	<1,21			
	DEHP	29,4			

**Tabela 2 parte 4 (continuação)**

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Carne orgânica	DiBP	<2,95	ng/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DBP	<8,31			
	BBzP	<1,21			
	DEHP	126			
Salsichas	DiBP	<3,46			
	DBP	<6,13			
	BBzP	<2,44			
	DEHP	<91,1			
Ovos	DiBP	<15,2			
	DBP	<14,0			
	BBzP	4,16			
	DEHP	<56,1			
Aves, frango e peru	DiBP	<4,54			
	DBP	<8,31			
	BBzP	<1,21			
	DEHP	<26,6			
Aves, patê de fígado	DiBP	<4,54			
	DBP	7,60			
	BBzP	<5,82			
	DEHP	119			
Produtos à base de carne: Amostra-75	DMP	12,7	ng/g de peso fresco	GP-MSE-GC-MS	(HE <i>et al.</i> , 2015)
	DEP	22,8			
	DBP	60,8			
	BBP	1,83			
	DEHP	400			
	DNOP	3,60			
Produtos à base de carne: Amostra-76	DMP	3,90			
	DEP	2,61			
	DBP	18,1			
	BBP	0,18			
	DEHP	177			
	DNOP	0,26			
Produtos de carne: Amostra-77	DMP	4,90			
	DEP	3,27			
	DBP	23,7			
	BBP	0,52			
	DEHP	103			
	DNOP	0,20			
Produtos à base de carne: Amostra-78	DMP	13,6			
	DEP	6,43			
	DBP	55,4			
	BBP	1,81			
	DEHP	207			
	DNOP	0,12			

GC-EI-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa de Impacto Eletrônico

GC-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa

GP-MSE-GC-MS: Extração de micro seringa de purga de gás acoplada com cromatografia gasosa-espectrometria de massa

ND: não detectado

### 5.2.3. Condimentos e molhos

Condimentos e molhos estão presentes em muitas receitas culinárias de carnes (MOREIRA *et al.*, 2015), peixes, massas, saladas e vegetais para dar sabor e, além disso, podem aumentar os níveis de ftalatos e contribuir para aumentar o risco do consumo associado a outros grupos. Por exemplo, uma amostra de "Ervas e especiarias" teve um valor de 0,667 mg/kg de DEHP para este grupo. Muitas preparações culinárias de peixe e carne contêm esses condimentos nas receitas, tornando-os contaminados (CAO; ZHAO; DABEKA, 2015).

Há escassez de dados, especialmente para este grupo, uma vez que apenas quatro estudos de Cao *et al.* (2014), Fierens *et al.* (2012a), He *et al.* (2015), Van Holderbeke *et al.* (2014) avaliaram a concentração de dez diferentes ftalatos, DMP, DEP, DiBP, DnBP, BBP, DEHP, DCHP, DnOP, DBP e BBzP, em condimentos e molhos, entre os quais quatro valores de DEHP (2,154 mg/kg) estavam acima do Limite de Migração Específica (LME) do Regulamento (UE) N° 10/2011, de acordo com a Tabela 3. Geralmente, os níveis de DEHP são os mais altos entre outros ftalatos. No entanto, 4,238 mg/kg de DMP, não listado como autorizado a entrar em contato com alimentos, foi a maior concentração encontrada no grupo de condimentos.

Não é possível por meio dos estudos avaliar precisamente se a contaminação é proveniente da embalagem ou de outras fontes, pois não relatam a concentração de ftalatos nos materiais em contato com as amostras antes e após o armazenamento.

Tabela 3: Concentração de ftalatos determinada em condimentos e molhos e técnica analítica aplicada.

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Condimentos e molhos (40)	DMP	ND-4238,0 (ND)	µg/kg (min-max (mediana))	GC-EI-MS	Fierens <i>et al</i> , 2012
	DEP	ND-84,0 (ND)			
	DiBP	ND-155,0 (ND)			
	DnBP	ND-157,3 (2,8)			
	BBP	ND-388,0 (2,3)			
	DEHP	ND-2154,0 (44,0)			
	DCHP	ND-2,8 (ND)			
	DnOP	ND-120,0 (ND)			
Condimentos (7)	DMP	ND-4238,0 (10,8)			
	DEP	ND-84,0 (16,0)			
	DiBP	ND-155,0 (32,0)			
	DnBP	ND-157,3 (6,6)			
	BBP	ND-388,0 (1,5)			
	DEHP	0,1-2154,0 (53,6)			
	DCHP	ND-0,7 (ND)			
	DnOP	ND-120,0 (0,2)			
Pesto (4)	DMP	ND			
	DEP	ND			
	DiBP	15,0-22,0 (21,0)			
	DnBP	10,0-52,0 (18,0)			
	BBP	4,4-85,0 (24,0)			
	DEHP	80,0-532,0 (147,5)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND-3,0 (ND)			
Maionese (6)	DMP	ND			
	DEP	ND			
	DiBP	ND			
	DnBP	ND-17,0 (11,0)			
	BBP	ND-23,0 (ND)			
	DEHP	21,0-320,0 (63,5)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Mostarda, vinagrete, ketchup, caril, etc, (23)	DMP	ND-21,0 (ND)			
	DEP	ND-11,0 (ND)			
	DiBP	ND-18,0 (1,3)			
	DnBP	ND-105,0 (1,3)			
	BBP	ND-21,0 (2,2)			
	DEHP	ND-100,0 (12,0)			
	DCHP	ND-2,8 (ND)			
	DnOP	ND-4,0 (ND)			
Condimentos e molhos (41)	DMP	ND-4238(ND)	µg/kg de peso fresco (min-max (mediana))	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	ND-84 (ND)			
	DiBP	ND-155(ND)			
	DnBP	ND-157(2,7)			
	BBP	ND-388(2,2)			
	DEHP	ND-2154(44)			
	DCHP	ND-2,8(ND)			
	DnOP	ND-120(ND)			

**Tabela 3 parte 2 (continuação)**

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Condimentos (7)	DMP	ND-4238 (11)	µg/kg de peso fresco (min-max (mediana))	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	ND-84 (16)			
	DiBP	ND-155 (32)			
	DnBP	ND-157 (6,6)			
	BBP	ND-388 (1,5)			
	DEHP	0,1-2154 (54)			
	DCHP	ND-0,7 (ND)			
Pesto (4)	DnOP	ND-120 (0,2)			
	DMP	ND			
	DEP	ND			
	DiBP	15-22 (21)			
	DnBP	10-52 (18)			
	BBP	4,4 -85 (24)			
	DEHP	80-532 (148)			
Maionese (7)	DCHP	ND			
	DnOP	ND-3,0 (ND)			
	DMP	ND			
	DEP	ND			
	DiBP	ND			
	DnBP	ND -17 (1 0 )			
	BBP	ND -23 (ND)			
Mostarda, vinagrete, ketchup, caril, etc, (23)	DEHP	21 -320 (57)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND -3,8 (ND)			
	DMP	ND-21 (ND)			
	DEP	ND-11 (ND)			
	DiBP	ND -18 (1,3)			
	DnBP	ND -105 (1,3)			
Condimento: Amostra-62	BBP	ND -21 (2,2)			
	DEHP	ND -100 (12)			
	DCHP	ND -2,8 (ND)			
	DnOP	ND -4,0 (ND)			
	DMP	18,4	ng/g de peso fresco	GP-MSE-GC-MS	(HE <i>et al.</i> ,2015)
	DEP	2,11			
DBP	80,7				
BBP	8,68				
DEHP	400				
DNOP	3,45				
Condimento: Amostra-63	DMP	32,4			
	DEP	3,18			
	DBP	101			
	BBP	5,03			
	DEHP	194			
Condimento: Amostra-64	DNOP	5,54			
	DMP	12,1			
	DEP	90,1			
	DBP	22,6			
	BBP	4,30			
DEHP	73,4				
DNOP	0,37				

**Tabela 3 parte 3 (continuação)**

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Condimento: Amostra-65	DMP	5,77	ng/g de peso fresco	GP-MSE-GC-MS	(HE <i>et al.</i> ,2015)
	DEP	4,54			
	DBP	55,9			
	BBP	2,81			
	DEHP	93,7			
	DNOP	0,73			
Condimento: Amostra-66	DMP	12,1	ng/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DEP	90,1			
	DBP	22,6			
	BBP	4,30			
	DEHP	73,4			
	DNOP	0,37			
Condimento: Amostra-67	DMP	0,23	ng/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DEP	0,77			
	DBP	22,4			
	BBP	0,19			
	DEHP	87,4			
	DNOP	1,55			
Condimento: Amostra-68	DMP	1,81	ng/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DEP	0,80			
	DBP	9,42			
	BBP	0,30			
	DEHP	61,5			
	DNOP	0,45			
Maionese	DiBP	<15,2	ng/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DBP	<14,0			
	BBzP	<1,83			
	DEHP	68,7			
Molho de salada	DiBP	<15,2	ng/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DBP	<14,0			
	BBzP	4,90			
	DEHP	75,5			
Açúcar, branco	DiBP	<16,5	ng/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DBP	<68,2			
	BBzP	<3,49			
	DEHP	37,5			
Sal	DiBP	<16,5	ng/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DBP	<68,2			
	BBzP	<3,49			
	DEHP	85,0			
Ervas e especiarias	DiBP	27,0	ng/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DBP	<68,2			
	BBzP	50,5			
	DEHP	667			
Molho de soja	DiBP	<16,5	ng/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DBP	<68,2			
	BBzP	<3,49			
	DEHP	36,7			

GC-EI-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa de Impacto Eletrônico

GC-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa

ND: Não detectado



#### **5.2.4. Alimentos para bebês e fórmulas infantis**

Os alimentos para bebês e as fórmulas infantis constituem um grupo alimentar particular, por se destinarem a um consumidor mais sensível. Portanto, o Regulamento (UE) N° 10/2011 possui um parâmetro de controle específico no uso único e repetido de materiais em contato com alimentos deste grupo. Não há autorização legal para aplicação de ftalatos como plastificante em MCA de uso único, que são materiais que não pode ser reutilizado por perder suas características após o uso, para alimentos infantis. Apenas os MCAs de uso repetido, isto é, materiais que podem ser reutilizados por não oferecer risco à qualidade do alimento, para alimentos infantis não gordurosos pode conter ftalatos dentro do LME (SILANO *et al.*, 2019)

Neste grupo, os ftalatos detectados foram DMP, DEP, DiBP, DnBP, BBP, DEHP, DCHP, DnOP e BBzP. A maior concentração encontrada foi de 0,135 mg/kg de DEHP em fórmulas lácteas líquidas enlatadas (CAO; ZHAO; DABEKA, 2015). O ftalato mais predominante nas amostras foi o DEHP. Nenhuma amostra foi crítica, como já era esperado para esta categoria. No entanto, uma análise de risco mais precisa é necessária para avaliar a ingestão total de ftalatos através da dieta completa. Mais uma vez notou-se escassez de dados, pois apenas quatro estudos abordaram essa categoria de alimentos. Não ficou claro se a contaminação da fonte era específica da embalagem, como visto em outros grupos. Conforme mencionado posteriormente, os ingredientes destas formulações podem ser contaminados desde sua origem. Em suma, é fundamental identificar a fonte primária de contaminação para propor uma intervenção mais eficaz. Os resultados obtidos para este grupo encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4: Concentração de ftalatos do grupo Comida para bebê e Fórmula Infantil e técnica analítica.

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Comida para bebê (17)	DMP	ND-0,2 (ND)	µg/kg min-max (mediana)	GC-EI-MS	(FIERENS <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	ND-1,6 (0,1)			
	DiBP	0,1-16,0 (2,7)			
	DnBP	0,1-32,0 (1,3)			
	BBP	ND-16,0 (2,1)			
	DEHP	ND-67,0 (22,0)			
	DCHP	ND-1,8 (ND)			
	DnOP	ND-3,0 (0,2)			
Leite em pó (3)	DMP	ND-0,2 (ND)	µg/kg média	GC-MS	(BRADLEY <i>et al.</i> , 2013)
	DEP	ND-0,2 (ND)			
	DiBP	2,7-4,9 (3,6)			
	DnBP	1,7-6,6 (2,5)			
	BBP	1,9-16,0 (16,0)			
	DEHP	37,0-62,0 (42,0)			
	DCHP	ND-1,8 (0,8)			
	DnOP	0,3-3,0 (1,1)			
Purê de frutas, purê de legumes, sopa, etc, (14)	DMP	ND-0,1 (ND)	µg/kg de peso fresco (min-max (mediana))	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	ND-1,6 (0,1)			
	DiBP	0,1-16,0 (2,4)			
	DnBP	0,1-32,0 (0,8)			
	BBP	ND-15,0 (2,0)			
	DEHP	ND-67,0 (20,7)			
	DCHP	ND-0,3 (ND)			
	DnOP	ND-1,2 (0,1)			
Comida infantil (10)	DEHP	ND	µg/kg média	GC-MS	(BRADLEY <i>et al.</i> , 2013)
Fórmula infantil (16)	DiBP	ND			
	DEHP	ND			
Comida para bebê (17)	DMP	ND-0,2(ND)	µg/kg de peso fresco (min-max (mediana))	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	ND-1,6(0,1)			
	DiBP	0,1-16(2,7)			
	DnBP	0,1-32(1,3)			
	BBP	ND-16(2,1)			
	DEHP	ND-67(22)			
	DCHP	ND-1,8(ND)			
	DnOP	ND-3,0(0,2)			
Leite em pó (3)	DMP	ND-0,2 (ND)	µg/kg média	GC-MS	(BRADLEY <i>et al.</i> , 2013)
	DEP	ND-0,2 (ND)			
	DiBP	2,7-4,9 (3,6)			
	DnBP	1,7-6,6 (2,5)			
	BBP	1,9-16 (16)			
	DEHP	37-62 (42)			
	DCHP	ND-1,8 (0,8)			
	DnOP	0,3-3,0 (1,1)			
Purê de frutas, purê de legumes, sopa, etc, (14)	DMP	ND-0,1 (ND)	µg/kg de peso fresco (min-max (mediana))	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	ND-1,6 (0,1)			
	DiBP	0,1-16 (2,4)			
	DnBP	0,1-32 (0,8)			
	BBP	ND-15 (2,0)			
	DEHP	ND-67 (21)			
	DCHP	ND-0,3 (ND)			
	DnOP	ND-1,2 (0,1)			

**Tabela 4 parte 2 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>		<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>
Cereais, misturados	DiBP	2,41	ng/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	BBzP	<8,73			
	DEHP	41,4			
Sobremesas em potes	DiBP	<15,2			
	BBzP	6,96			
	DEHP	<56,1			
Jantares, cereais mais vegetais e carne, em frasco	DiBP	3,45			
	BBzP	<8,73			
	DEHP	<18,7			
Jantares, carne ou aves mais vegetais, em frasco	DiBP	<2,95			
	BBzP	<1,21			
	DEHP	43,7			
Fórmulas, líquidas, à base de leite, enlatadas	DiBP	<6,87			
	BBzP	<2,43			
	DEHP	135			
Fórmulas, pó, à base de soja	DiBP	<6,87			
	BBzP	<2,43			
	DEHP	31,2			
Fruta, maçã ou pêsego, em jarra	DiBP	<5,02			
	BBzP	<3,16			
	DEHP	51,5			
Carne, aves ou ovos, em frasco	DiBP	<2,95			
	BBzP	<1,21			
	DEHP	68,2			
Legumes, ervilhas, em jarra	DiBP	<4,54			
	BBzP	<5,82			
	DEHP	29,1			

GC-EI-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa de Impacto Eletrônico

GC-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa

ND: Não detectado

### **5.2.5. Snacks e guloseimas**

Os consumidores costumam comer lanches em pequenas porções entre as refeições do dia a dia, como biscoitos e bolos salgados ou doces e confeitados. Três estudos abordaram essa categoria (FIERENS *et al.*, 2012a; HE *et al.*, 2015; VAN HOLDERBEKE *et al.*, 2014), que correspondem à maior escassez de dados nesta revisão. Neste grupo, os ftalatos detectados foram DMP, DEP, DiBP, DnBP, BBP, DEHP, DCHP, DNOP e DBP (Tabela 5). A maior concentração encontrada foi de 0,933 mg/kg de DEHP (HE *et al.*, 2015). Nenhuma amostra foi crítica para esta categoria de alimentos, pois todos os valores estavam dentro dos limites estipulados pela legislação (LMEs). No entanto, é necessário prevenir a contaminação dos alimentos, identificando pontos críticos e aplicando medidas de controle ao longo da cadeia produtiva.

Tabela 5: Concentração de ftalatos no grupo Snacks e técnica analítica.

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Snacks (28)	DMP	ND-6,1 (ND)	µg /kg (min-max (mediana))	GC-EI-MS	(FIERENS <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	ND-5,3 (ND)			
	DiBP	ND-114,0 (4,3)			
	DnBP	ND-65,0 (3,2)			
	BBP	ND-14,0 (0,6)			
	DEHP	ND-308,0 (35,0)			
	DCHP	ND-4,7 (ND)			
	DnOP	ND-73,0 (ND)			
Biscoitos salgados (4)	DMP	ND			
	DEP	ND			
	DiBP	4,7-56,0 (9,2)			
	DnBP	ND-53,0 (5,8)			
	BBP	ND-10,0 (ND)			
	DEHP	ND-308,0 (42,5)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Biscoitos e bolos doces (10)	DMP	ND-6,1 (ND)			
	DEP	ND-4,7 (ND)			
	DiBP	1,9-114,0 (4,3)			
	DnBP	2,6-33,0 (6,8)			
	BBP	ND-14,0 (2,7)			
	DEHP	15,0-151,0 (50,0)			
	DCHP	ND-4,7 (ND)			
	DnOP	ND			
Confeitaria (4)	DMP	ND-2,8 (ND)			
	DEP	ND-5,3 (ND)			
	DiBP	0,6-32,0 (3,8)			
	DnBP	1,3-65,0 (4,2)			
	BBP	0,2-4,1 (1,2)			
	DEHP	32,0-165,0 (81,5)			
	DCHP	ND-1,5 (ND)			
	DnOP	ND-73,0 (0,3)			
Xarope, açúcar, mel, pipoca, chocolate para barrar, etc, (10)	DMP	ND-0,3 (ND)			
	DEP	ND-2,4 (ND)			
	DiBP	ND-17,0 (1,6)			
	DnBP	ND-41,0 (1,9)			
	BBP	ND-1,7 (0,2)			
	DEHP	ND-243,0 (5,6)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND-1,0 (ND)			
Snacks (29)	DMP	ND-6,1(ND)	µg/kg de peso fresco (min-max (mediana))	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	ND-5,3(ND)			
	DiBP	ND-114(4,5)			
	DnBP	ND-65(4,4)			
	BBP	ND-23(0,7)			
	DEHP	0,5-308(55)			
	DCHP	ND-4,7(ND)			
	DnOP	ND-73,0(ND)			

**Tabela 5 parte 2 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>	<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>	
Biscoitos salgados (4)	DMP	ND	µg/kg de peso fresco (min-max (mediana))	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	ND			
	DiBP	4,7-56(9,2)			
	DnBP	ND-53 (5,8)			
	BBP	ND-10 (ND)			
	DEHP	ND-308 (43)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Biscoitos e bolos doces (10)	DMP	ND-6,1 (ND)			
	DEP	ND-4,7 (ND)			
	DiBP	1,9 -114 (4,3)			
	DnBP	2,6-33 (6,8)			
	BBP	ND-14 (2,7)			
	DEHP	15-151 (50)			
	DCHP	ND-4,7 (ND)			
	DnOP	ND			
Confeitaria (5)	DMP	ND-2,8 (ND)			
	DEP	ND-5,3 (ND)			
	DiBP	0,6-32 (4,7)			
	DnBP	1,3-65 (5,1)			
	BBP	0,2-14 (1,6)			
	DEHP	32-165 (85)			
	DCHP	ND-1,5 (0,7)			
	DnOP	ND-73 (0,3)			
Xarope, açúcar, mel, pipoca, chocolate para barrar, etc, (10)	DMP	ND-1,1 (ND)			
	DEP	ND-2,4 (ND)			
	DiBP	ND-17 (1,6)			
	DnBP	ND-41 (1,9)			
	BBP	ND-23 (0,2)			
	DEHP	ND-243 (5,6)			
	DCHP	ND-0,4 (ND)			
	DnOP	ND-1,0 (ND)			
Snacks: Amostra-45	DMP	0,48	ng/g	GP-MSE-GC-MS	(HE <i>et al.</i> , 2015)
	DEP	2,06			
	DBP	3,81			
	BBP	0,37			
	DEHP	63,8			
	DNOP	0,13			
Snacks: Amostra-46	DMP	12,1			
	DEP	5,04			
	DBP	55,8			
	BBP	5,76			
	DEHP	158			
	DNOP	0,62			
Snacks: Amostra-47	DMP	2,27			
	DEP	1,79			
	DBP	24,4			
	BBP	11,77			
	DEHP	95,6			
	DNOP	1,02			

**Tabela 5 parte 3 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>	<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>	
Snacks: Amostra-48	DMP	50,5	ng/g	GP-MSE-GC-MS	(HE <i>et al.</i> , 2015)
	DEP	6,54			
	DBP	57,2			
	BBP	0,98			
	DEHP	128			
	DNOP	0,43			
	DNOP	0,57			
Snacks: Amostra-50	DMP	6,41			
	DEP	4,05			
	DBP	43,0			
	BBP	3,01			
	DEHP	151			
	DNOP	0,82			
Snacks: Amostra-51	DMP	10,1			
	DEP	4,94			
	DBP	51,8			
	BBP	3,42			
	DEHP	149			
	DNOP	0,04			
Snacks: Amostra-52	DMP	4,63			
	DEP	6,11			
	DBP	27,1			
	BBP	59,0			
	DEHP	143			
	DNOP	1,13			
Snacks: Amostra-53	DMP	25,8			
	DEP	3,43			
	DBP	62,7			
	BBP	9,50			
	DEHP	391			
	DNOP	2,68			
Snacks: Amostra-54	DMP	25,4			
	DEP	13,0			
	DBP	96,6			
	BBP	0,89			
	DEHP	319			
	DNOP	0,72			
Snacks: Amostra-55	DMP	3,59			
	DEP	1,90			
	DBP	40,9			
	BBP	3,86			
	DEHP	478			
	DNOP	0,72			
Snacks: Amostra-56	DMP	5,37			
	DEP	4,98			
	DBP	62,8			
	BBP	2,76			
	DEHP	933			
	DNOP	6,15			
Snacks: Amostra-57	DMP	55,5			
	DEP	8,50			
	DBP	170			
	BBP	2,81			
	DEHP	338			
	DNOP	1,50			

**Tabela 5 parte 4 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>		<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>
Snacks: Amostra-58	DMP	12,6	ng/g	GP-MSE-GC-MS	(HE <i>et al.</i> , 2015)
	DEP	8,08			
	DBP	56,8			
	BBP	0,63			
	DEHP	192			
	DNOP	0,03			
Snacks: Amostra-59	DMP	3,33	ng/g	GP-MSE-GC-MS	(HE <i>et al.</i> , 2015)
	DEP	1,67			
	DBP	16,9			
	BBP	5,26			
	DEHP	195			
	DNOP	0,11			
Snacks: Amostra-60	DMP	1,64	ng/g	GP-MSE-GC-MS	(HE <i>et al.</i> , 2015)
	DEP	1,30			
	DBP	13,1			
	BBP	5,14			
	DEHP	195			
	DNOP	0,17			
Snacks: Amostra-61	DMP	2,98	ng/g	GP-MSE-GC-MS	(HE <i>et al.</i> , 2015)
	DEP	1,55			
	DBP	21,5			
	BBP	2,51			
	DEHP	112			
	DNOP	0,14			

GC-EI-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrômetro de Massa de Impacto Eletrônico

GC-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa

GP-MSE-GC-MS: Extração de micro seringa de purga de gás acoplada com cromatografia gasosa-espectrometria de massa

ND: não detectado



### 5.2.6. Óleos e gorduras

O grupo de óleos e gorduras compreende uma fonte essencial de nutrientes para a dieta humana. É o grupo mais propenso à contaminação por ftalatos devido às características lipofílicas e, conseqüentemente, à alta afinidade química entre os compostos. Alguns autores detectaram resíduos de ftalatos em diversas amostras de óleos vegetais, gordura animal, e outros produtos classificados como alimentos gordurosos por possuírem alto percentual de lipídios em sua composição.

Poluição ambiental, componentes plásticos utilizados em máquinas industriais para extração e decantação, equipamentos de transporte como esteiras transportadoras, tubos plásticos e recipientes de armazenamento são as possíveis fontes de contaminação dos alimentos desta categoria por ftalatos (DUGO *et al.*, 2011; FAN *et al.*, 2012; NANNI *et al.*, 2011).

O Regulamento (UE) N° 10/2011 tem atenção especial a este grupo de alimentos assim como para a categoria de alimentos para bebês e fórmulas infantis. A ANVISA também não autoriza ftalatos como plastificantes em MCA de uso único para alimentos gordurosos. BBP, DINP e DIBP são plastificantes aprovados para MCA de uso repetido, respeitando os limites de migração específica, mas DBP e DEHP não são autorizados (SILANO *et al.*, 2019).

DMP, DEP, DiBP, DnBP, BBP, DEHP, DINP, DCHP, DBP, DPP, DOP e BBzP foram os ftalatos detectados para este grupo de alimentos (Tabela 6). A maior concentração encontrada para este grupo foi de 10,11 mg/kg de DEHP em um azeite siciliano nas safras de 2007-2008 (DUGO *et al.*, 2011). Os dados obtidos revelaram concentrações 21 vezes acima do LME entre as amostras, doze para DEHP, oito para DBP e uma para DINP/DIDP.

Fan *et al.* (2012) estudaram a influência do tipo de embalagem e do processo de aquecimento em micro-ondas nos perfis de contaminação por ftalatos em alimentos gordurosos. Verificaram que os alimentos embalados em embalagens plásticas apresentavam maiores concentrações de PAEs do que em embalagens de papel. Além disso, o aquecimento das amostras no micro-ondas promoveu maior migração de ftalatos. No entanto, surpreendentemente, as concentrações de DIBP e DBP são maiores em alimentos embalados em sacos de papel do que em sacos plásticos antes do processo de aquecimento. O aquecimento de alimentos no micro-ondas é um processo tipicamente realizado a nível doméstico e esta

análise permite verificar a real exposição humana a estes contaminantes no dia a dia. No entanto, poucos estudos incluíram este tipo de análise em seus delineamentos experimentais.

Dugo *et al.* (2011) analisaram 86 azeites extravirgem produzidos em duas regiões diferentes da Itália, Sicília e Molise, coletados durante seis anos agrícolas (Tabela A.3). O DEHP no ano de 2007-2008 estava acima dos limites da legislação específica em 27,27% e 9,1% das amostras da Sicília e Molise, respectivamente. Entre as safras de 2006-2009, 100% das amostras de azeites sicilianos tinham DEHP e DiBP. Neste trabalho foi possível verificar uma evolução do perfil de ftalatos em azeites extravirgem ao longo dos anos e foram encontradas as menores concentrações de ftalatos nos primeiros anos (2002-2003) para amostras sicilianas, demonstrando um agravamento do cenário nos anos posteriores. Além disso, as amostras foram coletadas diretamente dos produtores, o que permite concluir a contaminação ocorrida durante as etapas de processamento através do contato com componentes plásticos de máquinas industriais.

Nanni *et al.* (2011) detectaram níveis de PAEs em 172 amostras de diferentes óleos (Tabela 6), armazenadas em vidro, PET e folha de flandres, coletadas em doze cidades da Itália. Os quatro ftalatos analisados, DEHP, DINP, DBP e DIBP, estavam presentes conjuntamente em todas as amostras de óleo. Os ftalatos com maiores níveis encontrados neste estudo foram DINP, com percentuais do conteúdo total de PAEs detectados nas amostras variando entre 57%, em azeite extravirgem a 95%, em óleo de milho, e DEHP com 3% em óleo de milho a 37% em azeite extravirgem. Eles realizaram testes estatísticos para concluir as diferenças significativas entre cada ftalato presente nas amostras e a influência dos tipos de recipientes nos níveis de PAEs. Portanto, neste estudo foi possível inferir que a contaminação por ftalatos dos materiais plásticos em máquinas e tubos teve o mesmo impacto em todos os óleos refinados. Os fatores mais impactantes são a diferença estatística e os maiores valores encontrados nos azeites extravirgem, extraídos apenas por pressão quando comparados aos óleos refinados, sugerindo que o refino pode reduzir a concentração de ftalatos como um processo de descontaminação, como por exemplo na etapa de desodorização do óleo, que consiste num processo de destilação, onde os ftalatos podem ser carregados pela fase vapor. Além disso, a alta contaminação detectada em azeites de oliva sugere

que fatores de cultivo e espécie impactam os perfis de ftalatos para este grupo, identificando aqui uma carência para pesquisas futuras.

Tabela 6: Concentração de Ftalatos no grupo de Óleos e gorduras e técnica analítica.

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Azeite extra virgem (34)	DEHP	1134	µg/kg média	GC-MS	(NANNI <i>et al.</i> , 2011)
	DINP	1772			
	DBP	90			
Óleo de girassol (27)	DEHP	134			
	DINP	971			
	DBP	35			
Óleo de amendoim (27)	DEHP	334			
	DINP	1518			
	DBP	41			
Óleo de milho (23)	DEHP	81			
	DINP	2982			
	DBP	23			
Várias sementes (22)	DEHP	132			
	DINP	1361			
	DBP	30			
Óleo de soja (16)	DEHP	77			
	DINP	1017			
	DBP	22			
Azeite (16)	DEHP	1262			
	DINP	2884			
	DBP	360			
Óleo de bagaço de azeitona (7)	DEHP	1643			
	DINP	6480			
	DBP	224			
Gorduras e óleos (26)	DMP	ND-32,0 (ND)	µg /kg (min-max (mediana))	GC-EI-MS	(FIERENS <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	ND-154,0 (ND)			
	DiBP	ND-53,0 (ND)			
	DnBP	ND-203,0 (ND)			
	BBP	ND-1127,0 (12,5)			
	DEHP	ND-1827,0 (101,5)			
	DCHP	ND-13,0 (ND)			
	DnOP	ND			
Óleos vegetais (15)	DMP	ND-32,0 (ND)			
	DEP	ND-154,0 (ND)			
	DiBP	ND-53,0 (ND)			
	DnBP	ND-203,0 (ND)			
	BBP	7,8-1127,0 (29,0)			
	DEHP	ND-1827,0 (136,0)			
	DCHP	ND-13,0 (ND)			
	DnOP	ND			
Gordura vegetal (8)	DMP	ND			
	DEP	ND			
	DiBP	ND-14,0 (ND)			
	DnBP	ND			
	BBP	ND-20,0 (8,6)			
	DEHP	ND-177,0 (ND)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			

**Tabela 6 parte 1 (continuação)**

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Gordura animal (3)	DMP	ND	µg /kg (min-max (mediana))	GC-EI-MS	(FIERENS <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	ND			
	DiBP	ND-12,0 (ND)			
	DnBP	ND			
	BBP	ND-11,0 (ND)			
	DEHP	125,0-508,0 (390,0)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Óleos e gorduras (24)	DiBP	41	Grupo TDS Óleos e gorduras µg /kg	GC-MS	(BRADLEY <i>et al.</i> , 2013)
	DBP	16			
	BBP	ND			
	DEHP	106			
	DiNP	ND			
Gorduras e óleos (34)	DMP	ND-32(ND)	µg/kg de peso fresco (min-max (mediana))	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	ND-154(ND)			
	DiBP	ND-53(ND)			
	DnBP	ND-203(ND)			
	BBP	ND-1127(11,5)			
	DEHP	ND-1827(93)			
	DCHP	ND-13(ND)			
	DnOP	ND			
Óleos vegetais (21)	DMP	ND-32 (ND)			
	DEP	ND-154 (ND)			
	DiBP	ND-53 (ND)			
	DnBP	ND-203 (ND)			
	BBP	7,8-1127 (29)			
	DEHP	ND-1827 (136)			
	DCHP	ND-13 (ND)			
	DnOP	ND			
Gordura vegetal (9)	DMP	ND			
	DEP	ND			
	DiBP	ND-14 (ND)			
	DnBP	ND			
	BBP	ND-20 (8,0)			
	DEHP	ND-177 (ND)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Gordura animal (4)	DMP	ND			
	DEP	ND-32 (ND)			
	DiBP	ND-12 (ND)			
	DnBP	ND			
	BBP	ND-13 (3,0)			
	DEHP	125-508 (346)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Gorduras de cozinha e óleos de salada	DiBP	<15,2	ng/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DBP	<14,0			
	BBzP	1,86			
	DEHP	62,9			

**Tabela 6 parte 2 (continuação)**

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Azeite	DMP	<0,002-2,295 ± 0,04 (2,295 ± 0,04)	mg/L min-máx (mediana)	GC-MS	(SUNGUR <i>et al.</i> ,2015)
	DEP	1,055±0,03-2,128 ± 0,04 (1,591 ± 0,03)			
	DBP	0,914±0,03-1,687 ± 0,03 (1,418 ± 0,03)			
	DPP	1,520±0,03-1,965 ± 0,04 (1,777 ± 0,03)			
	BBP	1,382 ± 0,03-1,922 ± 0,04 (1,646±0,03)			
	DOP	1,005±0,03-1,716 ± 0,03 (1,235 ± 0,03)			
	Total	6,254±0,06-6,807 ± 0,07 (6,486 ± 0,07)			
Azeite virgem	DMP	<0,002-<0,002 (<0,002)			
	DEP	<0,002-<0,002 (<0,002)			
	DBP	0,226 ± 0,01-1,875 ± 0,03 (1,048±0,03)			
	DPP	0,220 ± 0,01-1,776 ± 0,03 (1,145±0,03)			
	BBP	0,212 ± 0,01-2,055 ± 0,04 (0,838±0,02)			
	DOP	0,878 ± 0,01-1,618 ± 0,03 (1,061±0,03)			
	Total	3,262 ± 0,03-4,091 ± 0,05 (3,863±0,04)			
Óleo de girassol	DMP	<0,002-2,295 ± 0,04 (2,295 ± 0,04)			
	DEP	<0,002-2,221 ± 0,04 (2,221 ± 0,04)			
	DBP	1,378 ± 0,03-1,778 ±0,03 (1,499 ±0,03)			
	DPP	1,690 ± 0,03-2,092 ± 0,04(1,876 ±0,03)			
	BBP	0,214 ± 0,01-2,034 ± 0,04(1,432 ±0,03)			
	DOP	0,328 ± 0,01-1,824 ± 0,04(1,339 ±0,03)			
	Total	6,468 ± 0,06-6,995 ± 0,06(6,673 ±0,06)			
Óleo de milho	DMP	<0,002-<0,002 (<0,002)			
	DEP	<0,002-1,357 ± 0,03 (1,357 ± 0,03)			
	DBP	1,191 ± 0,03-2,132 ± 0,04(1,600 ±0,03)			
	DPP	1,294 ± 0,03-2,032 ± 0,04(1,620 ±0,03)			
	BBP	1,520 ± 0,03-2,258 ± 0,04(1,889 ±0,03)			
	DOP	0,666 ± 0,01-1,054 ± 0,03(0,867± 0,01)			
	Total	5,784 ± 0,05-7,154 ± 0,07(6,248 ±0,06)			
Óleo de avelã	DMP	<0,002-0,822 ± 0,01 (0,822 ± 0,01)			
	DEP	<0,002-0,229 ± 0,03 (1,229 ± 0,03)			
	DBP	0,919 ± 0,01-1,455 ±0,03(1,102 ± 0,01)			
	DPP	0,426 ± 0,01-0,549± 0,01(0,506 ± 0,01)			
	BBP	0,504 ± 0,01-0,605 ±0,01(0,577 ± 0,01)			
	DOP	1,233 ± 0,03-1,807 ±0,03 (1,432 ±0,03)			
	Total	3,501 ± 0,04-3,796 ±0,04(3,525 ± 0,04)			
Óleo de canola	DMP	<0,002-<0,002 (<0,002)			
	DEP	<0,002-<0,002 (<0,002)			
	DBP	1,538 ± 0,03-1,703 ±0,03(1,605 ± 0,03)			
	DPP	<0,003-<0,003(<0,003)			
	BBP	1,599 ± 0,03-1,946 ±0,03(1,810 ± 0,03)			
	DOP	<0,002-<0,002 (<0,002)			
	Total	3,302 ± 0,04-3,524 ±0,04(3,415 ± 0,04)			
Azeite 1	DiBP	<LOQ	mg/kg	GC-MS	(PEREIRA <i>et al.</i> , 2019)
	DBP	<LOQ			
	BBP	<LOD			
	DEHP	1,240			
	DINP	1,610			
	DIDP	<LOD			
Azeite 2	DiBP	84			
	DBP	<LOD			
	BBP	<LOD			
	DEHP	420			
	DINP	6,290			
	DIDP	<LOD			

**Tabela 6 parte 3 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>		<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>
Azeite 3	DiBP	<LOD	mg/kg	GC-MS	(PEREIRA <i>et al.</i> , 2019)
	DBP	<LOQ			
	BBP	<LOD			
	DEHP	220			
	DINP	480			
	DIDP	<LOD			
Azeite 4	DiBP	<LOQ	mg/kg	GC-MS	(PEREIRA <i>et al.</i> , 2019)
	DBP	<LOD			
	BBP	<LOD			
	DEHP	661			
	DINP	480			
	DIDP	<LOD			
Azeite 5	DiBP	<LOD	mg/kg	GC-MS	(PEREIRA <i>et al.</i> , 2019)
	DBP	<LOD			
	BBP	<LOD			
	DEHP	995			
	DINP	480			
	DIDP	<LOD			
Azeite 6	DiBP	<LOD	mg/kg	GC-MS	(PEREIRA <i>et al.</i> , 2019)
	DBP	<LOD			
	BBP	100			
	DEHP	890			
	DINP	2,290			
	DIDP	<LOD			
Azeite 7	DiBP	<LOD	mg/kg	GC-MS	(PEREIRA <i>et al.</i> , 2019)
	DBP	<LOD			
	BBP	<LOD			
	DEHP	1,910			
	DINP	1,600			
	DIDP	<LOD			
Azeite 8	DiBP	<LOD	mg/kg	GC-MS	(PEREIRA <i>et al.</i> , 2019)
	DBP	<LOD			
	BBP	<LOD			
	DEHP	120			
	DINP	1,610			
	DIDP	<LOD			
Azeite 9	DiBP	<LOD	mg/kg	GC-MS	(PEREIRA <i>et al.</i> , 2019)
	DBP	<LOD			
	BBP	<LOD			
	DEHP	7,520			
	DINP	480			
	DIDP	<LOD			
Azeite 10	DiBP	<LOD	mg/kg	GC-MS	(PEREIRA <i>et al.</i> , 2019)
	DBP	<LOD			
	BBP	160			
	DEHP	1,000			
	DINP	1,850			
	DIDP	<LOD			
Azeite 11	DiBP	<LOD	mg/kg	GC-MS	(PEREIRA <i>et al.</i> , 2019)
	DBP	<LOD			
	BBP	<LOD			
	DEHP	1,130			
	DINP	1,680			
	DIDP	<LOD			

**Tabela 6 parte 4 (continuação)**

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Azeite 12	DiBP	<LOD	mg/kg	GC-MS	(PEREIRA <i>et al.</i> , 2019)
	DBP	<LOD			
	BBP	<LOD			
	DEHP	30			
	DINP	480			
	DIDP	<LOD			
Azeite 13	DiBP	<LOD			
	DBP	<LOD			
	BBP	<LOD			
	DEHP	170			
	DINP	480			
	DIDP	<LOD			
Azeite 14	DiBP	<LOQ			
	DBP	<LOQ			
	BBP	<0,038			
	DEHP	290			
	DINP	480			
	DIDP	<LOD			
Azeite 15	DiBP	<LOQ			
	DBP	70			
	BBP	<LOD			
	DEHP	1,560			
	DINP	1,670			
	DIDP	<LOD			
Azeite 16	DiBP	<LOQ			
	DBP	<LOQ			
	BBP	180			
	DEHP	1,470			
	DINP	2,340			
	DIDP	<LOD			

GC-EI-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa de Impacto Eletrônico

GC-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa

ND: Não detectado



### 5.2.7. Cereais e produtos à base de cereais

Cereais e produtos derivados de cereais compreendem uma fonte essencial de carboidratos, um macronutriente vital para a dieta humana. Entre os alimentos integrantes desse grupo, pesquisas destacam os produtos à base de arroz e trigo devido ao consumo em grandes porções no cotidiano de muitas culturas. Ao mesmo tempo, os produtos à base de cereais são uma fonte significativa de vários contaminantes pertencentes aos ésteres derivados do ácido ortoftálico. Os pesquisadores detectaram DMP, DEP, DiBP, DnBP, BBP, DEHP, DCHP, DNOP, BBzP e DBP nesta categoria de alimentos. A maior concentração encontrada para este grupo foi em uma amostra de bolo (5,23 mg/kg de DEHP e 2,54 mg/kg de DBP) (YANG *et al.*, 2019). Os dados coletados revelam concentrações 11 vezes acima do LME entre as amostras, sendo nove para DEHP e duas para DBP (Tabela 7).

Fierens *et al.* (2012b) estudaram o perfil de oito ftalatos em arroz e massas, tanto crus quanto cozidos. Esta análise permitiu avaliar o impacto do processo de cocção na concentração de ftalatos. Além disso, o arroz analisado era armazenado a granel ou em plástico (*boil-in-bag*) e a análise das massas foi por tipo de farinha, branca ou integral, e material de embalagem, plástico ou papelão. As concentrações de ftalatos em todas as amostras, exceto DMP e DEP, em massas integrais embaladas em papelão, diminuíram após o processo de fervura, provavelmente devido à degradação ou evaporação ou diluição pela absorção de água, uma vez que o arroz e as massas aumentaram o rendimento após a fervura. As massas de farinha branca embaladas em papelão apresentaram maiores percentuais de DiBP, DnBP e DEHP do que as massas integrais embaladas em papelão e as massas brancas em embalagens plásticas, provavelmente, devido às tintas de impressão contendo DiBP nos rótulos das embalagens de papelão e, em segundo lugar, devido a diferenças de processamento. Poucos estudos se concentram em analisar o efeito do cozimento nos níveis de ftalatos e por isso recomendam-se mais pesquisas neste âmbito.

Van Holderbeke *et al.* (2014) forneceram uma vasta quantidade de dados sobre os perfis de quatro ftalatos (DiBP, DnBP, BBP e DEHP) de acordo com a farinha, tipo de embalagem, localização, forma e tempo de contato com a

embalagem de pães. Este trabalho enfatizou a análise de diferentes pontos de venda de pães como parâmetro a ser analisado em novos estudos.

Solos contaminados na China são responsáveis pela exposição de diferentes tipos de arroz a ftalatos em suas diversas fases de cultivo. Além disso, os perfis de ftalatos são variáveis entre as espécies de cultivares e partes da planta (CAI *et al.*, 2015)

Dado o número de amostras críticas e o consumo expansivo de alimentos pertencentes a este grupo, existe um risco para a saúde dos consumidores, o que leva à necessidade de mais dados e intervenções estratégicas aos pontos críticos da sua cadeia de produção, a saber, durante o cultivo, armazenamento e embalagem, transporte, processamento industrial, na comercialização, preparo e consumo domésticos.

Tabela 7: Concentração de ftalatos no grupo Cereais e produtos de cereais e técnica analítica.

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Cereais e produtos à base de cereais (47)	DMP	ND-1,4 (ND)	µg /kg min-max (mediana)	GC-EI-MS	(FIERENS <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	ND-558,0 (0,5)			
	DiBP	ND-1054,0 (8,7)			
	DnBP	ND-61,0 (4,6)			
	BBP	ND-14,0 (1,5)			
	DEHP	ND-1073,0 (63,0)			
	DCHP	ND-3,6 (ND)			
	DnOP	ND-2,8 (ND)			
Pão (18)	DMP	ND-0,9 (ND)			
	DEP	ND-12,0 (ND)			
	DiBP	ND-152,0 (7,6)			
	DnBP	ND-13,0 (ND)			
	BBP	ND-8,1 (2,4)			
	DEHP	ND-1073,0 (156,5)			
	DCHP	ND-3,6 (ND)			
	DnOP	ND-2,8 (0,3)			
Cereais matinais (7)	DMP	ND			
	DEP	ND-1,8 (0,9)			
	DiBP	1,5-66,0 (17,0)			
	DnBP	1,8-11,0 (4,9)			
	BBP	0,6-6,6 (1,8)			
	DEHP	7,2-63,0 (37,0)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Massa (11)	DMP	ND-1,4 (ND)			
	DEP	ND-558,0 (ND)			
	DiBP	ND-212,0 (25,0)			
	DnBP	ND-22,0 (4,3)			
	BBP	ND-5,8 (1,0)			
	DEHP	6,9-673,0 (118,0)			
	DCHP	ND-0,1 (ND)			
	DnOP	ND-1,2 (0,1)			
Arroz (4)	DMP	ND-0,4 (ND)			
	DEP	1,5-88,0 (3,8)			
	DiBP	ND-1054,0 (413,5)			
	DnBP	4,6-43,0 (35,0)			
	BBP	ND-11,0 (2,3)			
	DEHP	26,0-204,0 (45,5)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Farinhas, amidos e aveia (7)	DMP	ND			
	DEP	0,5-3,6 (0,6)			
	DiBP	2,0-252,0 (8,7)			
	DnBP	1,9-61,0 (6,2)			
	BBP	ND-14,0 (ND)			
	DEHP	5,1-48,0 (18,0)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND-0,5 (ND)			

**Tabela 7 parte 1 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>	<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>	
Arroz (solto) Cru	DMP	0,07	(média de duas subamostras) em produtos amiláceos brutos e processados (em µg/kg de produto)	GC-EI-MS	(FIERENS; VANERMEN; <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	0,78			
	DiBP	382,73			
	DnBP	27,95			
	BBP	21,32			
	DEHP	54,25			
	DCHP	0,61			
DnOP	0,24				
Arroz (solto) Cozido	DMP	0,06			
	DEP	<0,15			
	DiBP	25,32			
	DnBP	<2,30			
	BBP	2,02			
	DEHP	ND			
	DCHP	0,12			
DnOP	ND				
Arroz (fervura em saco) Cru	DMP	<0,05			
	DEP	0,90			
	DiBP	21h40			
	DnBP	2,94			
	BBP	3,16			
	DEHP	25,46			
	DCHP	0,10			
DnOP	ND				
Arroz (boil-in-bag) Cozido	DMP	<0,05			
	DEP	0,20			
	DiBP	3,27			
	DnBP	ND			
	BBP	0,43			
	DEHP	ND			
	DCHP	<0,10			
DnOP	ND				
Massa (branca, embalagem plástica) Crua	DMP	ND			
	DEP	<0,15			
	DiBP	2,80			
	DnBP	<2,30			
	BBP	<0,20			
	DEHP	21,09			
	DCHP	<0,10			
DnOP	0,18				
Massa (branca, embalagem plástica) Cozida	DMP	<0,05			
	DEP	ND			
	DiBP	<1,00			
	DnBP	ND			
	BBP	ND			
	DEHP	ND			
	DCHP	ND			
DnOP	ND				

**Tabela 7 parte 2 (continuação)**

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Massa (branca, embalagem de papelão) Cru	DMP	<0,05	(média de duas subamostras) em produtos amiláceos brutos e processados (em µg/kg de produto)	GC-EI-MS	(FIERENS; VANERMEN; <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	0,36			
	DiBP	53,29			
	DnBP	13,30			
	BBP	0,23			
	DEHP	41,10			
	DCHP	0,39			
	DnOP	0,35			
Massa (branca, embalagem de papelão) Cozida	DMP	<0,05			
	DEP	ND			
	DiBP	9,59			
	DnBP	<2,30			
	BBP	ND			
	DEHP	ND			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Massa (macarrão integral, embalagem de papelão) Cru	DMP	<0,05			
	DEP	0,30			
	DiBP	28,26			
	DnBP	3,78			
	BBP	0,25			
	DEHP	14,61			
	DCHP	0,21			
	DnOP	0,19			
Macarrão (macarrão integral, embalagem de papelão) Cozido	DMP	0,10			
	DEP	0,91			
	DiBP	6,39			
	DnBP	ND			
	BBP	<0,20			
	DEHP	<7,25			
	DCHP	ND			
	DnOP	<0,15			
Produtos de pão (8)	DiBP	17	Pão do Grupo TDS µg /kg média	GC-MS	(BRADLEY <i>et al.</i> , 2013)
	DBP	16			
	BBP	8			
	DEHP	125			
Produtos diversos de cereais (26)	DiBP	81			
	DBP	14			
	DEHP	104			
Cereais e produtos à base de cereais (129)	DMP	ND-3,8(ND)	µg/kg de peso fresco	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	ND-558(1,4)			
	DiBP	ND-1383(6,0)			
	DnBP	ND-106(4,2)			
	BBP	ND-24(0,9)			
	DEHP	ND-2264(49)			
	DCHP	ND-3,6(ND)			
	DnOP	ND-6,1(ND)			
Água fervente macarrão/arroz (4)	DMP	ND-0,1(0,1)			
	DEP	0,2–32(1,8)			
	DiBP	0,1–16(2,6)			
	DnBP	0,1–3,2(0,9)			
	BBP	ND-1,1(0,1)			
	DEHP	ND-12(1,1)			
	DCHP	ND-0,1(ND)			
	DnOP	ND-0,1(ND)			

**Tabela 7 parte 3 (continuação)**

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Pão Total (43)	DiBP	1,1–74(2,9)	µg/kg de peso fresco	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DnBP	ND-106(3,7)			
	BBP	ND-6,9(0,7)			
	DEHP	ND-2264(63)			
Farinha Branca (21)	DiBP	1,3–34(2,7)			
	DnBP	ND-42(3,2)			
	BBP	ND-6,9(0,8)			
	DEHP	ND-1002(63)			
Farinha integral/marrom (22)	DiBP	1,1–74(2,9)			
	DnBP	ND-106(4,1)			
	BBP	ND-5,9(0,8)			
	DEHP	ND-2264(60)			
Embalagem de papel (32)	DiBP	1,1–74(3,2)			
	DnBP	ND-106(3,2)			
	BBP	ND-6,9(0,7)			
	DEHP	ND-2264(56)			
Papel com embalagem de janela de plástico (5)	DiBP	1,3–2,7(1,8)			
	DnBP	1,7–4,4(3,7)			
	BBP	ND-0,6(ND)			
	DEHP	ND-343(206)			
Embalagens plásticas (6)	DiBP	2,1–6,8(3,3)			
	DnBP	ND-19(4,4)			
	BBP	0,1–1,8(1,0)			
	DEHP	ND-361(ND)			
Padaria(20)	DiBP	1,4–74(4,2)			
	DnBP	ND-47(3,1)			
	BBP	ND-6,9(0,7)			
	DEHP	ND-2264(56)			
Padaria Local A (4)	DiBP	1,4–74(18)			
	DnBP	ND-15(ND)			
	BBP	ND-0,1(ND)			
	DEHP	417–2264 (1012)			
Padaria Local B (2)	DiBP	4,5–4,6(4,6)			
	DnBP	ND-5,0(ND)			
	BBP	0,4–0,7(0,6)			
	DEHP	88–312(200)			
Padaria Local C (2)	DiBP	21–39(30)			
	DnBP	2,3–2,7(2,5)			
	BBP	0,7–2,5(1,6)			
	DEHP	ND			
Padaria Local D (2)	DiBP	2,7–2,9(2,8)			
	DnBP	9,6–16(13)			
	BBP	0,8–1,1(0,9)			
	DEHP	282–392 (337)			
Padaria Local E (2)	DiBP	3,1–4,0(3,6)			
	DnBP	5,1–12(9,0)			
	BBP	0,9–1,3(1,1)			
	DEHP	38–63(51)			
Padaria Local F (2)	DiBP	2,5–2,8(2,7)			
	DnBP	2,3–2,9(2,6)			
	BBP	5,9–6,9(6,4)			
	DEHP	49–74(62)			

**Tabela 7 parte 4 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>		<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>		
Padaria Local G (2)	DiBP	6,2–6,7(6,5)	µg/kg de peso fresco	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)		
	DnBP	3,2–4,2(3,7)					
	BBP	0,7–0,8(0,8)					
	DEHP	42–45(44)					
Padaria Local H (2)	DiBP	4,4–6,0(5,2)					
	DnBP	8,5–47(28)					
	BBP	0,5–1,7(1,1)					
	DEHP	ND-34(17)					
Padaria Local I (2)	DiBP	1,8–1,9(1,9)					
	DnBP	ND					
	BBP	ND-0,4(ND)					
	DEHP	ND-47(24)					
Supermercado (23)	DiBP	ND-17(2,6)					
	DnBP	ND-106(4,0)					
	BBP	ND-4,6(0,5)					
	DEHP	ND-1073(67)					
Supermercado Localização J (2)	DiBP	11–17(14)					
	DnBP	ND-2,5(1,3)					
	BBP	0,8–1,5(1,2)					
	DEHP	1002–1073 (1038)					
Supermercado Localização K (2)	DiBP	2,7–3,7(3,2)					
	DnBP	ND-2,6(1,3)					
	BBP	0,6–1,1(0,9)					
	DEHP	245–361(303)					
Supermercado Localização L (2)	DiBP	2,9					
	DnBP	ND					
	BBP	1,5					
	DEHP	268					
Supermercado Localização M (2)	DiBP	1,3–2,0(1,7)					
	DnBP	3,7–4,0(3,9)					
	BBP	ND					
	DEHP	ND-343(172)					
Supermercado Localização N (2)	DiBP	1,7–1,9(1,8)					
	DnBP	42–106(74)					
	BBP	4,4–4,6(4,5)					
	DEHP	ND-67(34)					
Supermercado Localização O (2)	DiBP	2,2–2,3(2,3)					
	DnBP	3,2–4,5(1,9)					
	BBP	ND-1,3(0,7)					
	DEHP	33–198(116)					
Supermercado Localização P (2)	DiBP	1,3–1,8(1,6)					
	DnBP	1,7–4,4(3,1)					
	BBP	ND					
	DEHP	ND-206(103)					
Supermercado Localização Q (2)	DiBP	1,1–1,5(1,3)					
	DnBP	2,0–2,8(2,4)					
	BBP	ND-0,8(0,4)					
	DEHP	123–148 (136)					
Supermercado Localização R (2)	DiBP	5,8–6,8(6,3)					
	DnBP	4,0–4,8(4,4)					
	BBP	0,8–1,8(1,3)					
	DEHP	ND					

**Tabela 7 parte 5 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>		<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>
Supermercado Localização S (2)	DiBP	6,5–7,2(6,9)	µg/kg de peso fresco	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DnBP	ND-7,6(3,6)			
	BBP	ND-0,2(0,1)			
	DEHP	22–28(25)			
Supermercado Localização T (2)	DiBP	2,1–2,8(2,5)			
	DnBP	18–19(19)			
	BBP	0,1–0,5(0,3)			
	DEHP	ND-80(40)			
Supermercado Localização U (2)	DiBP	2,6–3,3(3,0)			
	DnBP	13–19(16)			
	BBP	0,3–0,4(0,4)			
	DEHP	ND			
Forma Longa (31)	DiBP	1,1–39(2,7)			
	DnBP	ND-19(3,5)			
	BBP	ND-6,9(0,7)			
	DEHP	ND-2264(69)			
Forma Redonda (12)	DiBP	1,7–74(6,4)			
	DnBP	ND-106(3,4)			
	BBP	ND-4,6(0,6)			
	DEHP	ND-1073(156)			
Longo (pré- embalado) (7)	DiBP	2,1–6,8(2,9)			
	DnBP	ND-19(4,0)			
	BBP	0,1–1,8(0,8)			
	DEHP	ND-361(80)			
Curto (embalado na compra) (36)	DiBP	1,1–74(2,9)			
	DnBP	ND-106(3,5)			
	BBP	ND-6,9(0,6)			
	DEHP	ND-2264(56)			
Pão, branco	DiBP	4,57	ng/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DBP	23,8			
	BBzP	15,9			
	DCHP	<2,51			
	DEHP	<91,1			
Pão, trigo integral	DiBP	<3,46			
	DBP	19,4			
	BBzP	<2,44			
	DCHP	<2,51			
	DEHP	<91,1			
Pão, centeio	DiBP	<3,46			
	DBP	<6,13			
	BBzP	<2,44			
	DCHP	<2,51			
	DEHP	<91,1			
Bolo	DiBP	<7,61			
	DBP	<3,5			
	BBzP	<0,57			
	DCHP	<0,64			
	DEHP	120			
Cereais, trigo cozido	DiBP	<7,61			
	DBP	<13,5			
	BBzP	<0,57			
	DCHP	<0,64			
	DEHP	79,0			



**Tabela 7 parte 6 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>	<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>	
Cereais, milho	DiBP	3,66	ng/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DBP	07,09			
	BBzP	<8,73			
	DCHP	<0,54			
	DEHP	41,7			
Cereais, arroz e farelo	DiBP	<7,61			
	DBP	17,7			
	BBzP	<0,57			
	DCHP	<0,54			
	DEHP	153			
Biscoitos	DiBP	<3,46			
	DBP	9,48			
	BBzP	<2,44			
	DCHP	<2,51			
	DEHP	<91,1			
Biscoitos	DiBP	15,0			
	DBP	36,5			
	BBzP	<2,44			
	DCHP	<2,51			
	DEHP	<91,1			
Dinamarquês, donuts e croissants	DiBP	<7,61			
	DBP	<13,5			
	BBzP	<0,57			
	DCHP	<0,64			
	DEHP	150			
Farinha branca (trigo)	DiBP	6,50			
	DBP	17,5			
	BBzP	<8,73			
	DCHP	64,9			
	DEHP	31,2			
bolos	DiBP	<7,61			
	DBP	<13,5			
	BBzP	<0,57			
	DCHP	<0,64			
	DEHP	96,9			
Panquecas e waffles	DiBP	<7,61			
	DBP	<13,5			
	BBzP	6,69			
	DCHP	<0,64			
	DEHP	152			
Massas, pratos mistos	DiBP	<7,61			
	DBP	<13,5			
	BBzP	5,86			
	DCHP	<0,64			
	DEHP	129			
Massa, simples	DiBP	<7,61			
	DBP	<13,5			
	BBzP	<0,57			
	DCHP	<0,64			
	DEHP	84,9			
Torta, maçã	DiBP	8,92			
	DBP	25,2			
	BBzP	<8,73			
	DCHP	<0,54			
	DEHP	54,2			

**Tabela 7 parte 7 (continuação)**

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Torta, outros	DiBP	4,13	ng/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DBP	11,3			
	BBzP	<8,73			
	DCHP	<0,54			
	DEHP	18,8			
Arroz	DiBP	4,32			
	DBP	7,47			
	BBzP	<8,73			
	DCHP	<0,54			
	DEHP	32,4			
Pães e rolinhos	DiBP	2,89			
	DBP	9,90			
	BBzP	<8,73			
	DCHP	<0,54			
	DEHP	35,9			
Pães, outros	DiBP	<3,46			
	DBP	17,2			
	BBzP	6,31			
	DCHP	<2,51			
	DEHP	272			
Cereal	Total de ftalatos	327/208	(média/mediana) ng/g peso fresco	GP-MSE-GC-MS	(HE <i>et al.</i> , 2015)
Bolo	DEHP	LOD-5,23 (2,81)	(min/max (mediana)) mg/kg	GC-MS	(YANG <i>et al.</i> , 2019)
	DBP	LOD-2,54 (0,887)			

GC-EI-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa de Impacto Eletrônico

GC-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa

GP-MSE-GC-MS: Extração de micro seringa de purga de gás acoplada com cromatografia gasosa-espectrometria de massa

ND: não detectado

### 5.2.8. Leite e produtos lácteos

Os pesquisadores (BRADLEY *et al.*, 2013; CAO *et al.*, 2014; FIERENS *et al.*, 2012b; VAN HOLDERBEKE *et al.*, 2014) detectaram ftalatos em amostras de leite e produtos lácteos, provavelmente devido às características lipofílicas destes aditivos e tendência de concentração na fase lipídica. Nesta categoria, os ftalatos encontrados foram DMP, DEP, DiBP, DnBP, BBP, DEHP, BBzP, DCHP e DnOP.

A maior concentração encontrada foi de 15 mg/kg de DEHP, superior a todos os valores máximos encontrados para as demais categorias, detectados no "La Mame Du Lack", um queijo com 10% de gordura, embalado durante dezesseis dias em película aderente (CAO *et al.*, 2014). Os dados obtidos revelaram seis valores de DEHP fora dos limites (LMEs) estabelecidos na legislação. Esta categoria tinha poucos dados, pois apenas quatro estudos a abordaram, apesar de se tratar de produtos com alto teor de gordura, como creme de leite, diferentes tipos de queijo e manteiga e, em hipótese, muito suscetíveis a conter altos percentuais destes contaminantes devido à exposição a materiais contaminados ao longo de sua cadeia produtiva.

Dois estudos relevantes (CAO *et al.*, 2014; FIERENS *et al.*, 2013) destacaram o percentual de gordura, tipo de embalagem e estágio de processamento em amostras de leite e produtos lácteos, o que permite uma correlação entre estes parâmetros e o teor de ftalatos. Este detalhamento não foi percebido na maioria dos estudos.

Fierens *et al.* (2013) apresentaram um desenho experimental preenchendo muitas lacunas deixadas pela maioria dos estudos nos grupos abordados na presente revisão. Os autores coletaram amostras de leite em vários pontos de produção de leite em pó; conforme a Figura 5. Obtiveram amostras de leite cru nas fazendas, depois na indústria, leite pasteurizado e leite em pó antes e depois do envase e concluíram que BBzP e DEHP migraram para o leite cru durante o processo de ordenha mecânica. Além disso, os mesmos autores avaliaram o efeito do tempo de amostragem em duas estações, verão e inverno, concluindo que a concentração de DEHP no leite adquirido no varejo no inverno foi notavelmente menor do que no verão. Os resultados obtidos descartam a etapa de transporte como fonte significativa de contaminação. O teor de DEHP aumentou durante as etapas de processamento devido ao contato com materiais, como tubos, e notou-se

o efeito positivo do aquecimento durante a pasteurização nos fenômenos de migração. Em geral, a embalagem também contribui para aumentar o teor de ftalatos. Em amostras de queijo, o processo de maturação faz com que o teor de DEHP diminua. Por fim, este estudo reforçou a correlação positiva entre o percentual de gordura e a alta concentração de ftalatos em produtos lácteos.

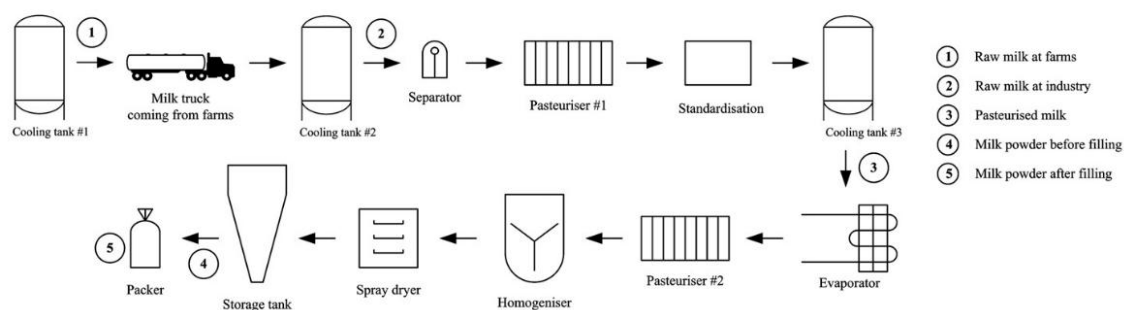


Figura 5: Pontos de coleta de amostras de leite ao longo de sua cadeia produtiva.

Fonte: Fierens *et al*, 2013.

Nota-se que o teor de ftalatos no leite e produtos lácteos representa um risco à saúde dos consumidores, principalmente em amostras críticas, com concentrações superiores aos limites de migração específicos estabelecidos na legislação, mas também em alimentos pouco contaminados, pois é necessário considerar uma dieta completa e realizar estimativas de ingestão diária para verificar o impacto de cada grupo no risco de consumo total.

Tabela 8: Concentração de ftalatos no grupo de Leite e derivados e técnica analítica.

Matriz	Ftalato	Concentração	Técnica analítica	Referência	
Leite e produtos lácteos (56)	DMP	ND-0,5 (ND)	µg /kg min-max (mediana)	GC-EI-MS	(FIERENS <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	ND-11,0 (ND)			
	DiBP	ND-116,0 (2,4)			
	DnBP	ND-54,0 (2,0)			
	BBP	ND-8,2 (ND)			
	DEHP	ND-743,0 (27,5)			
	DCHP	ND-42,0 (0,4)			
	DnOP	ND-5,7 (ND)			
Leite (8)	DMP	ND			
	DEP	ND			
	DiBP	ND-0,7 (ND)			
	DnBP	ND-0,8 (ND)			
	BBP	ND			
	DEHP	7,8-20,0 (13,5)			
	DCHP	ND-4,6 (ND)			
	DnOP	ND			
Bebidas lácteas (8)	DMP	ND-0,1 (ND)			
	DEP	ND-0,6 (ND)			
	DiBP	0,3-0,9 (0,5)			
	DnBP	ND-0,9 (0,6)			
	BBP	ND-1,7 (ND)			
	DEHP	2,8-17,0 (6,3)			
	DCHP	ND-2,9 (ND)			
	DnOP	ND			
Queijo (21)	DMP	ND			
	DEP	ND-5,3 (ND)			
	DiBP	ND-116,0 (6,2)			
	DnBP	ND-54,0 (4,6)			
	BBP	ND-8,2 (ND)			
	DEHP	31,0-743,0 (148,0)			
	DCHP	ND-42,0 (ND)			
	DnOP	ND-3,7 (ND)			
Queijo fresco, iogurte, natas, sobremesa, etc. (19)	DMP	ND-0,5 (ND)			
	DEP	ND-11,0 (ND)			
	DiBP	ND-29,0 (2,1)			
	DnBP	ND-6,5 (2,0)			
	BBP	ND-4,2 (ND)			
	DEHP	ND-260,0 (25,0)			
	DCHP	ND-7,3 (0,4)			
	DnOP	ND-5,7 (ND)			
Produtos lácteos, incluindo leite (15)	DiBP	ND	Laticínios do Grupo TDS µg/kg média	GC-MS	(BRADLEY <i>et al.</i> , 2013)
	DEHP	141			
	DEP	ND			
	DiNP	ND			
	DiBP	ND	Leite do Grupo TDS µg /kg média		
	DEHP	ND			
	DEP	ND			
	DiNP	ND			
Tanque de resfriamento de leite cru nº 1, verão, da fazenda, 4,5% de gordura (10)	DiBP	ND-<15 (ND)	µg/kg	GC-EI-MS	(FIERENS <i>et al.</i> , 2013)
	DnBP	ND-15 (ND)			
	BzBP	ND-16 (ND)			
	DEHP	ND-788 (390)			

**Tabela 8 parte 2 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>	<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>	
Tanque de resfriamento de leite cru nº 1, inverno, da fazenda, 4,5% de gordura (10)	DIBP	ND-52 (23)	µg/kg	GC-EI-MS	(FIERENS <i>et al.</i> , 2013)
	DnBP	ND-<15 (<15)			
	BzBP	<10-21 (<10)			
	DEHP	201-500 (280)			
Tanque de resfriamento de leite cru nº 2, novembro de 2010, da Indústria (1)	DIBP	<15 (<15)			
	DnBP	ND (ND)			
	BzBP	ND (ND)			
	DEHP	364 (364)			
Tanque de resfriamento de leite pasteurizado nº 3, novembro de 2010, da Indústria (3)	DIBP	<15 (<15)			
	DnBP	ND-<15 (ND)			
	BzBP	ND-14 (ND)			
	DEHP	332-443 (426)			
Leite em pó antes do recheio, novembro de 2010, da Indústria, 27,5% de gordura (3)	DIBP	24-90 (32)			
	DnBP	24-35 (28)			
	BzBP	ND (ND)			
	DEHP	462-489 (478)			
Leite em pó após enchimento (lata), novembro de 2010, da Indústria, 28% de gordura (3)	DIBP	49-64 (56)			
	DnBP	50-54 (52)			
	BzBP	11-13 (12)			
	DEHP	584-634 (630)			
Leite em pó após enchimento (bolsa), novembro de 2010, da Indústria, 28% de gordura (3)	DIBP	31-33 (31)			
	DnBP	57-64 (60)			
	BzBP	43-61 (53)			
	DEHP	409-609 (523)			
Embalagem não utilizada (lata), novembro de 2010, da Indústria, (3)	DIBP	2,6 (2,6)			
	DnBP	0,5 (0,5)			
	BzBP	0,3 (0,3)			
	DEHP	14 (14)			
Embalagem não utilizada (bolsa), novembro de 2010, da Indústria, (1)	DIBP	0,7 (0,7)			
	DnBP	0,1 (0,1)			
	BzBP	0,1 (0,1)			
	DEHP	2,7 (2,7)			
Leite em pó A (lata), fevereiro de 2011, do Varejo, 28% de gordura (3)	DIBP	62-85 (75)			
	DnBP	51-58 (53)			
	BzBP	12-13 (12)			
	DEHP	524-591 (566)			
Leite em pó B (bolsa), fevereiro de 2011, do Varejo, 28% de gordura (3)	DIBP	23-30 (27)			
	DnBP	54-98 (56)			
	BzBP	41-68 (65)			
	DEHP	519-534 (526)			
Leite (Tetra Brik), março-setembro de 2010, do Varejo, 1,5% de gordura (3)	DIBP	<15-28 (18)			
	DnBP	<15-34 (<15)			
	BzBP	ND-<10 (ND)			
	DEHP	312-535 (463)			
Manteiga A (papel laminado), junho de 2010, do Varejo, 82% de gordura (5)	DIBP	ND (ND)			
	DnBP	ND (ND)			
	BzBP	ND (ND)			
	DEHP	241-248 (245)			
Manteiga B (papel laminado), junho de 2010, do Varejo, 82% de gordura (2)	DIBP	ND (ND)			
	DnBP	ND (ND)			
	BzBP	ND (ND)			
	DEHP	350-3350 (350)			

**Tabela 8 parte 3 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>		<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>
Queijo A (totalmente maduro; plástico), setembro de 2010, do Varejo, 33% de gordura (2)	DIBP	20-23 (21)	µg/kg	GC-EI-MS	(FIERENS <i>et al.</i> , 2013)
	DnBP	<15 (<15)			
	BzBP	ND (ND)			
	DEHP	360-412 (386)			
Queijo B (novo; plástico), setembro de 2010, do Varejo, 30% de gordura (1)	DIBP	22 (22)			
	DnBP	45 (45)			
	BzBP	ND (ND)			
	DEHP	731 (731)			
Queijo C (semi-maduro; plástico), setembro de 2010, do Varejo, 15% de gordura (1)	DIBP	36 (36)			
	DnBP	100 (100)			
	BzBP	<10 (<10)			
	DEHP	530 (530)			
Brie, 26% de gordura, película aderente, 11 dias na embalagem	DEHP	ND	µg/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2014)
Cheddar, branco afiado, 33% de gordura, película aderente, 25 dias na embalagem		1,5			
Marble Cheddar, 32% de gordura, película aderente, 15 dias na embalagem		ND			
Cheddar de mármore suave, 35% de gordura, película aderente, 15 dias na embalagem		ND			
Brie, 50% de gordura, película aderente, 15 dias na embalagem		ND			
Cheddar, 2 anos, 31% de gordura, película aderente, 14 dias na embalagem		ND			
Brie, 28% de gordura, película aderente, 16 dias na embalagem		ND			
Marble Cheddar, 31% de gordura, película aderente, 12 dias na embalagem		0,29			
Brie, 42% de gordura, película aderente, 11 dias na embalagem		ND			
Brie, 32% de gordura, película aderente, 15 dias na embalagem		ND			
Cheddar, velho, 31% de gordura, plástico rígido, 222 dias na embalagem		ND			
Marble Cheddar, fatiado, 32% de gordura, Película aderente sobre a bandeja, 11 dias na embalagem		ND			
Brie, creme duplo, 28% de gordura, película aderente, 21 dias na embalagem		ND			

**Tabela 8 parte 3 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>		<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>
Brie, creme duplo, 28% de gordura, película aderente, 13 dias na embalagem	DEHP	ND	µg/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2014)
Marble Cheddar, fatiado, 32% de gordura, Película aderente sobre a bandeja, 11 dias na embalagem		ND			
Cheddar, extra velho, 35% de gordura, plástico rígido, 181 dias na embalagem		ND			
Brie, 25% de gordura, Plástico Cling, 23 dias na embalagem		ND			
Cheddar, envelhecido, Plástico rígido, 33% de gordura, 223 dias na embalagem		3,4			
Camembert, Película aderente, 22 % de gordura, 21 dias na embalagem		ND			
Marble Cheddar, 30% de gordura, plástico rígido, 114 dias na embalagem		ND			
Cheddar, extra velho, 35% de gordura, plástico rígido, 77 dias na embalagem		ND			
Ivanhoe velho afiado, filme aderente, 2 dias no pacote		1,3			
Camembert, 23% de gordura, película aderente, 12 dias na embalagem		ND			
Brie, creme duplo, 28% de gordura, película aderente, 14 dias na embalagem		0,38			
Camembert, 23% de gordura, Película aderente, 16 dias na embalagem		ND			
Marble Cheddar, 34% de gordura, plástico rígido, 229 dias em embalagem		ND			
Camembert, 22% de gordura, Película aderente, 12 dias na embalagem		ND			
Cheddar block, leve, cru, leite de vaca, 32% de gordura, película aderente, 12 dias na embalagem		0,91			
La Mame Du Lack, 10% de gordura, Película aderente, 16 dias na embalagem		15			
Camembert, 56% de gordura, Película aderente, 22 dias na embalagem		1,0			



**Tabela 8 parte 4 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>		<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>
Cheddar, velho, 31% de gordura, plástico rígido, 593 dias na embalagem	DEHP	0,94	µg/g	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2014)
Brie, creme duplo, 30% de gordura, película aderente, 10 dias na embalagem		ND			
Cheddar suave de mármore, 31% de gordura, plástico rígido, 58 dias no pacote		ND			
Brie, creme duplo, 30% de gordura, película aderente, 10 dias na embalagem		ND			
Brie, creme triplo, 42% de gordura, película aderente, 22 dias na embalagem		ND			
Marble Cheddar, fatiado, 32% de gordura, Película aderente, 14 dias na embalagem		ND			
Cheddar, velho, 21% de gordura, Plástico Rígido, 34 dias na embalagem		ND			
Camembert, 22% de gordura, Película aderente, 21 dias na embalagem		ND			
Mármore, 27% de gordura, Plástico Rígido, 405 dias em embalagem		ND			
Leite e produtos lácteos (79)	DMP	ND-1,7(ND)	µg/kg de peso fresco	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	ND-11(ND)			
	DiBP	ND-116(3,6)			
	DnBP	ND-54(2,1)			
	BBP	ND-48 (ND)			
	DEHP	ND-2385(100)			
	DCHP	ND-42,0(ND)			
	DnOP	ND-5,7(ND)			
Leite (9)	DMP	ND			
	DEP	ND-1,3(ND)			
	DiBP	ND-0,7(ND)			
	DnBP	ND-0,8(ND)			
	BBP	ND			
	DEHP	7,8-20(13)			
	DCHP	ND-4,6(1,4)			
	DnOP	ND			

**Tabela 8 parte 5 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>		<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>
Bebidas lácteas (10)	DMP	ND	µg/kg de peso fresco	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	ND-1,3(ND)			
	DiBP	ND-0,7(ND)			
	DnBP	ND-0,8(ND)			
	BBP	ND			
	DEHP	7,8-20(13)			
	DCHP	ND-4,6(1,4)			
	DnOP	ND			
Queijo (38)	DMP	ND-0,1(ND)			
	DEP	ND-1,0(ND)			
	DiBP	0,3-1,6(0,6)			
	DnBP	ND-2,5 (0,6)			
	BBP	ND-1,7(ND)			
	DEHP	ND-19 (6,3)			
	DCHP	ND-2,9(ND)			
	DnOP	ND			
Queijo fresco, iogurte, natas, sobremesa, etc, (22)	DMP	ND-0,5(ND)			
	DEP	ND-11(ND)			
	DiBP	ND-29(2,0)			
	DnBP	ND-6,5(1,9)			
	BBP	ND-4,2(ND)			
	DEHP	ND-260(24,5)			
	DCHP	ND-7,3(ND)			
	DnOP	ND-5,7(ND)			

GC-EI-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa de Impacto Eletrônico

GC-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa

ND: não detectado

### 5.2.9. Frutas e vegetais

Frutas e vegetais são indispensáveis à dieta humana porque fornecem vitaminas, minerais, fibras e outros nutrientes. No entanto, a presença de compostos tóxicos representa um risco para os consumidores. Há uma escassez de dados para esse grupo assim como em outros, uma vez que apenas cinco estudos abordaram esta categoria (CACHO *et al.*, 2012; CAO; ZHAO; DABEKA, 2015; FIERENS; SERVAES; *et al.*, 2012; FIERENS; VANERMEN; *et al.*, 2012; VAN HOLDERBEKE *et al.*, 2014) e encontraram DMP, DEP, DiBP, DnBP, BBP, DEHP, DCHP, DnOP, DBP e BBzP. Uma embalagem de alface forneceu a maior concentração para esta categoria, 16,5 mg/kg de DEP e uma embalagem de salsa continha a maior concentração de DEHP (2,2 mg/kg), acima do limite de migração específico. Como os níveis de ftalatos nas amostras de alimentos foram detectados em níveis de ng/g e em µg/g nas embalagens, os autores concluem que as embalagens são uma fonte significativa de contaminação e um ponto crítico da cadeia produtiva de hortaliças (CACHO *et al.*, 2012; SILANO *et al.*, 2019). No entanto, nas frutas e vegetais a maior concentração de DEHP encontrada foi de 1,413 mg/kg (Tabela 9).

Fierens, Vanermen, *et al.* (2012) analisaram as concentrações de ftalatos em vegetais crus e processados. Eles submeteram estes alimentos aos processos de fervura e cozimento a vapor de amostras de cenoura e couve-flor e fritura de amostras de cebola e pimentão com margarina em uma frigideira. Não houve diferença significativa na concentração de ftalatos entre as formas crua e cozida para as amostras de cenoura. Na couve-flor, no entanto, os perfis de DMP, DEHP, DnOP, DEP e BBP foram reduzidos após o processo. Uma redução considerável ocorreu na concentração de DEHP no pimentão após a fritura.

Tabela 9: Concentração de ftalatos no grupo de Frutas e hortaliças e técnica analítica.

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Frutas e legumes (27)	DMP	ND-4,6 (ND)	µg /kg min-max (mediana)	GC-EI-MS	(FIERENS <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	ND-2,0 (ND)			
	DiBP	ND-13,0 (1,0)			
	DnBP	ND-17,0 (1,7)			
	BBP	ND-26,0 (ND)			
	DEHP	ND-1413,0 (ND)			
	DCHP	ND-0,5 (ND)			
	DnOP	ND-0,9 (ND)			
Frutas (7)	DMP	ND-0,2 (ND)			
	DEP	ND-2,0 (1,7)			
	DiBP	ND-8,8 (ND)			
	DnBP	ND-3,1 (ND)			
	BBP	ND-26,0 (0,5)			
	DEHP	ND-26,0 (12,0)			
	DCHP	ND-0,5 (ND)			
	DnOP	ND-0,4 (ND)			
Legumes (17)	DMP	ND-4,6 (ND)			
	DEP	ND			
	DiBP	ND-4,8 (1,0)			
	DnBP	ND-5,6 (1,7)			
	BBP	ND-9,0 (ND)			
	DEHP	ND-1413,0 (ND)			
	DCHP	ND-0,2 (ND)			
	DnOP	ND-0,9 (ND)			
Nozes (3)	DMP	ND			
	DEP	ND			
	DiBP	4,1-13,0 (8,1)			
	DnBP	5,6-17,0 (14,0)			
	BBP	9,8-20,0 (11,0)			
	DEHP	31,0-74,0 (35,0)			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Alface	DEP	24,3 ± 0,2	ng/g desvio padrão (n=3)	GC-MS	(CACHO <i>et al.</i> , 2012)
	DBP	13,8 ± 0,7			
	DEHP	ND			
Saco de alface	DEP	16,5 ± 3,0	µg/g desvio padrão (n=3)		
	DBP	0,35 ± 0,01			
	DEHP	ND			
Salada de milho	DEP	24±1	ng/g desvio padrão (n=3)		
	DBP	ND			
	DEHP	ND			
Saco de salada de milho	DEP	7,9±0,4	µg/g desvio padrão (n=3)		
	DBP	ND			
	DEHP	ND			
Rúcula	DEP	51±3	ng/g desvio padrão (n=3)		
	DBP	ND			
	DEHP	ND			
Saco de rúcula	DEP	2,9±0,1	µg/g desvio padrão (n=3)		
	DBP	ND			
	DEHP	ND			
Salsinha	DEP	8,0±0,2	ng/g desvio padrão (n=3)		
	DBP	ND			
	DEHP	22±1			

**Tabela 9 parte 1 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>		<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>
Saco de salsa	DEP	2,7±0,2	µg/g desvio padrão (n=3)	GC-MS	(CACHO <i>et al.</i> , 2012)
	DBP	ND			
	DEHP	2,2±0,2			
Acelga	DEP	ND	ng/g desvio padrão (n=3)		
	DBP	ND			
	DEHP	27±1			
Saco de acelga	DEP	ND	µg/g desvio padrão (n=3)		
	DBP	ND			
	DEHP	1,2±0,1			
Alimentos enlatados de alcachofras	DEP	ND	ng/g desvio padrão (n=3)		
	DBP	ND			
	DEHP	1,5±0,3			
Líquido de enchimento de alcachofras enlatados	DEP	ND	ng/mL desvio padrão (n=3)		
	DBP	ND			
	DEHP	0,71±0,04			
Comida enlatada de cogumelos	DEP	1,6±0,1	ng/g desvio padrão (n=3)		
	DBP	ND			
	DEHP	ND			
Líquido de recheio de cogumelos enlatados	DEP	0,28±0,01	ng/mL desvio padrão (n=3)		
	DBP	ND			
	DEHP	ND			
Batata (cultivar 1) Crua (2)	DMP	<0,05	µg/kg média	GC-EI-MS	(FIERENS; VANEREMEN; <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	ND			
	DiBP	ND			
	DnBP	ND			
	BBP	<0,20			
	DEHP	13,78			
	DCHP	ND			
	DnOP	<0,15			
Batata (cultivar 1) Cozida (2)	DMP	ND			
	DEP	ND			
	DiBP	ND			
	DnBP	<2,30			
	BBP	ND			
	DEHP	ND			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Batata (cultivar 1) Cozida no vapor (2)	DMP	ND			
	DEP	ND			
	DiBP	1,63			
	DnBP	ND			
	BBP	<0,20			
	DEHP	<7,25			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Batata (cultivar 1) frita em frigideira com margarina (2)	DMP	<1,00			
	DEP	<1,00			
	DiBP	5,69			
	DnBP	4,21			
	BBP	1,49			
	DEHP	49,81			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			

**Tabela 9 parte 2 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>	<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>
Batata (cultivar 2) Crua (2)	DMP	ND	µg/kg média	GC-EI-MS  (FIERENS; VANERMEN; <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	<0,15		
	DiBP	<1,00		
	DnBP	ND		
	BBP	0,37		
	DEHP	69,57		
	DCHP	<0,10		
	DnOP	ND		
Batata (cultivar 2) Pré-frita (2)	DMP	ND		
	DEP	ND		
	DiBP	0,53		
	DnBP	ND		
	BBP	ND		
	DEHP	44,35		
	DCHP	ND		
	DnOP	ND		
Batata (cultivar 2) Frita (2)	DMP	ND		
	DEP	ND		
	DiBP	0,83		
	DnBP	ND		
	BBP	ND		
	DEHP	<15,00		
	DCHP	ND		
	DnOP	ND		
Cenoura Crua (2)	DMP	ND		
	DEP	0,38		
	DiBP	1,06		
	DnBP	ND		
	BBP	0,42		
	DEHP	13,50		
	DCHP	0,19		
	DnOP	ND		
Cenoura Cozida (2)	DMP	<0,05		
	DEP	0,21		
	DiBP	1,72		
	DnBP	ND		
	BBP	0,35		
	DEHP	25,66		
	DCHP	0,12		
	DnOP	ND		
Cenoura no vapor (2)	DMP	ND		
	DEP	ND		
	DiBP	<1,00		
	DnBP	ND		
	BBP	0,49		
	DEHP	15,58		
	DCHP	0,11		
	DnOP	ND		

**Tabela 9 parte 3 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>	<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>	
Couve-flor crua (2)	DMP	2,37	µg/kg média	GC-EI-MS	(FIERENS; VANERMEN; <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	0,40			
	DiBP	1,97			
	DnBP	ND			
	BBP	0,42			
	DEHP	47,39			
	DCHP	<0,10			
	DnOP	0,46			
Couve-flor cozida (2)	DMP	0,09			
	DEP	<0,15			
	DiBP	1,11			
	DnBP	ND			
	BBP	0,27			
	DEHP	<7,25			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Couve-flor no vapor (2)	DMP	0,13			
	DEP	0,46			
	DiBP	1,75			
	DnBP	ND			
	BBP	<0,20			
	DEHP	18,90			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Cebola Crua (2)	DMP	ND			
	DEP	0,44			
	DiBP	<1,00			
	DnBP	ND			
	BBP	0,28			
	DEHP	56,71			
	DCHP	ND			
	DnOP	ND			
Cebola frita em frigideira com margarina (2)	DMP	ND			
	DEP	0,33			
	DiBP	1,26			
	DnBP	ND			
	BBP	0,38			
	DEHP	35,39			
	DCHP	ND			
	DnOP	<0,15			
Páprica Crua (2)	DMP	ND			
	DEP	0,39			
	DiBP	4,82			
	DnBP	3,39			
	BBP	0,88			
	DEHP	71,77			
	DCHP	0,22			
	DnOP	0,17			

**Tabela 9 parte 4 (continuação)**

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Páprica frita em frigideira com margarina (2)	DMP	ND	µg/kg média	GC-EI-MS	(FIERENS; VANERMEN; <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	<0,50			
	DiBP	2,63			
	DnBP	2,63			
	BBP	0,66			
	DEHP	22,06			
	DCHP	ND			
Frutas e legumes (47)	DMP	ND-13(ND)	µg/kg de peso fresco min-max (mediana)	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	ND-889(ND)			
	DiBP	ND-480(1,1)			
	DnBP	ND-38(1,4)			
	BBP	ND-58(0,3)			
	DEHP	ND-1413(16)			
	DCHP	ND-1,4(ND)			
Frutas (17)	DMP	ND-0,8(ND)			
	DEP	ND-26(1,8)			
	DiBP	ND-480(ND)			
	DnBP	ND-18 (ND)			
	BBP	ND-58(0,5)			
	DEHP	ND-361(16)			
	DCHP	ND-0,5(ND)			
Legumes (24)	DMP	ND-5,3(ND)			
	DEP	ND-2,8(ND)			
	DiBP	ND-4,8(1,0)			
	DnBP	ND-5,6(1,5)			
	BBP	ND-9,0(ND)			
	DEHP	ND-1413(ND)			
	DCHP	ND-0,4(ND)			
Nozes (6)	DMP	ND-13(ND)			
	DEP	ND-889(ND)			
	DiBP	4,1-139(11)			
	DnBP	5,6-38(13)			
	BBP	1,0-36(10)			
	DEHP	31-696 (61)			
	DCHP	ND-1,4(ND)			
Superfície da maçã (casca)	DMP	ND			
	DiBP	480			
	DnBP	18			
	BBP	58			
Miolo da maçã (carne)	DMP	ND			
	DiBP	ND			
	DnBP	ND			
	BBP	ND			
Feijão, barbante, fresco mais enlatado (1:1)	DEHP	2,6	ng/g (média)	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DBP	<6,13			
	BBzP	<2,44			
Repolho, cozido mais cru (2:1)	DEHP	<91,1			
	DBP	<22,2			
	BBzP	<1,65			
	DEHP	202			



**Tabela 9 parte 5 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>		<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>
Cenouras, cozidas e cruas (2:1)	DBP	<16,1	ng/g (média)	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	BBzP	<1,49			
	DEHP	154			
Couve-flor, cozida e crua (2:1)	DBP	<16,1			
	BBzP	<1,49			
	DEHP	305			
Aipo, cozido mais cru (2:1)	DBP	<29,7			
	BBzP	<3,16			
	DEHP	72,5			
Milho, congelado e enlatado (1:2)	DBP	<16,1			
	BBzP	<1,49			
	DEHP	287			
Pepinos, pickles de endro cru e engarrafado (1:1)	DBP	<16,1			
	BBzP	<1,49			
	DEHP	675			
Alface, crua	DBP	<16,1			
	BBzP	<1,49			
	DEHP	657			
Cogumelos, cozidos e crus (1:1)	DBP	<16,1			
	BBzP	<1,49			
	DEHP	676			
Cebolas, cruas	DBP	<16,1			
	BBzP	<1,49			
	DEHP	525			
Ervilhas congeladas enlatadas(1:1)	DBP	<16,1			
	BBzP	<1,49			
	DEHP	713			
Pimentas, cruas	DBP	<16,1			
	BBzP	<1,49			
	DEHP	502			
Batatas descascadas e cozidas	DBP	<13,6			
	BBzP	<0,58			
	DEHP	119			
Batatas fritas	DBP	<13,6			
	BBzP	<0,58			
	DEHP	86,7			
Rutabagas, cozida	DBP	<29,7			
	BBzP	<3,16			
	DEHP	62,3			
Suco de vegetais, enlatado	DBP	14,6			
	BBzP	<0,58			
	DEHP	231			
Tomates, cozidos e crus (2:1)	DBP	16,9			
	BBzP	<0,58			
	DEHP	151			
Tomate e molho de tomate, enlatados	DBP	<13,6			
	BBzP	8,48			
	DEHP	125			
Espinafre, cozido mais cru (1:1)	DBP	<13,6			
	BBzP	4,79			
	DEHP	103			
Aspargos, cozidos	DBP	<13,6			
	BBzP	6,99			
	DEHP	149			

**Tabela 9 parte 6 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>		<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>
Couve de Bruxelas, cozidas	DBP	<13,6	ng/g (média)	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	BBzP	6,63			
	DEHP	135			
Batatas assadas com casca	DBP	<13,6			
	BBzP	<0,58			
	DEHP	135			
Compota de maçã, enlatada	DBP	<9,84			
	DiBP	<6,22			
	DEHP	<14,0			
Maçãs	DBP	<3,02			
	DiBP	<14,1			
	DEHP	600			
Banana	DBP	<3,02			
	DiBP	<14,1			
	DEHP	383			
Amoras	DBP	<3,02			
	DiBP	<14,1			
	DEHP	207			
Cerejas em conserva	DBP	<3,02			
	DiBP	<14,1			
	DEHP	324			
Citrino	DBP	<3,02			
	DiBP	<14,1			
	DEHP	173			
Uvas	DBP	<3,02			
	DiBP	<14,1			
	DEHP	166			
Melões	DBP	<3,02			
	DiBP	<14,1			
	DEHP	139			
Pêssegos, frescos mais enlatados (1:1)	DBP	<3,02			
	DiBP	<14,1			
	DEHP	240			
Peras	DBP	<3,02			
	DiBP	<14,1			
	DEHP	145			
Abacaxi, enlatado	DBP	<2,22			
	DiBP	<5,02			
	DEHP	<48,4			
Passas de uva	DBP	<2,22			
	DiBP	8,81			
	DEHP	<48,4			
morango	DBP	<2,22			
	DiBP	<5,02			
	DEHP	<48,4			
kiwi	DBP	8,25			
	DiBP	<5,02			
	DEHP	<48,4			

GC-EI-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa de Impacto Eletrônico

GC-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa

ND: não detectado

### 5.2.10. Diversos

Este grupo compreende alimentos como refeições prontas, sopas, chocolate, mel, sobremesas e manteiga de amendoim. É possível verificar na Tabela 10 que os ftalatos detectados nesta categoria foram DMP, DEP, DiBP, DnBP, BBP, DEHP, DCHP, DnOP, DBP, BBzP. Fierens, Servaes, *et al.* (2012) e Van Holderbeke *et al.* (2014) encontraram 0,718 mg/kg de DEHP em refeições prontas. Notardonato *et al.* (2020) detectaram 0,84 mg/kg de DEHP em uma amostra de mel comercial, que foi o maior nível de ftalato neste grupo e o ftalato mais predominante, encontrado acima do limite de detecção em vinte e cinco amostras entre diferentes estudos.

Dois tipos de mel caseiro e quatro comerciais (Tabela A.2) foram analisados e estavam dentro do Limite Específico de Migração de acordo com o Regulamento (UE) N° 10/2011. Uma das amostras de mel caseiras era de um favo de mel de plástico. Devido ao contato deste mel com um material plástico durante sua produção, esperava-se um perfil de PAEs maior do que o mel caseiro convencional. No entanto, ambas as amostras apresentaram o mesmo perfil de ftalatos. Este tipo de ensaio é recomendável porque é possível comparar e inferir se os materiais em contato com os alimentos são ou não a fonte de contaminação. Um teste de estresse térmico posterior foi aplicado em amostras comerciais armazenadas em recipientes plásticos e observou-se aumento do DEHP em três das quatro amostras de mel devido à influência positiva da temperatura no processo de migração (NOTARDONATO *et al.*, 2020) Notavelmente, parece haver uma oportunidade de pesquisa para investigar ftalatos no mel, uma vez que apenas dois estudos abordaram essa matriz (CAO; ZHAO; DABEKA, 2015; NOTARDONATO *et al.*, 2020) e com o fato de ser comum sua comercialização em embalagens plásticas e a expansão do cultivo em favo de mel de plástico.

Tabela 10: Concentração de ftalatos no grupo Diversos e técnica analítica.

Matriz	Ftalato	Concentração		Técnica analítica	Referência
Diversos (22) Refeições prontas (22)	DMP	ND-4,7 (ND)	µg /kg min-max (mediana)	GC-EI-MS	(FIERENS <i>et al.</i> , 2012)
	DEP	ND-2,5 (ND)			
	DiBP	ND-344,0 (3,3)			
	DnBP	ND-28,0 (3,4)			
	BBP	ND-5,9 (0,8)			
	DEHP	ND-718,0 (15,6)			
	DnOP	ND-2,6 (ND)			
Diversos (56)	DMP	ND-7,6(0,2)	µg/kg de peso fresco min-max (mediana)	GC-EI-MS	(VAN HOLDERBEKE <i>et al.</i> , 2014)
	DEP	ND-143(ND)			
	DiBP	ND-344(2,7)			
	DnBP	ND-55(3,2)			
	BBP	ND-5,9(0,7)			
	DEHP	ND-718(21)			
	DnOP	ND-15(ND)			
Pratos prontos crus/frios (39)	DMP	ND-4,7 (0,1)			
	DEP	ND-109 (ND)			
	DiBP	ND-344 (2,9)			
	DnBP	ND-55 (4,0)			
	BBP	ND-5,9 (0,7)			
	DEHP	ND-718 (22)			
	DnOP	ND-7,0 (ND)			
Refeições prontas para consumo (17)	DMP	ND-7,6 (0,3)			
	DEP	ND-143 (0,8)			
	DiBP	0,7-20 (2,2)			
	DnBP	ND-33 (2,7)			
	BBP	ND-5,6 (0,8)			
	DEHP	ND-116 (19)			
	DnOP	ND-15 (ND)			
Sopas, carne, enlatados	DiBP	<4,54	ng/g (média)	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DBP	<6,65			
	BBzP	<5,82			
	DEHP	50,2			
Sopas, natas, enlatadas	DiBP	<6,22			
	DBP	6,42			
	BBzP	4,55			
	DEHP	60,9			
Sopas, caldos, enlatados	DiBP	<6,22			
	DBP	<5,65			
	BBzP	<3,59			
	DEHP	43,9			
Sopas, desidratadas	DiBP	<6,22			
	DBP	12,4			
	BBzP	<3,59			
	DEHP	96,1			
Barras de chocolate	DiBP	<15,2			
	DBP	<14,0			
	BBzP	5,04			
	DEHP	135			

**Tabela 10 parte 1 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Ftalato</b>	<b>Concentração</b>		<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>
Sobremesa de gelatina	DiBP	<16,5	ng/g (média)	GC-MS	(CAO <i>et al.</i> , 2015)
	DBP	<68,2			
	BBzP	<3,49			
	DEHP	46,2			
Mel, engarrafado	DiBP	<16,5			
	DBP	<68,2			
	BBzP	<3,49			
	DEHP	135			
Geléias	DiBP	<16,5			
	DBP	<68,2			
	BBzP	<3,49			
	DEHP	102			
Manteiga de amendoim	DiBP	<16,5			
	DBP	<68,2			
	BBzP	<3,49			
	DEHP	52,1			
Pudins	DiBP	<15,2			
	DBP	<14,0			
	BBzP	3,60			
	DEHP	<56,1			
Xarope	DiBP	<16,5			
	DBP	<68,2			
	BBzP	<3,49			
	DEHP	20,3			
Sementes, descascadas	DiBP	<15,2			
	DBP	<14,0			
	BBzP	9,36			
	DEHP	78,2			
Nozes	DiBP	<15,2			
	DBP	<14,0			
	BBzP	4,30			
	DEHP	133			
Goma de mascar	DiBP	<16,5			
	DBP	<68,2			
	BBzP	82,7			
	DEHP	107			
Pipoca de microondas	DiBP	39,8			
	DBP	208			
	BBzP	34,7			
	DEHP	284			
Entradas congeladas	DiBP	<4,54			
	DBP	<6,65			
	BBzP	<5,82			
	DEHP	<19,4			
Fermento em pó	DiBP	<16,5			
	DBP	<68,2			
	BBzP	<3,49			
	DEHP	67,5			
Fermento	DiBP	<16,5			
	DBP	<68,2			
	BBzP	<3,49			
	DEHP	73,0			

GC-EI-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa de Impacto Eletrônico

GC-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa ND: Não detectado

### 5.2.11. DEHP, o ftalato mais abundante, plastificantes naturais e ingestão de ftalatos

Em ordem decrescente, conforme a Figura 6, os maiores valores de DEHP, o ftalato encontrado em maior frequência em todos os alimentos, foram de: 15 mg/kg em leite e produtos lácteos; 10,1 mg/kg em óleos e gorduras; 5,9 mg/kg em peixes e produtos de pescado; 5,2 mg/kg em cereais e produtos à base de cereais; 2,2 mg/kg em condimentos e molhos; 1,8 mg/kg em carnes e produtos cárneos; 1,4 mg/kg em frutas e vegetais; 0,93 mg/kg em snacks e guloseimas; 0,84 mg/kg em produtos diversos (mel); 0,14 mg/kg em alimentos para bebês e fórmulas infantis. Cabe ressaltar que, em condimentos e molhos, o DMP, ftalato de uso proibido em embalagens para alimentos, apresentou concentração de 4,2 mg/kg.

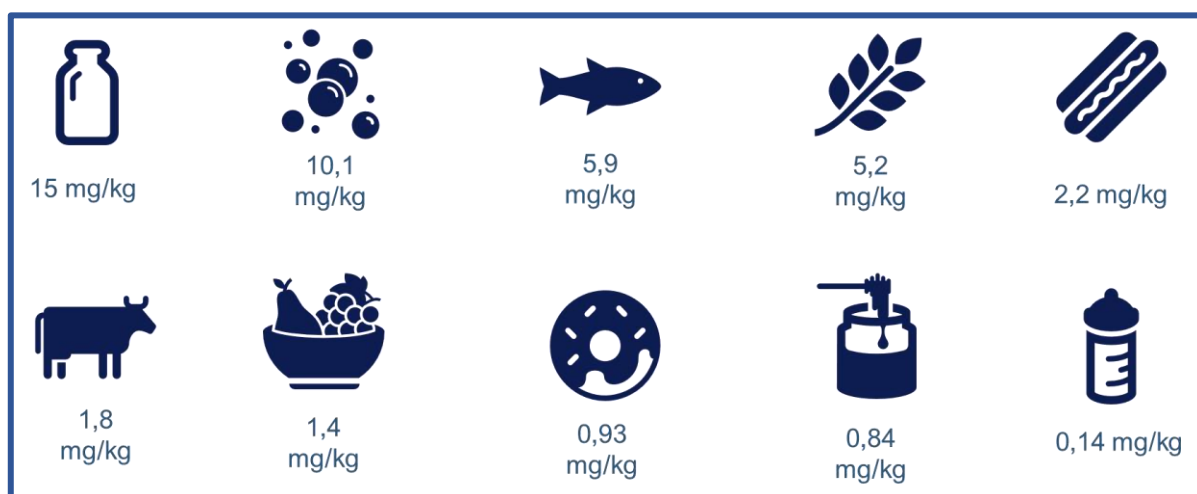


Figura 6: Concentração de DEHP em ordem decrescente nos diferentes grupos de alimentos.

Fonte: Elaboração própria.

Como alternativa em MCAs, diversos plastificantes naturais “verdes” são potencialmente capazes de substituir os ftalatos no processamento dos polímeros, entre os quais se pode citar oligômeros de ácido láctico, plastificantes à base de óleo de palma (Palm1), poliésteres saturados de base biológica, tributil citrato (TBC), propargil éter tributil citrato (PrTBC), ácido oleico e poli(dimetilsiloxano) diglicidil éter terminado (ALCH), entre outros (ANG, KHONG, *et al.*, 2016; PEREIRA, FONSECA, *et al.*, 2020; NAJAFI, ABDOLLAHI, 2020).

Vale ainda ressaltar que o presente estudo não efetuou a análise de risco de ingestão de ftalatos através dos diferentes alimentos utilizando os valores de ingestão diária tolerável pré-estabelecidos em legislação (EFSA, 2019) para alguns

dos principais ftalatos. Para tal avaliação, é necessário se obter dados de consumo dos alimentos, bem como peso corpóreo da população, entre outros. No entanto, esta análise é extremamente importante e relevante para informação do risco estimado de ingestão de ftalatos pelos alimentos, sendo altamente recomendada em trabalhos futuros.

## 6. Conclusão

Na presente busca sistemática, foram coletados dados sobre a ocorrência de DMP, DEP, DiBP, DnBP, BBP, DEHP, DCHP, DnOP, BBzP, DBP, DPP, DOP, DIDP, DINP, DAP, DPrP, DMEP, DEEP, DPHP em amostras de alimentos de 22 diferentes estudos e os fatores que influenciam os processos de migração destes contaminantes para as matrizes alimentares. A migração de ftalatos - PAEs de materiais plásticos para alimentos pode ocorrer durante o processamento de alimentos por meio do contato com tubos e esteiras transportadoras ou outros equipamentos e maquinários, sendo acentuada em meio ácido e variando em outras faixas de pH. Além disso, a migração de PAEs aumenta com o tempo de contato e temperatura e em baixas concentrações de NaCl, mas diminui em altas concentrações e é maior em alimentos gordurosos.

Em relação ao perfil de ftalatos nos diferentes grupos de alimentos, os dados revelaram 14 ftalatos não autorizados em muitas amostras. Gorduras e óleos são o grupo mais crítico com concentrações 21 vezes acima do limite de migração específico - LME. Porém, a maior concentração de ftalato encontrada foi de 16,5 mg/kg de DEP em um saco de alface. Como esperado, o DEHP foi o ftalato com maior incidência. Vários estudos não avaliaram se a contaminação era proveniente da embalagem ou de outras fontes, pois não relataram PAEs nos materiais em contato com as amostras antes e após o armazenamento, exceto Fierens *et al.* (2013), que teve um desenho experimental que preencheu estas outras lacunas.

Por meio do presente estudo foi possível responder às duas questões-alvo referentes aos fatores que influenciam a migração dos ftalatos dos MCAs para os alimentos, bem como fornecer um detalhamento sobre a ocorrência de ftalatos em matrizes alimentares.



## 7. Referências

ADIR, M.; COMBELLES, C. M. H.; MANSUR, A.; OPHIR, L.; HOURVITZ, A.; ORVIETO, R.; DOR, J.; MACHTINGER, R. Dibutyl phthalate impairs steroidogenesis and a subset of LH-dependent genes in cultured human mural granulosa cell in vitro. **Reproductive Toxicology**, v. 69, p. 13–18, 2017. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2016.12.007>.

ALP, A. C.; YERLIKAYA, P. Phthalate ester migration into food: effect of packaging material and time. **European Food Research and Technology**, v. 246, n. 3, p. 425–435, 29 mar. 2020. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03412-y>.

ANG, D. T.-C.; KHONG, Y. K.; GAN, S. N. Palm oil-based compound as environmentally friendly plasticizer for poly(vinyl chloride). **Journal of Vinyl and Additive Technology**, v. 22, n. 1, p. 80–87, mar. 2016. <https://doi.org/10.1002/vnl.21434>.

ANVISA. Resolução de Diretoria Colegiada nº 91, de 11 de maio de 2001. Brasil, Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/rdc0091\\_11\\_05\\_2001.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/rdc0091_11_05_2001.html). Acesso em: 15 mar. 2022. ANVISA. Resolução de Diretoria Colegiada nº 105, de 19 de maio de 1999. Brasil, Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/1999/anexo/anexo\\_0105\\_19\\_05\\_1999.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/1999/anexo/anexo_0105_19_05_1999.pdf). Acesso em: 15 mar. 2022.

BAI, P. Y.; WITTERT, G.; TAYLOR, A. W.; MARTIN, S. A.; MILNE, R. W.; JENKINS, A. J.; JANUSZEWSKI, A. S.; SHI, Z. The association between total phthalate concentration and non-communicable diseases and chronic inflammation in South Australian urban dwelling men. **Environmental Research**, v. 158, p. 366–372, 2017. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.06.021>.

BOGDANOVIĆ, D. S.; ANDELKOVIĆ, D. H.; KOSTIĆ, I. S.; KOCIĆ, G. M.; ANDELKOVIĆ, T. D. The effects of temperature and ultrasound on the migration of di-(2-ethylhexyl) phthalate from plastic packaging into dairy products. **Bulgarian Chemical Communications**, v. 51, n. 2, p. 242–248, 2019. <https://doi.org/10.34049/bcc.51.2.5027>.

BRADLEY, E. L.; BURDEN, R. A.; LEON, I.; MORTIMER, D. N.; SPECK, D. R.;

CASTLE, L. Determination of phthalate diesters in foods. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 30, n. 4, p. 722–734, abr. 2013. <https://doi.org/10.1080/19440049.2013.781683>.

CACHO, J. I.; CAMPILLO, N.; VIÑAS, P.; HERNÁNDEZ-CÓRDOBA, M. Determination of alkylphenols and phthalate esters in vegetables and migration studies from their packages by means of stir bar sorptive extraction coupled to gas chromatography–mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, v. 1241, p. 21–27, 2012. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chroma.2012.04.018>.

CAI, Q.-Y.; XIAO, P.-Y.; CHEN, T.; LÜ, H.; ZHAO, H.-M.; ZENG, Q.-Y.; LI, Y.-W.; LI, H.; XIANG, L.; MO, C.-H. Genotypic variation in the uptake, accumulation, and translocation of di-(2-ethylhexyl) phthalate by twenty cultivars of rice (*Oryza sativa* L.). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Netherlands, v. 116, p. 50–58, jun. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.02.038>.

CAO, X.-L.; ZHAO, W.; CHURCHILL, R.; HILTS, C. Occurrence of di-(2-ethylhexyl) adipate and phthalate plasticizers in samples of meat, fish, and cheese and their packaging films. **Journal of Food Protection**, United States, v. 77, n. 4, p. 610–620, abr. 2014. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-13-380>.

CAO, X.-L.; ZHAO, W.; DABEKA, R. Di-(2-ethylhexyl) adipate and 20 phthalates in composite food samples from the 2013 Canadian Total Diet Study. **Food Additives & Contaminants: Part A**, England, v. 32, n. 11, p. 1893–1901, 2 nov. 2015. <https://doi.org/10.1080/19440049.2015.1079742>.

CARLOS, K. S.; DE JAGER, L. S.; BEGLEY, T. H. Investigation of the primary plasticisers present in polyvinyl chloride (PVC) products currently authorised as food contact materials. **FOOD ADDITIVES AND CONTAMINANTS PART A-CHEMISTRY ANALYSIS CONTROL EXPOSURE & RISK ASSESSMENT**, England, v. 35, n. 6, p. 1214–1222, jun. 2018. <https://doi.org/10.1080/19440049.2018.1447695>.

CHANG, W.-H.; TSAI, Y.-S.; WANG, J.-Y.; CHEN, H.-L.; YANG, W.-H.; LEE, C.-C. Sex hormones and oxidative stress mediated phthalate-induced effects in prostatic enlargement. **Environment International**, v. 126, p. 184–192, 2019. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.02.006>.

CIRILLO, T.; FASANO, E.; ESPOSITO, F.; DE PRETE, E. I.; COCCHIERI, R. A.; DEL PRETE, E.; COCCHIERI, R. A. Study on the influence of temperature, storage time and packaging type on di-n-butylphthalate and di(2-ethylhexyl)phthalate release into packed meals. **Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment**, England, v. 30, n. 2, p. 403–411, 2013. <https://doi.org/10.1080/19440049.2012.745198>.

DUAN, C.; FANG, Y.; SUN, J.; LI, Z.; WANG, Q.; BAI, J.; PENG, H.; LIANG, J.; GAO, Z. Effects of fast food packaging plasticizers and their metabolites on steroid hormone synthesis in H295R cells. **Science of The Total Environment**, v. 726, p. 138500, 2020. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138500>.

DUAN, Y.; SUN, H.; HAN, L.; CHEN, L. Association between phthalate exposure and glycosylated hemoglobin, fasting glucose, and type 2 diabetes mellitus: A case-control study in China. **Science of The Total Environment**, v. 670, p. 41–49, 2019. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.192>.

DUGO, G. mo; FOTIA, V.; LO TURCO, V.; MAISANO, R.; POTORTÌ, A. G.; SALVO, A.; DI BELLA, G. Phthalate, adipate and sebacate residues by HRGC-MS in olive oils from Sicily and Molise (Italy). **Food Control**, v. 22, n. 6, p. 982–988, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.12.006>.

ENGLAND-MASON, G.; GROHS, M. N.; REYNOLDS, J. E.; MACDONALD, A.; KINNIBURGH, D.; LIU, J.; MARTIN, J. W.; LEBEL, C.; DEWEY, D. White matter microstructure mediates the association between prenatal exposure to phthalates and behavior problems in preschool children. **Environmental Research**, v. 182, p. 109093, 2020. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.109093>.

FAN, J.; WU, L.; WANG, X.; HUANG, X.; JIN, Q.; WANG, S. Determination of the migration of 20 phthalate esters in fatty food packaged with different materials by solid-phase extraction and UHPLC–MS/MS. **Analytical Methods**, v. 4, n. 12, p. 4168, 2012. <https://doi.org/10.1039/c2ay25916h>.

FANG, H.; WANG, J.; LYNCH, R. A. Migration of di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) and di-n-butylphthalate (DBP) from polypropylene food containers. **Food Control**, v. 73, n. B, p. 1298–1302, mar. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.10.050>.

FIERENS, T.; HOLDERBEKE], M. [Van; WILLEMS, H.; HENAUW], S. [De; SIOEN, I. Transfer of eight phthalates through the milk chain — A case study. **Environment International**, v. 51, p. 1–7, 2013. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2012.10.002>.

FIERENS, T.; SERVAES, K.; VAN HOLDERBEKE, M.; GEERTS, L.; DE HENAUW, S.; SIOEN, I.; VANERMEN, G. Analysis of phthalates in food products and packaging materials sold on the Belgian market. **Food and Chemical Toxicology**, England, v. 50, n. 7, p. 2575–2583, jul. 2012a. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.04.029>.

FIERENS, T.; VANERMEN, G.; HOLDERBEKE], M. [Van; HENAUW], S. [De; SIOEN, I. Effect of cooking at home on the levels of eight phthalates in foods. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, n. 12, p. 4428–4435, 2012b. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.09.004>.

HE, M.; YANG, C.; GENG, R.; ZHAO, X.; HONG, L.; PIAO, X.; CHEN, T.; QUINTO, M.; LI, D. Monitoring of phthalates in foodstuffs using gas purge microsyringe extraction coupled with GC–MS. **Analytica Chimica Acta**, v. 879, p. 63–68, jun. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2015.02.066>.

HU, D.; WANG, Y.-X.; CHEN, W.-J.; ZHANG, Y.; LI, H.-H.; XIONG, L.; ZHU, H.-P.; CHEN, H.-Y.; PENG, S.-X.; WAN, Z.-H.; ZHANG, Y.; DU, Y.-K. Associations of phthalates exposure with attention deficits hyperactivity disorder: A case-control study among Chinese children. **Environmental Pollution**, v. 229, p. 375–385, 2017. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.05.089>.

HUANG, H.-B.; PAN, W.-H.; CHANG, J.-W.; CHIANG, H.-C.; GUO, Y. L.; JAAKKOLA, J. J. K.; HUANG, P.-C. Does exposure to phthalates influence thyroid function and growth hormone homeostasis? The Taiwan Environmental Survey for Toxicants (TEST) 2013. **Environmental Research**, v. 153, p. 63–72, 2017. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.11.014>.

HUANG, P.-C.; WAITS, A.; CHEN, H.-C.; CHANG, W.-T.; JAAKKOLA, J. J. K.; HUANG, H.-B. Mediating role of oxidative/nitrosative stress biomarkers in the associations between phthalate exposure and thyroid function in Taiwanese adults. **Environment International**, v. 140, p. 105751, 2020.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105751>.

KIM, K.-N.; LEE, M.-R.; CHOI, Y.-H.; LEE, B.-E.; HONG, Y.-C. Association between phthalate exposure and lower lung function in an urban elderly population: A repeated-measures longitudinal study. **Environment International**, v. 113, p. 177–183, 2018. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.02.004>.

KORKMAZ, S. D.; KÜPLÜLÜ, Ö. Determination of phthalates in some milk products by liquid chromatography/tandem mass spectrometry. **Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, v. 66, n. 3, p. 231–236, 1 jul. 2019. <https://doi.org/10.33988/auvfd.436873>.

KU, H.-Y.; TSAI, T.-L.; WANG, P.-L.; SU, P.-H.; SUN, C.-W.; WANG, C.-J.; WANG, S.-L. Prenatal and childhood phthalate exposure and attention deficit hyperactivity disorder traits in child temperament: A 12-year follow-up birth cohort study. **Science of The Total Environment**, v. 699, p. 134053, 2020. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134053>.

LEECHART, P.; INTHORN, D.; THIRAVETYAN, P. Effect of NaCl on antimony and phthalate compounds leached from PET bottles. **WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY-WATER SUPPLY**, v. 15, n. 4, p. 766–772, 2015. <https://doi.org/10.2166/ws.2015.030>.

LI, A. J.; MARTINEZ-MORAL, M.-P.; AL-MALKI, A. L.; AL-GHAMDI, M. A.; AL-BAZI, M. M.; KUMOSANI, T. A.; KANNAN, K. Mediation analysis for the relationship between urinary phthalate metabolites and type 2 diabetes via oxidative stress in a population in Jeddah, Saudi Arabia. **Environment International**, v. 126, p. 153–161, 2019. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.01.082>.

LI, C.; SONG, P.; LEI, F.; LU, S.; XU, D.; ZHENG, G.; YANG, X.; WU, Y.; MA, P. The synergistic or adjuvant effect of DINP combined with OVA as a possible mechanism to promote an immune response. **Food and Chemical Toxicology**, v. 140, p. 111275, 2020. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111275>.

LI, N.; PAPANDONATOS, G. D.; CALAFAT, A. M.; YOLTON, K.; LANPHEAR, B. P.; CHEN, A.; BRAUN, J. M. Identifying periods of susceptibility to the impact of phthalates on children's cognitive abilities. **Environmental Research**, v. 172, p. 604–614, 2019. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.03.009>.

LIAO, K.-W. K.-W.; KUO, P.-L. P.-L.; HUANG, H.-B. H.-B.; CHANG, J.-W. J.-W.; CHIANG, H.-C. H.-C.; HUANG, P.-C. Increased risk of phthalates exposure for recurrent pregnancy loss in reproductive-aged women. **Environmental Pollution**, England, v. 241, p. 969–977, out. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.06.022>.

LIND, P. M.; LIND, L. Circulating levels of bisphenol A and phthalates are related to carotid atherosclerosis in the elderly. **Atherosclerosis**, v. 218, n. 1, p. 207–213, 2011. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2011.05.001>.

MOREIRA, M. A.; ANDRÉ, L. C.; DE LOURDES CARDEAL, Z. Analysis of plasticiser migration to meat roasted in plastic bags by SPME–GC/MS. **Food Chemistry**, v. 178, p. 195–200, 2015. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.078>.

NAJAFI, V.; ABDOLLAHI, H. Internally plasticized PVC by four different green plasticizer compounds. **European Polymer Journal**, v. 128, p. 109620, 2020. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2020.109620>.

NANNI, N.; FISELIER, K.; GROB, K.; DI PASQUALE, M.; FABRIZI, L.; AURELI, P.; CONI, E. Contamination of vegetable oils marketed in Italy by phthalic acid esters. **Food Control**, v. 22, n. 2, p. 209–214, fev. 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.05.022>.

NASSAN, F. L.; COULL, B. A.; SKAKKEBAEK, N. E.; WILLIAMS, M. A.; DADD, R.; MÍNGUEZ-ALARCÓN, L.; KRAWETZ, S. A.; HAIT, E. J.; KORZENIK, J. R.; MOSS, A. C.; FORD, J. B.; HAUSER, R. A crossover–crossback prospective study of dibutyl-phthalate exposure from mesalamine medications and semen quality in men with inflammatory bowel disease. **Environment International**, v. 95, p. 120–130, out. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.08.006>.

NOTARDONATO, I.; PASSARELLA, S.; IANIRI, G.; DI FIORE, C.; RUSSO, M. V.; AVINO, P. Analytical Scheme for Simultaneous Determination of Phthalates and Bisphenol A in Honey Samples Based on Dispersive Liquid–Liquid Microextraction Followed by GC-IT/MS. Effect of the Thermal Stress on PAE/BP-A Levels. **Methods and Protocols**, v. 3, n. 1, p. 23, 24 mar. 2020. <https://doi.org/10.3390/mps3010023>.

PEREIRA, J.; DO CÉU SELBOURNE, M.; POÇAS, F.; SELBOURNE, M. do C.;

POCAS, F. Determination of phthalates in olive oil from European market. **FOOD CONTROL**, v. 98, p. 54–60, 2019. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.11.003>.

PEREIRA, V. A.; FONSECA, A. C.; COSTA, C. S. M. F.; RAMALHO, A.; COELHO, J. F. J.; SERRA, A. C. End-capped biobased saturated polyesters as effective plasticizers for PVC. **Polymer Testing**, v. 85, p. 106406, 2020. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2020.106406>.

PONSONBY, A.-L.; SYMEONIDES, C.; SAFFERY, R.; MUELLER, J. F.; O'HELY, M.; SLY, P. D.; WARDROP, N.; PEZIC, A.; MANSELL, T.; COLLIER, F.; BURGNER, D.; THOMPSON, K.; VIJAYASARATHY, S.; SUGENG, E. J.; DWYER, T.; RANGANATHAN, S.; ANDERSON, P. J.; ANDERSON, V.; VUILLERMIN, P. Prenatal phthalate exposure, oxidative stress-related genetic vulnerability and early life neurodevelopment: a birth cohort study. **NeuroToxicology**, 2020. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neuro.2020.05.006>.

SHE, Y.; JIANG, L.; ZHENG, L.; ZUO, H.; CHEN, M.; SUN, X.; LI, Q.; GENG, C.; YANG, G.; JIANG, L.; LIU, X. The role of oxidative stress in DNA damage in pancreatic  $\beta$  cells induced by di-(2-ethylhexyl) phthalate. **Chemico-Biological Interactions**, v. 265, p. 8–15, 2017. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cbi.2017.01.015>.

SHI, W.; LIN, Z.; LIAO, C.; ZHANG, J.; LIU, W.; WANG, X.; CAI, J.; ZOU, Z.; WANG, H.; NORBACK, D.; KAN, H.; HUANG, C.; ZHAO, Z. Urinary phthalate metabolites in relation to childhood asthmatic and allergic symptoms in Shanghai. **Environment International**, v. 121, p. 276–286, 2018. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.043>.

SHOAF, J. R.; CALAFAT, A. M.; SCHANTZ, S. L.; KORRICK, S. A. Endocrine disrupting chemical exposure and maladaptive behavior during adolescence. **Environmental Research**, v. 172, p. 231–241, 2019. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.12.053>.

SILANO, V.; BARAT BAVIERA, J. M.; BOLOGNESI, C.; CHESSON, A.; COCCONCELLI, P. S.; CREBELLI, R.; GOTT, D. M.; GROB, K.; LAMPI, E.; MORTENSEN, A.; RIVIÈRE, G.; STEFFENSEN, I. L.; TLUSTOS, C.; VAN

LOVEREN, H.; VERNIS, L.; ZORN, H.; CRAVEDI, J. P.; FORTES, C.; TAVARES POÇAS, M. de F.; ... CASTLE, L. Update of the risk assessment of di-butylphthalate (DBP), butyl-benzyl-phthalate (BBP), bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP), di-isononylphthalate (DINP) and di-isodecylphthalate (DIDP) for use in food contact materials. **EFSA Journal**, v. 17, n. 12, 2019. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5838>.

SIRELI, U. T.; FILAZI, A.; YURDAKOK-DIKMEN, B.; IPLIKCIOGLU-CIL, G.; KUZUKIRAN, O.; ORHAN, C. E. Determination of Phthalate Residues in Different Types of Yogurt by Gas Chromatography-Mass Spectrometry and Estimation of Yogurt-Related Intake of Phthalates. **Food Analytical Methods**, v. 10, n. 9, p. 3052–3062, 24 set. 2017. <https://doi.org/10.1007/s12161-017-0854-x>.

SPECHT, I. O.; TOFT, G.; HOUGAARD, K. S.; LINDH, C. H.; LENTERS, V.; JÖNSSON, B. A. G.; HEEDERIK, D.; GIWERCMAN, A.; BONDE, J. P. E. Associations between serum phthalates and biomarkers of reproductive function in 589 adult men. **Environment International**, v. 66, p. 146–156, 2014. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.02.002>.

SU, T.-C.; HWANG, J.-J.; SUN, C.-W.; WANG, S.-L. Urinary phthalate metabolites, coronary heart disease, and atherothrombotic markers. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 173, p. 37–44, 2019. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.02.021>.

SUNGUR, S.; OKUR, R.; TURGUT, F. H.; USTUN, I.; GOKCE, C. Migrated phthalate levels into edible oils. **Food Additives and Contaminants: Part B Surveillance**, England, v. 8, n. 3, p. 190–194, 2015. <https://doi.org/10.1080/19393210.2015.1041065>.

VAN HOLDERBEKE, M.; GEERTS, L.; VANERMEN, G.; SERVAES, K.; SIOEN, I.; DE HENAUW, S.; FIERENS, T. Determination of contamination pathways of phthalates in food products sold on the Belgian market. **ENVIRONMENTAL RESEARCH**, Netherlands, v. 134, n. SI, p. 345–352, out. 2014. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.08.012>.

WANG, X.; SONG, M.; LIU, S.; WU, S.; THU, A. M. Analysis of phthalate plasticizer migration from PVDC packaging materials to food simulants using molecular



dynamics simulations and artificial neural network. **Food Chemistry**, v. 317, p. 126465, jul. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126465>.

WANG, Y.; WEN, Y.; XIAO, P.; SUN, J.; CHEN, M.; GU, C.; KONG, Y.; GU, A.; ZHANG, J.; WANG, Y. Di-n-butyl phthalate promotes lipid accumulation via the miR200c-5p-ABCA1 pathway in THP-1 macrophages. **Environmental Pollution**, v. 264, p. 114723, 2020. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114723>.

WU, X.; JIANG, L.; SUN, X.; YAO, X.; BAI, Y.; LIU, X.; LIU, N.; ZHAI, X.; WANG, S.; YANG, G. Mono(2-ethylhexyl) phthalate induces autophagy-dependent apoptosis through lysosomal-mitochondrial axis in human endothelial cells. **Food and Chemical Toxicology**, v. 106, p. 273–282, 2017. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.05.069>.

XIE, F.; CHEN, X.; WENG, S.; XIA, T.; SUN, X.; LUO, T.; LI, P. Effects of two environmental endocrine disruptors di-n-butyl phthalate (DBP) and mono-n-butyl phthalate (MBP) on human sperm functions in vitro. **Reproductive Toxicology**, v. 83, p. 1–7, 2019. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2018.10.011>.

XU, H.; WU, X.; LIANG, C.; SHEN, J.; TAO, S.; WEN, X.; LIU, W.; ZOU, L.; YANG, Y.; XIE, Y.; JIN, Z.; LI, T.; TAO, F. Association of urinary phthalates metabolites concentration with emotional symptoms in Chinese university students. **ENVIRONMENTAL POLLUTION**, v. 262, p. 114279, jul. 2020. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114279>.

YANG, J.; SONG, W.; WANG, X.; LI, Y.; SUN, J.; GONG, W.; SUN, C. Migration of phthalates from plastic packages to convenience foods and its cumulative health risk assessments. **Food Additives and Contaminants: Part B Surveillance**, England, v. 12, n. 3, p. 151–158, jul. 2019. <https://doi.org/10.1080/19393210.2019.1574909>.

ZHANG, Y.; WANG, S.; ZHAO, T.; YANG, L.; GUO, S.; SHI, Y.; ZHANG, X.; ZHOU, L.; YE, L. Mono-2-ethylhexyl phthalate (MEHP) promoted lipid accumulation via JAK2/STAT5 and aggravated oxidative stress in BRL-3A cells. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 184, p. 109611, 2019. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109611>.

ZHU, Q.; HOU, J.; YIN, W.; YE, F.; XU, T.; CHENG, J.; YU, Z.; WANG, L.; YUAN, J.

Associations of a mixture of urinary phthalate metabolites with blood lipid traits: A repeated-measures pilot study. **Environmental Pollution**, v. 257, p. 113509, 2020.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113509>.

## 8. Apêndice

Tabela A. 1: Concentração de ftalatos determinada em carne de frango e técnica analítica aplicada.

Amostra			DiBP µg/kg	DBP µg/kg	Técnica analítica	Referência
Saco 1 com tempero 1	1	Asa	4,57	0,61	GC-MS	(MOREIRA <i>et al</i> , 2015)
		Coxa	3,43	0,51		
		Peito	2,38	0,44		
		especiaria	13,3	3,47		
	2	Asa	0,89	0,27		
		Coxa	0,31	0,21		
		Peito	0,30	0,23		
		especiaria	12,4	5,81		
Saco 1 com tempero 2	3	Asa	<LOD	0,13		
		Coxa	1,28	0,50		
		Peito	0,11	0,30		
		especiaria	17,8	11,4		
	4	Asa	0,67	0,35		
		Coxa	<LOD	0,18		
		Peito	<LOD	0,22		
		especiaria	18,1	14,5		
Saco 1 sem tempero	5	Asa	0,19	0,24		
		Coxa	<LOD	0,06		
		Peito	<LOD	0,09		
	1	Asa	1,36	0,60		
		Coxa	0,38	0,30		
		Peito	2,43	1,17		
		especiaria	38,5	29,3		
	Saco 2 com tempero 3	2	Asa	0,42	0,29	
Coxa			0,18	0,22		
Peito			0,19	0,26		
especiaria			32,9	13,4		
3		Asa	0,68	0,56		
		Coxa	2,13	0,74		
		Peito	0,37	0,90		
		especiaria	26,9	19,5		
Saco 2 sem tempero	4	Asa	0,69	0,47		
		Coxa	0,01	0,20		
		Peito	0,23	0,84		
		especiaria	13,1	18,6		
	5	Asa	0,13	0,20		
		Coxa	<LOD	0,16		
		Peito	<LOD	0,21		
Carne de frango sem saco plástico e sem		Asa	<LOD	0,04		
		Coxa	0,15	0,15		

<i>tempero</i>	Peito	<LOD	0,08		
----------------	-------	------	------	--	--

GC-MS: Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa; ND: Não detectado

Tabela A. 2: Concentração de ftalatos determinada em mel e técnica analítica.

Matriz: Mel	DMP	DEP	DiBP	DBP	DEHP	DNOP	Técnica analítica	Referência
<i>Níveis de PAE (µg/g) encontrados nas seis amostras de mel caseiro e comercial analisadas pelo protocolo proposto. 1A: mel caseiro; B–E: comercial; F: feito em casa de favo de mel de plástico</i>							GC-TI/MS	(NOTARDONATO <i>et al.</i> , 2020)
A	<LOD	<LOD	0,02	0,08	0,20	0,20		
B	0,03	0,02	<LOD	<LOD	0,10	0,02		
C	0,04	05.05	0,26	0,28	0,84	0,72		
D	<LOD	<LOD	0,05	0,05	0,30	0,18		
E	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		
F	<LOD	<LOD	0,01	0,05	0,19	0,21		
<i>Níveis de PAE (µg/g) encontrados nas amostras de mel comercial submetidas ao estresse térmico (24 h a 40°C). 1 B–E: mel comercial</i>								
B	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,18	0,04		
C	<LOD	05.05	0,26	0,28	0,84	0,72		
D	<LOD	0,71	<LOD	<LOD	0,36	<LOD		
E	<LOD	<LOD	0,02	0,03	0,24	0,20		

GC-IT/MS: espectrometria de massa de armadilha de íons de cromatografia gasosa

Tabela A. 3: Ftalato em azeites da Sicília e Molise.

Matriz	Local	Ftalatos	Amostras Contaminadas (%)	Ano de produção	min-max (mediana) mg/kg	Técnica analítica	Referência	
Azeites	Sicília	DEP	20	2002/2003	ND-0,040 (0,040)	HRGC-MS	(DUGO <i>et al.</i> , 2011)	
		DiBP	60		ND-0,636 (0,447)			
		DBP	60		ND-0,307 (0,241)			
		DEHP	80		0,105-0,551 (0,248)			
		DMP	15,38	2006/2007	ND-0,060 (0,06)			
		DEP	38,46		ND-0,230 (0,21)			
		DiBP	100		0,190-0,410 (0,262)			
		DBP	23,08		ND-0,180 (0,177)			
		BBP	100		0,099-1,210 (0,381)			
		DEHP	100		0,182-2,820 (1,171)			
		DiNP	38,46		ND-2. 210 ( 1.356)			
		DiDP	0		ND			
		DMP	4,55		2007/2008			ND-0,390 (0,390)
		DEP	18,18					ND-0,198 (0,196)
		DiBP	100	0,174-1,306 (0,250)				
		DBP	54,55	ND-0,230 (0,175)				
		BBP	90,91	ND-1,040 (0,257)				
		DEHP	100	ND-10.110 (1.935)				
		DiNP	31,82	ND-1,910 (0,714)				
		DiDP	0	ND				
		DMP	0	2007/2008	ND			
		DEP	14,29		ND-0,200 (0,198)			
		DiBP	100		0,187-0,352 (0,246)			
		DBP	100		0,101-0,234 (0,169)			
BBP	100	0,081-0,191 (0,121)						
DEHP	100	0,060-1,604 (0,445)						
DiNP	0	ND						
DiDP	0	ND						

**Tabela A.3 parte 1 (continuação)**

<b>Matriz</b>	<b>Local</b>	<b>Ftalatos</b>	<b>Amostras Contaminadas (%)</b>	<b>Ano de produção</b>	<b>min-max (mediana) mg/kg</b>	<b>Técnica analítica</b>	<b>Referência</b>
Azeites	Molise	DMP	0	2007/2008	ND	HRGC-MS	(DUGO <i>et al.</i> , 2011)
		DEP	0		ND		
		DiBP	100		0,185-0,256 (0,204)		
		DBP	27,27		ND-0,169 (0,158)		
		BBP	42,42		ND-0,639 (0,158)		
		DEHP	87,88		ND-6.249 (0,662)		
		DiNP	9,1		ND-4,793 (4,745)		
		DiDP	6,1		ND-4,234 (4,063)		

ND: Não detectado

HRGC-MS: Cromatografia Gasosa de Alta Resolução Acoplada à Espectrometria de Massa