



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UniCEUB
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO E SAÚDE - FACES**

GABRIELA COURBIS SAAB DE SOUZA

**PLÁSTICOS UTILIZADOS NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA, SEUS
MALEFÍCIOS PARA A SAÚDE E PARA A SUSTENTABILIDADE:
A TOXICIDADE DO BPA E A QUANTIDADE DE LIXO GERADO.**

BRASÍLIA

2021

1. Introdução

Lixo pode ser entendido como “todo material inútil, descartado, posto em local público, tudo que se joga fora. Trata-se de objeto ou substância que se considera inútil, ou cuja existência, em dado meio, é tida como nociva”. O termo “jogar fora” usado para qualquer produto que não seja mais útil se torna errôneo quando pensamos que no planeta terra, não existe “fora”, todo processo de produção deve ser reversível, seja por meio de degradação ou reciclagem (ABRELPE, 2017).

A palavra reciclagem denomina o processo que visa transformar materiais usados em novos produtos com vista à sua reutilização. Dessa forma, materiais que seriam destinados ao lixo permanente podem ser reaproveitados, recuperando a parte útil dos dejetos e podendo ser reintroduzidos no ciclo de produção de que eles provêm. Segundo a ONU, mais de 145 mil toneladas de resíduos são descartados diariamente de forma irregular na América Latina, deixando 170 milhões de pessoas expostas a contaminações. Sendo assim, reconhecendo o potencial prejudicial da quantidade de resíduos gerados, foram se intensificando as políticas públicas a respeito do tema surgindo o “Lixo Zero”. Segundo o conceito estabelecido pela ZWIA - Zero Waste International Alliance, lixo zero é “uma meta ética, econômica, eficiente e visionária para guiar as pessoas a mudar seus modos de vidas e práticas de forma a incentivar os ciclos naturais sustentáveis, onde todos os materiais são projetados para permitir sua recuperação e uso pós-consumo” (ABRELPE, 2017).

Durante a evolução do homem, muitos materiais foram desenvolvidos para facilitar a vida e o dia a dia das pessoas, e os plásticos são hoje uma classe de materiais extremamente importante. Estima-se que a produção de plásticos seja de mais de 200 milhões de toneladas ao ano e isso se deve principalmente ao baixo custo de produção e a durabilidade que os plásticos têm em comparação com outros tipos de materiais (MATOS; SCHALCH, 2010).

A história do plástico pode ser melhor contada quando começamos pela sua definição: “plastikos”, palavra de origem grega que significa “que pode ser moldado”. Hoje ele é sinônimo também de praticidade, preço baixo, acessibilidade e, infelizmente, por ser um material derivado do petróleo, é caracterizado como um dos materiais mais difíceis de serem biodegradados, e, por isso mesmo, um transtorno do ponto de vista ambiental. A alta durabilidade é uma via de mão dupla. Apesar de torná-los interessantes para comercialização,

também oferecem riscos para a sustentabilidade, pois quando não são descartados de maneira correta, demoram centenas de anos para se degradarem. Eles também apresentam-se de vários formas: rígidos, maleáveis, opacos, translúcidos, fáceis ou difíceis de derreter pela ação do fogo, entre outras características que permitem inúmeras utilizações e os tornam capazes de servir como matéria-prima para muitos produtos existentes no mercado, inclusive amplamente usados na indústria alimentícia (FORLIN; FARIA, 2015).

A substância denominada popularmente como bisfenol A (2,2-bis(4-hidroxifenil)propano, CAS n. 000080-05-7) é um composto que está presente na maioria dos recipientes ou embalagens de plástico, mesmo sendo nocivo para a saúde. Utilizada, principalmente, na produção de policarbonato e em vernizes epóxi, o policarbonato é um polímero que apresenta alta transparência e resistência térmica e mecânica. Devido a estas características, o policarbonato é utilizado na fabricação de mamadeiras e copos infantis (chuquinhas) e também utilizado em garrafas retornáveis de água mineral, além de outras embalagens e utensílios. O Bisfenol A está presente, também, em vernizes utilizados para revestimentos de embalagens metálicas de alimentos. As aplicações a base de Bisfenol A, pelas propriedades conferidas ao material por essa substância, são muitas, entre elas estão eletrodomésticos, revestimentos para latas de comida e bebida, e muitos itens plásticos, como mamadeiras, talheres descartáveis, embalagens de marmitas, vasilhas para alimentos, entre outros (CENWEB, 2004).

O contato deste composto direto com alimentos, especialmente quando estes são submetidos ao calor do micro-ondas, por exemplo, contamina o alimento fazendo com que a substância seja consumida também. Especialistas estimam que uma pessoa ingira, em média, até 10 mg de bisfenol A por dia, que são liberados a partir de copos descartáveis, escovas de dentes e outros produtos plásticos como embalagens de alimentos que fornecem BPA ainda em maiores quantidades quando o material é aquecido ou resfriado, ação comum entre a população que resfria garrafas de refrigerantes ou congelar alimentos em vasilhas plásticas, onde as mesmas são posteriormente submetidas a calor intenso. Essa quantidade é contrária à recomendada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que considera uma dose de 0,6 mg por quilo de alimento dessa substância não prejudicial à saúde. No entanto, alguns especialistas afirmam que esse componente pode permanecer no corpo humano por um longo período, podendo provocar, com isso, um efeito acumulativo. O levantamento da agência de

vigilância epidemiológica dos Estados Unidos que indica que 92% da população americana apresenta níveis de BPA na urina (POSPISCHEK; SPINELLI; MATIAS, 2014).

Os riscos a médio e longo prazo para a saúde são muito sérios. O dano mais recorrente que o bisfenol A pode causar à saúde é a desregulação do sistema endócrino. No organismo, o BPA age interferindo o funcionamento de algumas glândulas endócrinas, podendo aumentar ou diminuir a ação de vários hormônios. Além disso, estudos preliminares apontam que o consumo de BPA pode levar à infertilidade, produção desregulada de esperma, câncer de próstata em homens e câncer de mama em mulheres, também podendo ocasionar em gestantes a má formação do feto (POSPISCHEK; SPINELLI; MATIAS, 2014).

Abrindo assim discussão sobre o assunto em diversos países, demandando posicionamento de órgãos reguladores assim de organismos supranacionais, como a Organização Mundial de Saúde (OMS), em 2010 a OMS realizou uma reunião com especialistas de vários países para discutir o assunto onde a o relatório teve final inconclusivo. No entanto, esse resultado deve orientar estudos a fim de reduzir as incertezas existentes. De acordo com as informações apresentadas e considerando a lacuna sobre o assunto na literatura, levando em consideração que até os dias atuais não há consenso científico sobre os efeitos do BPA à saúde, espera-se encontrar informações que aprofundem o tema em questão, levantando hipóteses e indagações sobre os hábitos e usos nocivos do plástico para o meio ambiente e para a saúde. Policiar ações cotidianas onde faz-se necessário a mudança e descoberta de novos materiais para a diminuição de agentes tóxicos ingeridos pela alimentação e formas de reciclagem para os materiais feitos de plástico, reduzindo o impacto ambiental.

2. Objetivo geral

- Investigar as consequências para a saúde e para o ambiente causadas pelo uso de plástico na cadeia produtiva de alimentos

3. Materiais e Métodos

O trabalho em questão tratou-se de revisão bibliográfica de trabalhos já realizados porém, encontra o empecilho de ter poucos artigos que atendam o padrão estipulado de confiabilidade para serem inseridos no método de pesquisa. Foram utilizadas para pesquisa a base de dados Lilacs, SciELO, Periódicos CAPES, Google Scholar e BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações), aplicando os operadores lógicos booleanos AND e OR, afinando e filtrando os artigos encontrados, sendo selecionados apenas aqueles específicos ao tema.

3.1. Tipo de estudo

Revisão sistemática da literatura.

3.2. Amostra

Artigos científicos publicados em revistas indexadas às bases de dados.

3.3. Critérios de inclusão

Serão incluídos artigos apenas publicados em português, inglês e espanhol do tipo estudo coorte e transversais, relacionados aos temas “Embalagens de alimentos”, “Plásticos biodegradáveis”, “Plásticos”, “Tecnologia dos alimentos”, “Contaminação por BPA”, “Excesso de lixo”, “Tempo de decomposição de plástico”, “Sustentabilidade” e “Redução do uso de plásticos”.

3.4. Critérios de exclusão

Foram excluídos todos os artigos datados antes de 1985, sendo utilizados apenas aqueles publicados após a data estipulada. Foram excluídos artigos duplicados encontrados em mais de uma base de dados.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A UTILIZAÇÃO DO PLÁSTICO NA CADEIA PRODUTIVA

O plástico começou sua história substituindo materiais como marfim e madeira. E em 1909 começa o uso de copos descartáveis, com objetivo de restringir a disseminação de doenças por conta do uso de xícaras comunitárias (KÖHLER, 2016). Uma cadeia produtiva pode ser definida como um sistema constituído por agentes formadores de decisão, envolvidos em um processo interdependente, por meio de um fluxo de produtos e serviços em uma direção (PADILHA; BOMTEMPO, 1999).

Pode envolver desde fornecedores de matéria prima, produção propriamente dita, distribuição e até consumidores finais. Todos os elementos ou níveis de uma cadeia executam funções importantes, cujos respectivos desempenhos determinam de forma interdependente o desempenho do sistema como um todo (TOWILL; WILKER; FIGUEIREDO, 1998).

A cadeia produtiva de produtos plásticos tem início na utilização das matérias primas nafta ou gás natural para a obtenção dos produtos petroquímicos básicos. Essa conversão é feita no Brasil por três empresas que são as centrais de matérias-primas dos Pólos Petroquímicos (Pólos Petroquímicos de São Paulo, Camaçari e Triunfo), e constituem a Primeira Geração Petroquímica. Estão em andamento ainda projetos para a instalação de mais dois empreendimentos (Rio de Janeiro e Paulínia), para a produção de petroquímicos básicos. Os produtos petroquímicos básicos, provenientes da primeira geração, são transferidos para as empresas da segunda geração, as quais irão transformá-los em resinas plásticas. No Brasil existem cerca de 20 empresas produtoras de resinas, a maioria localizada nos Pólos Petroquímicos. As principais resinas termoplásticas, do ponto de vista comercial, produzidas por estas empresas são: Polietileno de Alta Densidade (PEAD); Polietileno de Baixa Densidade (PEBD); Polietileno de Baixa Densidade Linear (PEBDL); Polipropileno (PP); Poliestireno (PS); Poliestireno Expandido (EPS); Policloreto de Vinila (PVC); Polietileno Tereftalato (PET) (PADILHA; BOMTEMPO, 1999).

O setor de embalagens no Brasil movimentava anualmente mais de R\$ 12 bilhões de reais. (PINHO, 1998). O material plástico vem assumindo um papel muito significativo no mercado e corresponde a 55% do consumo total de resinas plásticas, consumindo no total aproximadamente 1,8 milhões de toneladas ano. As embalagens plásticas atendem principalmente aos setores: alimentício, de higiene e limpeza, cosméticos, farmacêutico e industrial e são divididas em: flexíveis, rígidas e sacadas de rafia. De acordo com o tipo de produto acondicionado e o mercado consumidor a importância da embalagem para a

comercialização do produto será diferente, embora, geralmente, ela tenha as funções de atrair a atenção, descrever as características do produto, criar confiança do consumidor e produzir uma impressão global favorável. Alguns clientes demandam embalagens que priorizam o caráter de proteção ao produto, como é o caso das embalagens industriais como sacaria e containers. Neste caso, o transformador pode ser um agente inovador, tanto no produto quanto no processo, visando sempre a atender às necessidades do seus clientes no que tange às características físicas, químicas e mecânicas da embalagem. A escolha do produto transformado é baseada no atendimento às exigências do cliente em relação à performance da embalagem e preço (ABIPLAST, 1998).

Outros clientes priorizam o design, a funcionalidade e a qualidade, como no caso das indústrias alimentícias, de cosméticos e farmacêutica. Embalagens bem desenhadas podem criar valor de conveniência para o consumidor e valor promocional para o fabricante dos bens de consumo. Nesse caso, a escolha pelo produto é por atendimento às especificações do produto, qualidade, preço (PADILHA; BOMTEMPO, 1999).

RISCOS PARA A SAÚDE ASSOCIADOS A EMBALAGENS PLÁSTICAS

Estudar o bisfenol é necessário, uma vez que sua exposição acontece por diferentes formas (ingestão, inalação ou contato dérmico). Existem muitas associações entre a presença de BPA no organismo humano, adulto e criança, e alterações em processos endócrinos, hormonais e fisiológicos baseados em estudos com humanos (SBEM, 2011).

O BPA é um composto usado em grande escala pela indústria na produção de materiais de policarbonato e resinas epóxi, que em grande parte ficam em contato com o alimento que é a maior via de exposição desta substância com o ser humano. Muitos estudos realizados *in vivo* e *in vitro* indicaram desequilíbrio na homeostase do organismo após exposição ao BPA em diferentes fases da vida: gestação, lactação, adolescência ou idade adulta. As consequências da exposição ao BPA vêm sendo acompanhadas por pesquisadores, instituições de pesquisa e órgãos regulamentadores. Estudos em animais demonstram que o BPA tem ocasionado efeitos negativos sobre uma variedade de processos fisiológicos, incluindo a reprodução (VROOMAN; OATLEY, GRISWOLD; HASSOLD; HUNT, 2015).

O BPA tem atraído a atenção de agências reguladoras e de cientistas por suas propriedades estrogênicas *in vitro* e *in vivo* e a interferência no papel do estrogênio, na conservação e na regulação fisiológica e fisiopatológica humana e animal (VANDENBERG; CHAHOUD; HEINDEL; PADMANABHAN; PAUMGARTTEN; SCHOENFELDER, 2010). O BPA é muito utilizado em embalagens alimentares e avaliar a taxa de transferência deste produto para alimentos e água e as interações deste com a saúde humana torna-se essencial. Neste sentido, nos Estados Unidos da América (USA), um estudo com 77 estudantes universitários foi realizado para comparar as concentrações de BPA urinário, estes estudos demonstraram que ao consumir água em embalagens de polycarbonato as concentrações urinárias de BPA aumentaram (CARWILE; LUU; BASSETT; DRISCOLL; YUAN; CHANG; YE; CALAFAT; MICHELS, 2009). Estes níveis de concentração de BPA em urina apresentaram-se ainda maiores, principalmente em mulheres, quando a água consumida encontrava-se em recipientes de polycarbonatos e estavam submetidos a temperaturas elevadas, comuns durante o verão. (MAKRIS; ANDRA; JIA; HERRICK; CHRISTOPHI; SNYDER; HAUSER, 2013), colaborando para maior lixiviação de BPA da embalagem para a água nela contida.

Em um estudo com alimentos, foram coletadas 204 amostras de alimentos frescos, enlatados e congelados e BPA foi positivo em 73% das amostras de alimentos enlatados e 7% em alimentos não enlatados (LORBER; SCHECTER; PAEPKE; SHROPSHIRE; CHRISTENSEN; BIMBAUM, 2015). Em outro estudo, realizado no Canadá com amostras de alimentos enlatados, 55 (36%) apresentaram migração específica do composto, sendo que a concentração de BPA para produtos como conserva de peixes (106 ng.g⁻¹), conserva de milho (83,7 ng.g⁻¹) e sopas enlatadas (22,2 - 44,4 ng.g⁻¹) apresentou-se muito acima da especificação limite de migração (0,6 ng.g⁻¹) (CAO; PEREZ-LOCAS; DUFRESNE; CLEMENT; POPOVIC; BERARDIN; DABEKA; FEELEY, 2011). Relacionando ainda o consumo de alimentos e a contaminação com BPA, pode se citar o estudo realizado com voluntários que consumiram sopas frescas e sopas enlatadas onde foi detectado concentrações de BPA urinário em 77% das amostras cuja alimentação do participante havia sido baseada em sopas frescas e 100% para as amostras de consumidores de sopas enlatadas (CARWILE; YE; ZHOU; CALAFAT; MICHELS, 2011). Foi constatado com este estudo, que a presença contínua de BPA em alimentos é mais severa quando o recipiente de conservação destes alimentos são recipientes de polycarbonato ou lata com camada de proteção.

Já ao falar sobre saúde da mulher e reprodução, muitos estudos estão sendo desenvolvidos, um destes foi conduzido com ovários de 6 fetos euplóides. O estudo se dedicou a caracterizar a expressão gênica de oócitos fetais humanos em cultura, bem como avaliar o efeito do BPA nesses oócitos cultivados. A investigação focou a indução do BPA sobre a expressão de genes envolvidos, já que o composto tem sido relacionado a anomalias meióticas, aborto espontâneo recorrente, cariótipo anormal, a diminuição da sobrevivência do oócito, o atraso na progressão da meiose e uma elevada taxa do gene MLH1 in vitro. Os resultados recolhidos demonstram que o Bisfenol A atua sobre a expressão de genes (Spo11, H2AX, e Rpa, Blm) em culturas ovarianas fetais humanas, sendo que esses genes estão envolvidos na ruptura de fita dupla (RFD), sinalização e reparação durante a meiose, e alguns são compartilhados com a mitose (H2AX, Rpa e Blm) (BRIÑOENRIQUEZ; REIG-VIADER; CABERO; TORAN; MARTINEZ; ROIG; GARCIA CALDÉS, 2012).

Os efeitos de BPA no ovário fetal apresentam-se como em um órgão, no final da prófase da meiose, os oócitos estabelecem uma relação próxima com as células do estroma do ovário para formar os folículos primordiais, que são a fonte de Concentrações de BPA foram detectadas em mais de 97% das gestantes (mediana: 2,0 µg/L) e na infância (mediana: 4,1 µg/L), em amostras de urina. De acordo com os resultados, a elevação em 10 vezes na concentração de BPA gestacional foi relacionada ao comportamento mais ansioso e deprimido, menor controle emocional e inibição nas crianças. Concluindo que a exposição ao BPA gestacional afeta domínios comportamentais e emocionais de regulação aos três anos de idade, especialmente entre as meninas (BRAUN; KALKBRENNER; CALAFAT; YOLTON; YE; DIETRICH; LANPHEAR, 2011).

Já em outro estudo, baseado nas concentrações de BPA urinário pré-natal, verificou-se a associação de BPA com comportamento de internalização, desatenção e hiperatividade em meninos e meninas na média de sete anos. Sendo que para meninos constatou-se aumento de problemas de internalização, incluindo ansiedade e depressão. Em meninas com sete anos de idade, maiores concentrações de BPA urinários foram associados com o aumento de comportamentos de externalização, incluindo problemas de conduta. Assim, exposição ao BPA, já no início da vida, tem sido associada com problemas de comportamento, incluindo ansiedade, depressão e hiperatividade em crianças. (HARLEY; GUNIER.; KOGUT; JOHNSON; BRADMAN; CALAFAT; ESKENAZI, 2013).

A associação entre BPA e obesidade em adultos e crianças tem sido estudada na China, onde um estudo com 1.326 crianças entre quatro e doze anos (LI; MIAO ZHOU; WU; SHI; LIU; WANG; YUAN, 2013) coletou medidas antropométricas e urina para mensuração de BPA de 98% dos alunos elegíveis. Para 90% das meninas com idade de nove a doze anos, constatou-se relação dose-resposta com o aumento do nível de BPA na urina, associada com aumento do risco de excesso de peso. O estudo sugere que o BPA pode ser um potencial fator de obesidade de origem ambiental, contribuindo para a epidemia mundial de obesidade. Nos EUA, foi examinada a associação entre níveis crescentes de BPA urinário e obesidade em crianças de seis a dezoito anos participantes do Estudo NHANES 2003- 2004, 2005-2006 e 2007-2008 (BHANDARI; XIAO; SHANKAR, 2013). O Estudo apresentou associação positiva entre o aumento dos níveis de BPA na urina e obesidade. A exposição ao BPA por crianças e lactentes também foi notificada através da concentração de BPA no leite materno e é influenciada pelo consumo de alimentos em recipientes plásticos (DUMKE, 2019).

EMBALAGENS PLÁSTICAS E QUESTÕES AMBIENTAIS

A política pública visa garantir que os diferentes setores de abastecimento de alimentos ofereçam produtos seguros para grande número de consumidores. Sendo assim, embalagens de alimentos são um dos recursos mais utilizados, funcionando como proteção entre o alimento e o ambiente, proporcionando a segurança do produto e permitindo que estes tenham uma ampla distribuição (SONNEVELD, 2000).

A embalagem representou uma grande importância para o desenvolvimento do comércio e para o crescimento das cidades ao longo da história (MESTRINER, 2002). Em geral seu principal objetivo é proteger o produto, com a finalidade de preservar as características do alimento, por meio das propriedades de barreira aos fatores ambientais, tais como luz, umidade, oxigênio e microrganismos, mantendo o produto sem alterações indesejáveis durante o transporte e armazenamento (SARANTÓPOULOS; OLIVEIRA; COLTRO; VERCELINO; CORRÊA, 2002).

Hoje as embalagens têm novas funções agregadas, como a de despertar o desejo de compra, transmitir informações, comunicação, ser suporte de ações promocionais, entre outros.

Desta forma, as embalagens passaram a conservar, expor, vender os produtos e por fim conquistar o consumidor por meio de seu visual atraente e comunicativo (MESTRINER, 2002).

As embalagens apresentam uma ampla variedade de formas e materiais e fazem parte do nosso cotidiano. Em tempos onde o consumo é alto, a competitividade entre empresas é recorrente, portanto inovar é fundamental para se destacar no mercado. A inovação está envolvida, na maioria das vezes, na resistência mecânica, associada com propriedades de barreira a gases e aromas, além de novos sistemas de fechamento, garantindo maior segurança e praticidade para o consumidor (CASTRO; POUZADA, 1991). Porém, ainda é baixo o investimento para as inovações realmente sustentáveis. As poucas indústrias que optam por embalagens sustentáveis, geralmente fazem o uso de materiais reciclados estratégia de *marketing*, não se preocupando com a produção de embalagens que utilizam matérias primas sustentáveis (SCHIMMELFENING; SANTOS; BERNIERI, 2009).

Segundo a RDC 259/2002 a embalagem é o recipiente ou pacote destinado a garantir a conservação, facilitar o transporte e manuseio dos alimentos. O conceito de embalagem varia conforme a perspectiva em que é observada. Para o consumidor, a embalagem é um meio de satisfazer o desejo de consumo do produto; para o *marketing*, a embalagem se torna o meio mais próximo do consumidor ser atraído para a compra do produto; para o setor de *design*, a embalagem é a forma de proteção até chegar ao consumidor; para a engenharia industrial é o meio de proteção do produto no transporte e armazenamento (LAUTENSCHLAGER, 2001).

Segundo a Associação Brasileira de Embalagens (ABRE), existem diversos tipos de embalagens que atendem a diversas funcionalidades, de acordo com o que se deseja para o produto final. Destacam-se as embalagens multicamadas, que podem ser cartonadas, laminadas, entre outras. As laminadas são formadas pela sobreposição de materiais, como filmes plásticos, metalizado e/ou papéis. Quando um destes é um papel cartão estas são denominadas cartonadas. Todas podendo ser ditas multicamadas. Esta mistura de materiais amplia a gama de produtos que podem ser embalados em uma mesma embalagem, porém, dificultam sua reciclagem (ABRE, 2014).

De acordo com a utilização as embalagens são classificadas em primárias, secundárias e terciárias. As primárias estão em contato direto com o produto, já as secundárias têm a função de agrupar, para facilitar a manipulação e a apresentação, podendo exercer também a função de proteger a embalagem primária, em seu interior, evitando choques e vibrações excessivas. As

embalagens terciárias protegem a mercadoria durante as fases do transporte e assim por diante. Muitas vezes evidente, a necessidade em se tratar apenas de estética ou *marketing*, tem aumentado a quantidade de materiais utilizados em um único produto, o que torna crescente a quantidade de resíduos sólidos referente às embalagens (CORTEZ, 2011).

Segundo a ABRE as indústrias de embalagens tiveram um crescimento de 1,41% em sua produção em 2013. As indústrias de embalagens registraram uma receita líquida de vendas de R\$ 51,8 bilhões, o que equivale a um aumento de 11% em relação ao ano anterior. O valor bruto da produção de embalagens atingiu R\$ 52,4 bilhões, um aumento também de quase 11% em relação aos R\$ 47,3 bilhões de 2012. Existem quatro tipos de materiais básicos para produção de embalagens de alimentos, os plásticos, metais, vidro e celulose-papel/papelão (ABRE, 2014). Os resíduos sólidos são resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial e agrícola (ABNT, 2004).

O Brasil produziu aproximadamente 63 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) em 2012, uma média de 383 kg de lixo por ano/ habitante. Este volume é 1,3% superior ao registrado em 2011. No Brasil, cerca de 42% dos municípios têm destinado seus resíduos de maneira inadequada em lixões ou aterros controlados, isso equivale a quase 24 milhões de toneladas/ano (ABRELPE, 2012).

O descarte indevido gera grandes problemas como mau odor, a proliferação de vetores como ratos, baratas, mosquito da dengue, assim como o desenvolvimento de microrganismos, alguns destes possíveis causadores de doenças e infecções. Além disso, em aterros não controlados, sem a seleção e cuidado com o resíduo sólido, possibilita a contaminação do solo e de águas subterrâneas, comprometendo os recursos hídricos, que são essenciais para a vida (LANDIM, 2016).

A partir de dados do Compromisso Empresarial para Reciclagem estima-se que o Brasil gaste mais de 10 bilhões de reais em resíduos sólidos por ano, descontando o que é reciclado. Dentre esses resíduos sólidos, 1/3 é composto por embalagens, o que o torna este setor um dos principais responsáveis pelo aumento do lixo no país (CEMPRE, 2013).

Os resíduos sólidos são compostos geralmente de matéria orgânica biodegradável, material orgânico não biodegradável (plásticos) e de matéria inorgânica não degradável (vidro,

metal e outros). Depois da matéria orgânica, o material de embalagem que tem maior participação no total de RSU coletado no Brasil são os plásticos com 13,5% seguido do papel e papelão com 13,1%, metais com 2,9% e vidro 2,4% (ABRELPE, 2012).

Os plásticos são produzidos por meio da nafta obtida durante o refino do petróleo. A partir desta matéria prima têm-se os monômeros, que por polimerização formam os polímeros, macromolécula. Esses polímeros quando formados por um único tipo de monômero são chamados homopolímeros e quando compostos de dois ou mais tipos de monômeros são chamados copolímeros (MACHADO, 2002).

Dividem-se em dois grandes grupos, termoplásticos e termofixos. Os termofixos são aqueles que sofrem reações químicas em sua moldagem as quais impedem uma nova fusão, portanto não são recicláveis. Os termoplásticos não sofrem alterações químicas quando aquecidos e depois de resfriados podem novamente passar pelo processo de fundição, podendo ser remoldados (PAINE; PAINE, 1992).

O PET é um termoplástico que devido às suas características de alta resistência mecânica e química, excelente barreira a gases e odores, reciclabilidade, baixo peso, maleabilidade e elevada transparência tem sido muito utilizado pela indústria de bebidas. No entanto, o grande problema enfrentado por essas indústrias diz respeito à migração de componentes do polímero para o alimento. Esta embalagem reduz o desperdício nas indústrias, pois os custos com o transporte e a produção são menores, proporcionando um ótimo custo/benefício (BACH; DAUCHY; SEVERIN; MUNOZ; ETIENNE; CHAGNON, 2013). Segundo a Associação Brasileira de PET (ABIPET) a produção de PETs em 2011 foi de 515 mil toneladas com estimativa de 720 mil toneladas em 2014 e 840 mil toneladas em 2016 (ABIPET, 2013).

Os plásticos vêm substituindo diversos tipos de materiais como o aço, vidro e madeira. De acordo com a ABRE, os plásticos representam 37,47% do valor total da produção de embalagens (ABRE, 2014). Eles têm como vantagens o seu baixo peso, baixo custo, elevada resistência mecânica e química, flexibilidade, possibilidade de aditivação e reciclabilidade (SCHWARK, 2009). A principal desvantagem é serem, em sua maioria, não biodegradáveis e levarem mais de 100 anos para serem completamente degradados pela natureza (SANTOS; YOSHIDA, 2011).

Por mais que o uso de embalagens traga diversos benefícios como conservação, praticidade, armazenamento e transporte, seu uso não controlado gera um grande volume de resíduos sólidos que são associadas ao impacto ambiental. A preocupação com essa situação, a partir da década de 1980 tem buscado maneiras de reduzir a quantidade de lixo produzido e sua destinação correta (CEMPRE, 2013).

A grande produção e utilização de plásticos, leva ao volumoso descarte, que na maioria das vezes é desorganizado, contribuindo para o impacto ao meio ambiente. É notável, principalmente nas grandes cidades, problemas com inundações decorrentes do descarte incorreto desses materiais, devido à falta de consciência da própria população, das indústrias e dos sistemas ineficientes de coletas de lixo (LANDIM, 2016).

O PAPEL DO NUTRICIONISTA NA DIMINUIÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL

O conceito de sustentabilidade começou a ser criado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em 1972, e parte do princípio de que o uso dos recursos naturais para a satisfação das necessidades presentes não devem comprometer a satisfação das necessidades das próximas gerações. Em 1983 a concepção de Desenvolvimento Sustentável é criado em meio às discussões da Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento e se oficializa em 1987, com a publicação do relatório Nosso Futuro Comum, sendo definido como “O equilíbrio que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades.” (BRUNDTLAND, 1987). Segurança Alimentar e Nutricional não depende apenas da existência de um sistema alimentar que garanta produção, distribuição e consumo de alimentos em quantidade e qualidade adequadas, mas que também não venha a comprometer a capacidade futura de produção, distribuição, consumo e condições ambientais favoráveis à vida (MALUF, 2000; POUBEL, 2006).

As dificuldades de se alinhar e alcançar a Segurança Alimentar e Nutricional e a sustentabilidade são consideradas um desafio. Tais dificuldades se sustentam com o modelo de sistema alimentar vigente, o modelo de desenvolvimento econômico adotado pela maioria dos países, apresenta foco na geração de lucro e crescimento econômico, que gera em proporções

semelhantes, degradação ambiental (BADUE, 2007; MALUF, 2000; KIPERSTOK e MARINHO, 2001) .

O termo “civic dietetics” (tradução livre: “Nutrição Cívica”), defende que a prática nutricional deve promover um novo sistema alimentar; sustentável, justo, economicamente viável e baseado na comunidade. O conhecimento do nutricionista, aliado às dimensões ambientais, estimula a análise crítica sobre o sistema alimentar convencional. Em resumo, a Nutrição Cívica acredita que as externalidades que cercam as escolhas alimentares e as forças políticas e econômicas que moldam o sistema alimentar são tão legítimas à prática nutricional quanto os conhecimentos sobre nutrientes e a relação entre alimentação e saúde (WILKINS, 2009).

Em cada uma das áreas de atuação, existem algumas formas de intervenção do Nutricionista a favor da sustentabilidade. No âmbito da Alimentação Coletiva, o profissional pode influenciar os fornecedores de gêneros alimentícios à produção sustentável; atentar-se à utilização racional de alimentos, evitando comprar alimentos congelados e fora de época; dar preferência à compra de alimentos produzidos regionalmente; elaborar projetos voltados à diminuição do desperdício de alimentos; realizar coleta seletiva e reciclagem do lixo. O Nutricionista que atua em Nutrição Clínica pode contribuir dando orientações individuais a cada paciente, abordando não somente a questão nutricional, mas também esclarecendo e motivando sobre a importância do consumo consciente e sustentável. Enquanto na área de Saúde Coletiva, além das atribuições em comum com a área da Nutrição Clínica, o profissional pode atuar desenvolvendo pesquisas, promovendo eventos, feiras e congressos que incentivem o debate sobre o Desenvolvimento Sustentável e da criação de Sistemas Alimentares Sustentáveis; criando, apoiando e participando de programas, ligados ao fomento e à sensibilização ao Desenvolvimento Sustentável (PREUSS, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do estudo, foi possível levantar importantes dados sobre os impactos que os plásticos têm para o meio ambiente. De acordo com as informações compiladas, essa questão ainda é um problema para a saúde pública e estudos sobre os danos e os efeitos precisam ser aprofundados.

A prática de ações sustentáveis demonstrou-se desbalanceada e os dados obtidos permitem uma análise mais aprofundada sobre a forma com que as ações pouco sustentáveis são executadas e a representatividade dessas à atuação desse profissional. Os problemas que concernem o alcance do desenvolvimento sustentável são sistêmicos, incitando a necessidade de soluções igualmente sistêmicas, portanto, em tempos de crises ambientais, já não é mais suficiente atuar individual e isoladamente.

A sociedade ainda caminha na direção de se tornar engajada nas lutas ambientais. Talvez a carência de atitude seja decorrente da falta de encorajamento governamental, que seria atenuado se gerados mais incentivos em prol da sustentabilidade. No cenário descrito, a população é estimulada a ponderar melhor as suas ações, tornando o problema em questão em escolhas mais interessantes e positivas financeiramente e ambientalmente.

Tendo isso em vista, o profissional da área de nutrição deve construir seus conhecimentos de forma integrada, a fim de trabalhar a alimentação, nutrição, saúde e sustentabilidade em prol da sociedade e mobilização social. Portanto, sugere-se a reformulação da formação e atuação profissional do nutricionista em termos de sustentabilidade e a elaboração de mais estudos que investiguem os malefícios dos plásticos inseridos em nosso cotidiano, a fim de se esclarecer indagações ainda em aberto e possíveis contribuições do Nutricionista para o alcance do desenvolvimento sustentável e remodelação dos costumes arraigados no cotidiano moderno.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira da Indústria do Pet – ABIPET. (2013). Nono censo da reciclagem de pet. Brasil: o ano de 2012. São Paulo. Disponível em: <http://abipet.org.br/indexAjax.html?method=baixarArquivo&id=437>. Acesso em: 27 de março de 2021
- Associação Brasileira da Indústria do Plástico - ABIPLAST. (2013). Perfil 2013. São Paulo. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/site/estatisticas>. Acesso em: 27 de março de 2021.
- Associação Brasileira da Indústria do Plástico - ABIPLAST. (1998) Perfil 98 da Indústria-Brasileira de Transformação do Plástico, São Paulo: (1998).
- Associação Brasileira de Embalagens - ABRE. (2014). Estudo macroeconômico da embalagem. São Paulo. Disponível em: <http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/>. Acesso em: 3 de abril de 2021.
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2017.
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE. (2012). Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. São Paulo. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>. Acesso em: 11 de abril de 2021.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. (2004). NBR 10004: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf>. Acesso em: 3 de abril de 2021.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos sólidos - classificação. 2. Brasil: CENWEB 2004.
- BACH, C., DAUCHY, X., SEVERIN, I., MUNOZ, J. F., ETIENNE e CHAGNON, M. C. (2013). Effect of temperature on the release of intentionally and non-intentionally added substances from polyethylene terephthalate (PET) bottles into water: Chemical analysis and potential toxicity. *Food Chemistry*, 139(1-4), 672-680.
- BRAUN, Joe M.; KALKBRENNER, Amy E.; CALAFAT, Antonia M.; YOLTON, Kimberly; Ye, XIAOYUN; DIETRICH, Kim N.; LANPHEAR, Bruce P. Impact of early life bisphenol A exposure on behavior and executive function in children. *Pediatrics*, 128 (5): 873–882, Nov. 2011. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3208956/>. Acesso em: 11 de abril de 2021.
- BRIÑO-ENRIQUEZ, M.A.; REIG-VIADER, R.; CABERO, L.; TORAN, N.; MARTINEZ, F.; ROIG, I.; GARCIA CALDÉS, M. Gene expression. Is altered after Bisphenol A exposure in human fetal oocytes in vitro. *Molecular Human Reproduction*, 18(14): 171–83, Apr. 2012. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22121209>. Acesso em: 12 de abril de 2021.
- CAO, X.L.; PEREZ-LOCAS, C.; DUFRESNE, G.; CLEMENT, G.; POPOVIC, S.; BERARDIN, F.; DABEKA, R.W.; FEELEY, M. Concentrations of bisphenol A in the composite food samples from the 2008 Canadian total diet study in Quebec City and dietary intake estimates. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.*, 28(6): 791-8, Jun. 2011. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21623504>. Acesso em: 12 de abril de 2021.
- CARWILE, Jenny L.; LUU, Henry T.; BASSETT, Laura S.; DRISCOLL, Daniel A.; YUAN, Caterina; CHANG, Jennifer Y.; YE, Xiaoyun; CALAFAT, Antonia M.; MICHELS, Karin B. Polycarbonate Bottle Use and Urinary Bisphenol A Concentrations. *Environ Health Perspect.*, 117(9): 1368-72, Sep. 2009. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19750099>. Acesso em: 12 de abril de 2021.
- CARWILE, Jenny L.; YE, Xiaoyun; ZHOU, Xiaoliu; CALAFAT, Antonia M.; MICHELS, Karin B. Canned Soup Consumption and Urinary bisphenol A: A Randomized Crossover Trial. *JAMA*, 306(20): 2218–2220, Nov. 2011. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22110104>. Acesso em: 20 de abril de 2021.
- Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE. (2013). CEMPRE review. São Paulo. Disponível em: <http://cempre.org.br/download.php?arq=b18xO TVhNmJvOHEXNHNka zZsMW42bzFzdTFxMGxhLnBkZg==>. Acesso em: 13 junho de 2021.
- CORTEZ, A. T. C. (2011). Embalagens: o que fazer com elas. *Revista Geográfica de América Central*, 2(47E), 1-15. Disponível em: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2568/2453>. Acesso em: 3 de abril de 2021.

- F. L. MATOS, Tássio; SCHALCH, Valdir. ARTIGO TÉCNICO CIENTÍFICO. Composição dos resíduos poliméricos, pós-consumo, gerados no município de São Carlos, SP , [s. l.], 7 dez. 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14282007000400016&script=sci_arttext. Acesso em: 13 março 2020.
- HARLEY, Kim G.; GUNIER, Robert B.; KOGUT, Katherine; JOHNSON, Caroline; BRADMAN, Asa; CALAFAT, Antonia M.; ESKENAZI, Brenda. Prenatal and early childhood bisphenol A concentrations and behavior in school-aged children. *Environ. Res.*, 126: 43–50, Out. 2013. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23870093>. Acesso em: 20 de março de 2021.
- J. FORLIN, Flávio; F. FARIA, José de Assis. Reciclagem de materiais plásticos: a importância da identificação correta. Considerações Sobre a Reciclagem de Embalagens Plásticas, [s. l.], 27 out. 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282008000200008&lang=en. Acesso em: 12 maio 2020
- KÖHLER, Graziela. A responsabilidade civil das organizações produtoras de embalagens plásticas em contato com alimentos: o caso do Bisfenol A e dos Ftalatos. Repositório Digital da Biblioteca da Unisinos, 2016. Disponível em: http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/6042/Graziela%20de%20Oliveira%20K%20c3%b6hler_.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 11 março de 2021.
- LANDIM, Ana Paula Miguel. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. *Polímeros*, São Carlos , v. 26, n. spe, p. 82-92, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282016000700013&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 31 de março de 2021
- LAUTENCHLAGER, B. I. (2001). Avaliação de embalagem de consumo com base nos requisitos ergonômicos informacionais (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- LI, De-Kun; MIAO, Maohua; ZHOU, ZhiJun; WU, Chunhua; SHI, Huijing; LIU, Xiaoqin; WANG, Siqi; YUAN, Wei. Urine Bisphenol-A Level in Relation to Obesity and Overweight in School-Age Children. *PLoS ONE*.
- LORBER, Matthew; SCHECTER, Arnold; PAEPKE, Olaf; SHROPSHIRE, William; CHRISTENSEN, Krista; BIMBAUM, Linda. Exposure assessment of adult intake of bisphenol A (BPA) with emphasis on canned food dietary exposures. *Environ Int.*, 77:55–62, Apr. 2015. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25645382>. Acesso em: 28 de maio de 2021.
- M. A. PADILHA, Gabriela; V. BOMTEMPO, José. A inserção dos transformadores de plástico na cadeia produtiva de produtos plásticos. Scielo, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/wBzFtqG3H94FkgX443h3Fpg/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 11 de março de 2021.
- MACHADO, E. L. (2002). Economia de baixo carbono: petróleo e petroquímica. São Paulo: EBC.
- MAKRIS, K.C.; ANDRA, S.S.; JIA, A.; HERRICK, L.; CHRISTOPHI, C.A.; SNYDER, S.A.; HAUSER, R. Association between water consumption from polycarbonate containers and bisphenol A intake during harsh environmental conditions in summer. *Environ Sci Technol.*, 2;47(7): 3333-43, Apr. 2013. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23448553>. Acesso em: 23 de maio de 2021.
- MESTRINER, F. (2002). Design de embalagem curso básico. São Paulo: Makron Books.
- PAINE, F. A e PAINE, H. Y. (1992). A handbook of food packaging. Glasgow: Blackie Academic and Professional.
- POSPISCHEK, Verena Saccocchi; SPINELLI, Mônica Glória Neumann; MATIAS, Andrea Carvalheiro Guerra. Avaliação de ações de sustentabilidade ambiental em restaurantes comerciais localizados no município de São Paulo. *DEMETERA: Alimentação, Nutrição & Saúde*, v. 9, n. 2, p. 595-611, 2014.
- SANTOS, A. M. P e YOSHIDA, M. P. (2011). Embalagem (Técnico em Alimentos). Recife: UFRPE. Disponível em: <http://200.17.98.44/pronatec/wp-content/uploads/2013/06/Embalagem.pdf>. Acesso em 4 de maio de 2021.

SARANTÓPOUSLOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M., Coltro, L.; VERCELINO, A. R. M., e CORRÊA, G. E. E. (2002). Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades. Campinas: CETEA/ITAL.

SARANTÓPOUSLOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M., Coltro, L.; VERCELINO, Castro, A. G., e POUZADA, A. S. (1991). As embalagens para a indústria alimentar. Portugal: Instituto Piaget.

SCHIMMELFENING, C.; Santos, D. M.; e Bernieri, E. (2009). Inovação de embalagens. Revista de Administração e Ciências Contábeis do IDEAU, 4(9), 1-15.

SCHAWARK, F. (2009). Influence factors for scenario analysis for new environmental technologies: the case for biopolymer. Technology Journal of Cleaner Production, 17(7), 644-652.

SILVA, Beatriz Souza. Bisfenol em janelas críticas do desenvolvimento: efeitos do BPA e do BPS sobre perfil endócrino-metabólico em ratos Wistar. 2019. 128 f. Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia Clínica e Experimental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

SONNEVELD, K. (2000). What drives (food) packaging innovation. Packaging Technology and Science, 13(1), 29-35.

VANDENBERG, Laura N.; CHAHOUD, Ibrahim; HEINDEL, Jerrold J.; PADMANABHAN, Vasantha; PAUMGARTTEN, Francisco J.R.; SCHOENFELDER, Gilbert. Urinary, Circulating, and Tissue Biomonitoring Studies Indicate Widespread Exposure to Bisphenol A. Environ Health Perspect., 118(8): 1055-70, Aug. 2010. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20338858>. Acesso em: 23 de maio de 2021.

VROOMAN, Lisa A.; OATLEY, Jon M.; GRISWOLD, Jodi E.; HASSOLD, Terry J.; HUNT, Patricia A. Estrogenic Exposure Alters the Spermatogonial Stem Cells in the Developing Testis, Permanently Reducing Crossover Levels in the Adult. PLoS Genet., 11(1): e1004949, Jan. 2015. Disponível em: <http://journals.plos.org/plosgenetics/article?id=10.1371/journal.pgen.1004949>. Acesso em: 31 de maio de 2021.