

PAPEL TÉRMICO: PANORAMA E DESAFIOS PARA A SUA SUBSTITUIÇÃO

Geovana Augusta Gomes Costa (*), Camila Moreira de Assis

* Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH) e geovanaag@hotmail.com

RESUMO

No Brasil, existem poucos estudos que abordam as propriedades do químico Bisfenol-A, que é um revestimento presente no papel térmico e que lhe confere cor quando submetido a calor. Para isso, faz-se necessário que novos estudos sejam realizados no país, como já acontece em outros países. Esse trabalho tem por objetivo geral abordar a problemática do papel térmico com Bisfenol-A no Brasil face aos seus impactos (na saúde e meio ambiente) e apontar possíveis alternativas à sua substituição. A metodologia foi dividida em uma vasta pesquisa bibliográfica sobre o tema, além de testes laboratoriais para estimar a concentração de BPA no papel térmico. Este método de ensaio abrange a determinação do Bisfenol-A (BPA) utilizando cromatografia gasosa e detecção seletiva de massa. A redução ou até mesmo eliminação do uso de papel térmico com BPA, além de ser vantajoso economicamente e ambientalmente, é também uma questão de saúde pública. Efeitos adversos associados à exposição ao BPA e ao risco à saúde têm sido relatados em uma ampla gama de espécies de vertebrados. Estes efeitos sugerem (não provam) que o BPA possui potencial de afetar algumas condições da saúde humana, incluindo doença cardíaca, diabetes tipo 2, câncer de mama e de próstata, infertilidade, transtorno do déficit de atenção e hiperatividade. Foi possível verificar que a controvérsia sobre as alternativas ao BPA é tão grande quanto aos riscos de exposição. Há a obrigação das empresas em disponibilizarem notas fiscais eletrônicas ao governo, no Brasil, como prevenção à evasão fiscal. E nada indica um aumento da evasão pelas empresas caso se tenha a obrigação de dar ao consumidor o e-recibo, a única diferença é que o mesmo terá a opção de recebê-lo eletronicamente. O mundo se move rapidamente para a globalização, por isso é para as novas e modernas formas de faturamento é que o futuro aponta. É preciso um melhor incentivo às tecnologias, para que o papel térmico seja substituído gradualmente.

PALAVRAS-CHAVE: Papel Térmico; Bisfenol A; BPA; Panorama; Desafios da Substituição.

INTRODUÇÃO

O Bisfenol A (BPA) é um dos produtos químicos de maior volume fabricados no mundo, são usados para produzir certos plásticos e resinas desde 1960. É produzido a uma taxa de cerca de 8.134 bilhões de metros por ano. Em 2004, aproximadamente 2.711 bilhões de metros de BPA foi produzido apenas nos EUA. Porém, nos últimos anos a ciência mostrou que a exposição ao BPA pode resultar em efeitos no ambiente e na saúde humana, incluindo distúrbios endócrinos reprodutivos até por contato cutâneo.

O papel térmico chegou ao Brasil em 1980, está presente nele o BPA que quando exposto à mudança de temperatura lhe confere cor. É usado onde há necessidade de impressão rápida e confiável e é aplicado em diversas áreas como a de vendas, nos processos bancários, em tickets e na medicina (EPA, 2014; BJÖRNSDOTTER; BOER; GÓMEZ, 2017).

Segundo dados do IBGE (2018), o Brasil tem uma população de mais de 209 milhões de pessoas e existe uma crescente no número de contas bancárias. Eram 5 milhões, em 1999, e, em 2015, já havia atingido a faixa de 83 milhões, o que reflete em inúmeras transações e uso excessivo de papel. Além disso, a Lei nº 8846, de 21 de Janeiro de 2004, exige que a emissão de nota fiscal ou documento equivalente deve ser efetuada no momento da operação. É evidente a tamanha importância da nota fiscal no cotidiano, além de carregar importantes informações e trazer a potencialização de recursos, também facilita trâmites administrativos, controle de documentação e tem vínculo com o processo decisório. Mas com a crescente populacional, torna-se inviável persistir com as notas físicas impressas, e já existem as notas fiscais eletrônicas (NFC-E) que são obrigatórias por lei para a maioria das atividades, devendo ser estendidas ao consumidor.

Além disso, desde junho de 2017, o mercado de papel térmico enfrenta uma crise em função do fechamento da Connet Chemicals pelas autoridades chinesas para se adequar às regulamentações ambientais. Ela é a fabricante líder de papel térmico (VDC RESEARCH, 2018), e com isso, os principais fornecedores tem se manifestado sobre o suprimento de papel térmico disponível não ser suficiente para atender a demanda, aumentando o preço. A Connet Chemicals retornou a produção dia 19 de março de 2018, mas apenas com 40% de seu potencial e a crise persiste. Muitos fabricantes começaram a usar substitutos ao BPA, chamados de livres de BPA (EPA, 2014). Mas existem dúvidas sobre seus impactos já que não são especificados, apenas categorizados como papel com bisfenol A livre, livre de bisfenol ou isento de fenol.

O Brasil carece de ações voltadas para a prevenção contra químicos com potencial danoso à saúde e meio ambiente, como o BPA. Mas para que isso aconteça são necessários investimentos voltados para sistemas digitais e treinamentos

de pessoas que contribuam de alguma forma para a redução de sua exposição a eles. Existe um ótimo potencial do uso de recursos da tecnologia no país como alternativa.

A relevância do tema, somado à escassez de estudos no Brasil motivou a realização do trabalho, uma vez que para ser possível atender de forma eficiente toda demanda existente relacionada ao uso papel térmico, é necessário que novas alternativas sejam inseridas nesse processo, de forma a garantir rapidez, confiabilidade, menores gastos e redução dos impactos ambientais e na saúde.

OBJETIVOS

O objetivo geral é abordar a problemática do papel térmico com Bisfenol-A no Brasil face aos seus impactos e apontar possíveis alternativas à sua substituição. Já os objetivos específicos são obter dados do consumo de papel térmico mundial; demonstrar a viabilidade ambiental e econômica associadas aos meios virtuais e alternativas para a emissão de notas e cupons fiscais. Apontar as vantagens e os desafios envolvidos na substituição do papel térmico por possíveis alternativas e avaliar a concentração de BPA no papel térmico do Brasil. Este artigo é parte de um Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH).

METODOLOGIA

I) ETAPAS

- Inicialmente, foi descrito todo o histórico que envolve a implantação e expansão do uso do papel térmico, através de levantamento bibliográfico.
- Após, foram obtidos dados acerca da quantidade de papel térmico gasto globalmente, e um levantamento das atividades que mais o utilizam.
- Foram discorridos, brevemente, as vantagens e dificuldades associadas à substituição do papel térmico pelo meio eletrônico, para verificação se essa troca é de fato viável.

II) TESTES LABORATORIAIS

Testes laboratoriais estão sendo realizados, no UNIBH, entre os dias 03 e 31 do mês de setembro para estimar a concentração de BPA no papel térmico. Este método de ensaio abrange a determinação do Bisfenol-A (BPA) utilizando cromatografia gasosa e detecção seletiva de massa. A seguir estão descritas as principais etapas que serão aplicadas:

- Doze amostras coletadas, aleatoriamente, com 100 mg de recibos de papel térmico foram utilizadas neste estudo;
- Foram cortados em pequenos pedaços e extraídos por 60 minutos em 1 mL de água pura à temperatura ambiente;
- Após o processo de extração, a quantidade de BPA que passou para a água foi analisada por cromatografia de alta eficiência (HPLC);
- A análise por HPLC foi realizada em um sistema de HPLC Agilent 1200 Series equipado com uma coluna C18 (100 x 2,1 mm, tamanho de 2,7 µm) usando uma fase móvel composta de água/acetoneitrila (60:40, v/v) a uma vazão de 1 mL/min e temperatura da coluna a 30 °C;
- Excitação de fluorescência e comprimento de onda de emissão para detecção de BPA foi de 225 nm e 310 nm, respectivamente;
- A solução padrão de BPA foi preparada dissolvendo 1 mg de BPA em 1 ml de acetoneitrilo.

Os resultados obtidos com os testes realizados sobre a concentração de BPA nos papéis térmicos não foram discorridos no artigo completo enviado a este evento, uma vez que o prazo de submissão antecedeu à data de obtenção dos testes laboratoriais obtidos. Na apresentação oral, serão detalhadas maiores informações sobre os dados obtidos em laboratório.

RESULTADOS

I) HISTÓRICO

Desenvolvido há mais de 40 anos em países como Japão e Estados Unidos, o papel térmico significou menor custo e mais detalhes nas compras (como data e hora). A diferença entre o papel térmico e os demais papéis consiste na sua composição, ele contém pigmentos e compostos termossensíveis. Apenas tornou-se realidade no Brasil na década de 80, com o surgimento do fax (NAA, 2014). No Brasil, o maior fabricante de papéis térmicos é a Votorantim Celulose e Papel, localizada em São Paulo.

A impressão térmica é silenciosa, gera imagem de forma simples e nítida e é a tecnologia mais usada para uma variedade de aplicações comerciais, incluindo recibos, etiquetas e faxes. O térmico é assim chamado por ser revestido com uma substância química que muda de cor quando exposta ao calor e é projetado para fornecer imagens ricas e legíveis em todas as velocidades de impressão. A superfície do papel é revestida com uma mistura de estado sólido de um corante e uma matriz adequada. O revestimento inclui quatro tipos diferentes de produtos químicos: o corante termocrômico (leuco dyes), os desenvolvedores que são derretidos juntamente com corantes leuco a fim de fornecer mais cor (químico revelador de cor mais usado é o BPA). Sensibilizadores que facilitam a mistura ao derreter. Estabilizadores que impedem que os corantes retornem às suas formas cristais incolores originais. Existem três formas de se obter uma impressão térmica. A térmica direta (foco do projeto) que depende do corante e do revelador para derreter e reagir no revestimento no papel (conforme se observa na Figura 1), a transferência térmica e a sublimação de tinta (EPA, 2014).

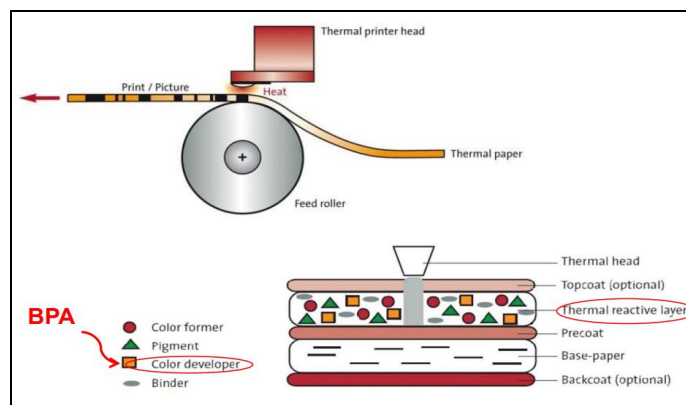


Figura 1 – Impressão térmica direta, identificando a reatividade térmica da camada que contém o BPA como revelador de imagem. Fonte – EPA, 2014.

II) CONSUMO DE PAPEL TÉRMICO E A CRISE MUNDIAL

O tamanho do mercado global de papéis térmicos foi estimado em 1.154,8 bilhões de toneladas em 2015 e já era de 2.776 bilhões de toneladas em 2017. Espera-se uma crescente por seu extensivo uso em atividades que também crescem como bancos e comércios. A previsão é que seu mercado alcance US\$ 5,52 bilhões de dólares até 2025. Por tecnologia, o segmento térmico direto representa a maior participação de mercado (4,89%) que é o abordado no artigo. A América do Norte é responsável pela maior participação no mercado global de papéis térmicos, e em sequência a Europa (CEPI, 2017).

Paralelo a isso, existe uma grande escassez global de papel térmico, em função do principal fornecedor mundial Connect Chemical, de corante leuco (material indispensável para a produção de papel térmico), ter sido desativado em função de problemas ambientais. Como consequência direta de suprimentos, tem-se o aumento significativo (mais de 20%) do custo do papel (TPC, 2017).

No dia 19 de março de 2018 foi retomada a produção do corante, com limitações entre 30 a 50% pela escassez do MAP (químico intermediário). Além disso, muitos dos outros custos subjacentes do papel térmico aumentaram drasticamente, como celulose, frete, e outros produtos químicos (PSS, 2018).

É importante ressaltar que apesar da retomada de produção, a precificação de mercado para o corante leuco permanece em níveis historicamente altos. Apenas à medida que a produção continue, é que os preços começarão a diminuir. Com base nessas condições atuais de mercado, ainda é possível que existam aumentos adicionais em 2018.

III) VANTAGENS E DIFICULDADES DA SUBSTITUIÇÃO DO PAPEL TÉRMICO

a) VIABILIDADE ECONÔMICA

O desenvolvedor de cor mais barato é o BPA pelo alto volume de produção, razão pela qual ainda é a substância dominante usada no papel térmico. Existem números ligeiramente diferentes fornecidos pelos fabricantes e distribuidores na diferença no preço do papel térmico livre de BPA comparado ao papel térmico contendo BPA. No entanto, a ordem relativa é a mesma. Papel com Bisfenol S sendo a mais barata alternativa, seguido por papel à base de Bisfenol-livre. D-8 e D-90 como um segmento médio, e o papel mais caro é o baseado em desenvolvedores Fenol-livre como o Pergafast 201 (LIAO; KANNAN 2011; EPA, 2014).

Como o objetivo central do trabalho é propor alternativas ao uso do papel térmico com Bisfenol-A, do ponto de vista econômico, a alternativa mais viável é uma substituição imediata por químicos de propriedades físicas e químicas semelhantes, de modo que os equipamentos existentes de armazenamento e transferência, bem como as tecnologias de fabricação, possam ser usados sem modificações significativas. Se essa compatibilidade não estiver disponível, os fabricantes precisarão modificar seus processos e adquirir novos equipamentos. No entanto, produtos químicos com propriedades semelhantes podem ter perfis semelhantes de risco e exposição. Os custos de manuseio, descarte e tratamento podem ser considerações importantes na avaliação de alternativas. Os produtos químicos com alto risco inerente podem exigir controles de engenharia especiais e proteções de trabalho que não são necessárias para alternativas menos perigosas. Os custos de eliminação de produtos químicos de alto risco também podem ser maiores do que para alternativas de baixo risco. Além disso, a substituição deve ser por uma substância química que se prevê o uso por muitos anos (EPA, 2014). Isso inclui atenção a potenciais ações regulatórias futuras, bem como tendências de mercado.

A vantagem econômica associada ao uso virtual é clara para as empresas, já que a digitalização dos recibos é simples. Há uma redução efetiva de custo pelo descarte do uso do papel e utilização da combinação de vários métodos de faturamento digital (envio do e-recibo via Bluetooth, SMS, e-mail, *Cloud*). Além disso, há aumento da produtividade pela potencialização do tempo que também contribui para a competitividade da empresa no mercado, os locais para armazenamento dos recibos são substituídos por meios digitais, fazendo com que haja otimização de espaço também. Nenhum investimento de alto custo é necessário, sendo benéfico e seguro para o cliente e para a companhia também (GOEL; PATEL, 2013).

b) 3.4.2 VIABILIDADE AMBIENTAL

Nos últimos anos, o BPA ganhou significativa atenção como um poluente ambiental, com isso surgiram inúmeros estudos sobre o seu potencial de risco e rotas de exposição, como na União Europeia e nos Estados Unidos com o Programa de Toxicologia Nacional – NTP (MENDUM *et al.*, 2011), a Figura 2 aborda a ascensão de publicações em locais que foi detectado a presença de BPA na água, foi baseado em aproximadamente 500 estudos.

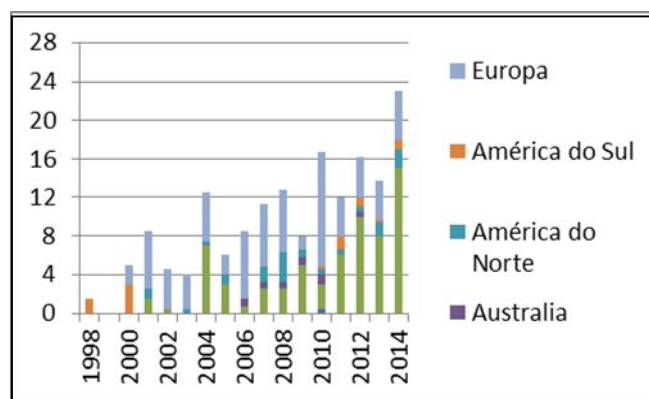


Figura 2 – Panorama histórico do número de publicações (por ano e por continente) que relatam a detecção de bisfenol A (BPA) em águas superficiais e efluentes. Fonte – Adaptado de CORRALES *et al.*, 2015.

O maior problema ambiental associado ao BPA e outros bisfenóis utilizados no papel térmico é o descarte. Além da própria poluição visual, há a liberação de bisfenol no ambiente (lençóis freáticos, solos e a atmosfera), sendo passível de bioacumulação pela sua baixa solubilidade. Se o bisfenol for encaminhado para a reciclagem, o impacto é maior ainda sobre a saúde humana e meio ambiente, pelo contato e contaminação dos papéis recicláveis. A solução não é o incentivo à reciclagem porque isso o mantém presente, uma vez que o papel reciclado pode ser usado para produzir vários tipos de papel, desde papel higiênico e até toalhas de papel, sendo um risco à exposição. Até que resultados de segurança sejam obtidos, o recomendado é que qualquer papel térmico seja descartado em vez de reciclado, independentemente da composição química sugerida. A melhor forma de descartar os recibos e que contenham bisfenóis é embalá-los firmemente em sacolas plásticas não biodegradáveis e destiná-los a aterros seguros, dessa forma eles não correrão o risco de vazarem para lençóis freáticos ou solos, apesar disso se tornam um volume a mais em aterros (21 milhões de toneladas no Brasil, em 2009). Somado a isso, estima-se que, anualmente, 10 milhões de árvores sejam cortadas, 3.785.411,78 litros de água usados, 946.352.946 milhões de litros de petróleo consumidos, apenas nos Estados Unidos para produção dos recibos, gerando 1,5 bilhão de quilos de resíduos sólidos. Além disso, 60 mil árvores são cortadas na Suécia (EPA, 2014; CANESI; FABBRI, 2015). Embora muitas empresas busquem a sustentabilidade por meio de programas de manejo e gestão, estudos mostram que as indústrias de produtos de papel são uma causa significativa de desmatamento.

Estudos laboratoriais indicam que o BPA causa efeitos reprodutivos, incluindo redução de hormônios, mostrou-se capaz de afetar o metabolismo também. Portanto, o composto parece ser um desregulador endócrino multifuncional. Com relação às espécies de invertebrados, segundo o relatório da EPA, BPA apresentou alta toxicidade crônica aquática, os resultados disponíveis indicam que nem os testes de ecotoxicidade realizados em espécies modelo nem estudos focados em uma abordagem mecanicista baseada em interações de BPA são suficientes para explicar e prever os efeitos de BPA. E nem explicar a exposição de animais ao BPA ao longo da vida, uma vez que é continuamente liberado em grandes quantidades. Assim, é possível uma subestimação dos efeitos, considerando também que espécies da fauna podem estar expostas a concentrações mais elevadas de BPA em matrizes específicas - lixiviados, efluentes de plantas, rios e sedimentos marinhos (EPA, 2014; CANESI; FABBRI, 2015).

c) REDUÇÃO DE RISCOS À SAÚDE HUMANA

Efeitos adversos associados à exposição ao BPA e ao risco à saúde têm sido relatados em uma ampla gama de espécies de vertebrados. Estes efeitos sugerem (não provam) que o BPA possui potencial de afetar algumas condições da saúde humana, incluindo doença cardíaca, diabetes tipo 2, câncer de mama e de próstata, infertilidade, transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (MENDUM *et al.*, 2011).

Mais de 100 estudos de epidemiologia mostram associações entre exposições ao BPA e um risco aumentado de resultados adversos na saúde. Avaliações de estudos de biomonitoramento revelaram exposições extensas e onipresentes a este composto em populações humanas de todo o mundo e centenas de estudos com animais de laboratório sugerem que baixas doses de BPA podem afetar o sistema nervoso, tecidos reprodutivos masculinos e femininos, sistema imunológico, glândula mamária e outros tecidos metabólicos. Esses estudos sugerem que há aumento da sensibilidade ao BPA durante períodos vulneráveis de desenvolvimento, incluindo a gestação e o período perinatal. Avaliações mais recentes revelaram que a presença de BPA em papel térmico pode entrar no organismo pelo contato com a pele. Estudos de avaliação de concentrações urinárias de BPA sugerem exposições levemente elevadas em indivíduos que trabalham como caixas. Simulações de trabalho envolvendo o manuseio de recibos de papel térmico também sugerem que exposições ocupacionais típicas podem aumentar as concentrações urinárias de BPA e seus metabólitos aproximadamente três vezes após o manuseio. Compreender as fontes e as vias de exposição ao BPA e outros produtos químicos desreguladores endócrinos é essencial, incluindo a quantidade de tempo que o composto pode circular no corpo na forma não conjugada antes de ser metabolizado. Quando o BPA entra no corpo pela via oral, é absorvido pelos vasos sanguíneos, transportado para o fígado e rapidamente metabolizado em um processo denominado metabolismo de primeira passagem (MENDUM *et al.*, 2011).

A redução ou até mesmo eliminação do uso de papel térmico com BPA, além de ser vantajoso economicamente e ambientalmente, é também uma questão de saúde pública. Um estudo realizado na China verificou se lavar as mãos poderia reduzir a exposição dérmica ao BPA. No entanto, cerca de 19-47% do BPA ainda era encontrado nas mãos mesmo após diferentes métodos de lavagem. A absorção dérmica através da manipulação de recibos e papéis foi estimada em 36,45 ng/dia para a população em geral e $1,54 \times 10^{-3}$ a 248,73 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para um caixa. Estes valores estão abaixo das doses máximas recomendadas pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA e pela Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (FAN *et al.*, 2015). Mas pelos seus efeitos adversos incertos sobre os seres humanos, a exposição prolongada de BPA por meio da absorção dérmica deve receber mais atenção, com ênfase nas populações ocupacionais.

d) ALTERNATIVAS, DESAFIOS E POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Poucos estudos abordam alternativas ao BPA. Informações e resultados destes poucos existentes foram discutidos a seguir. De maneira geral, as alternativas se pautam em três categorias: Bisfenol-livre, BPA-livre e Fenol-livre. Como opções “BPA-livre” para o uso de papéis térmicos existem: o Pergafast 201, Éter Tetrametil Bisfenol, Epóxi Tetrametil Bisfenol F e S, BHPP, Bisguaiacol F, Diglicidílico, uretano de uréia. Para “Bisfenol-livre”: o D-8 e D-90. Para “Fenol-livre”: o ácido ascórbico. No entanto, ainda existem lacunas na avaliação de seus impactos na saúde e no meio ambiente. A EPA ainda não identificou uma alternativa de fato segura para o Bisfenol-A.

Em um estudo, foram testados 103 papéis de recibos térmicos de 58 locais nos EUA, Japão, Coréia e Vietnã, o BPA foi encontrado em 94% dos recibos, variando desde abaixo do nível de quantificação (1 ng/g neste estudo) até 13,9 mg/g. Alguns papéis de recibos alegaram ser livres de BPA, mas todos o continham. Dos documentos de recibos coletados nos EUA, 100% deles continham BPA. E não foi detectado em nenhuma das seis amostras do Japão (provavelmente devido à eliminação do uso de BPA em 2001).

MENDUM *et al.* (2011), realizaram uma pesquisa em que analisou amostras de dez recibos de caixa registradora de empresas distintas em Boston, no qual identificou três categorias para a quantidade de BPA em papel térmico: conteúdo total de BPA (9-19mg/12 polegadas), baixo teor de BPA (1-3 mg/12 polegadas) e papel livre de BPA (abaixo do limite de detecção). Verificaram que oito recibos apresentavam concentrações quantificáveis de BPA (nível de quantificação de 26 µg/g), o BPA detectável variou de 3 a 19 mg.

ROCHA *et al.* (2015) determinaram os níveis de BPA e BPS em 190 recibos térmicos diferentes, coletados aleatoriamente em diferentes locais no Estado de São Paulo, incluindo recibos de supermercados, restaurantes, postos de gasolina, comprovantes bancários. BPA e/ou BPS foram detectados em 98% das amostras em concentrações que variaram abaixo do limite de quantificação para 4,3%. Os valores obtidos foram superiores aos valores anteriormente reportados em outros países. As potenciais consequências adversas da exposição elevada estão atualmente sendo examinadas, mas o resultado mostra que a atividade endócrina do BPS é semelhante ao do BPA.

Como a ação inicial deve ser a substituição dos bisfenóis, existem opções no mercado, que são razoavelmente competitivos no preço, como o ácido ascórbico (A empresa Alpha Free já utiliza e o desempenho é suave e duradouro, o melhor é que evita o BPA e desenvolvedores similares baseados em fenol comumente usados em outros papéis de recibo) e Pergafast 201 à base de uréia. Mas há o desafio associado aos inúmeros estudos que evidenciam que os seus efeitos são similares no ambiente e na saúde humana, justamente pela semelhança química. O melhor é que os empreendimentos mudem para um sistema de ponto sem papel.

As caixas registradoras mantêm o registro dos produtos na loja e os produtos são codificados em barra. O cliente seleciona vários produtos com código de barra que é lido e faturado. A fatura é então impressa no rolo de papel. Em substituição à impressão, uma opção é que a imagem da conta seja criada e fornecida ao cliente através outras técnicas:

- O *Bluetooth*, disponível na maioria dos telefones celulares.
- O serviço SMS/MMS pode ser usado para entregar o recibo no formato SMS do tipo de imagem via MMS.
- Um e-mail pode ser enviado para o ID do cliente ou para um site protegido por senha com o recibo anexado em formato PDF ou imagem.
- O *Cloud* no qual o recibo em qualquer formato também pode ser compartilhado em nuvem. Nota-se que é uma área em rápido crescimento e espera-se que o número de usuários cresça, sendo que, em 2015, já era em torno de um bilhão.
- Usando o pagamento móvel, um consumidor pode efetuar o pagamento e receber seu comprovante por vários meios.

Recibos eletrônicos (e-recibos) estão se tornando cada vez mais comuns no setor de varejo, sendo oferecidos pela Apple, Nordstrom, Whole Foods e outros grandes varejistas, sendo a melhor opção para a problemática do Bisfenol-A. Um exame completo dos méritos e compensações relativas ao papel térmico versus e-recibos requer a consideração de atributos do ciclo de vida, o que está além do escopo deste trabalho.

Outra opção é reprojeter o papel térmico, incluindo materiais reciclados e uso de produtos químicos de baixa preocupação como desenvolvedores, formadores de cor e sensibilizadores. Ferramentas de química verde estão crescendo, possibilitando a identificação de substitutos mais seguros, onde o perigo se torna parte de uma avaliação de desempenho. As opções de inovação que podem ser consideradas incluem o desenvolvimento de novos produtos químicos que têm um perfil de risco preferível, enquanto que ainda atendem às considerações de desempenho exigidas (EPA, 2014).

CONCLUSÕES

O grande consumo de recibos em papel será, em breve, insustentável pela grande demanda com a crescente populacional. Os recibos térmicos são revestidos com produtos químicos perigosos (BPA é o mais comum) tanto para os seres humanos quanto ao ambiente. Eles não são recicláveis devido à sua alta contaminação-risco e são socialmente parte indesejada do cotidiano.

Os órgãos reguladores de outros lugares do mundo como Estados Unidos, Coréia, Suécia e Dinamarca estão trabalhando ativamente para quantificar os riscos da exposição ao BPA e para identificar possíveis alternativas seguras a ele, é necessário que o Brasil também inicie suas pesquisas. O químico, inclusive, já é proibido no Japão e em breve em toda a União Europeia (já existe a restrição de que a quantidade de BPA no papel térmico não seja igual ou superior a 0,02% de seu peso). Resultados recentes sugerem que o simples manuseio de recibos de papel térmico pode levar à transferência significativa de BPA para o organismo. Alguns fabricantes substituíram o BPA por outros bisfenóis ou

fenóis, porém até que resultados mais completos estejam disponíveis, é importante tratar todos os papéis térmicos como um risco igual.

Foi possível verificar que a controvérsia sobre as alternativas ao BPA é tão grande quanto aos riscos de exposição. Há a obrigação das empresas em disponibilizarem notas fiscais eletrônicas ao governo, no Brasil, como prevenção à evasão fiscal. E nada indica um aumento da evasão pelas empresas caso se tenha a obrigação de dar ao consumidor o e-recibo, a única diferença é que o mesmo terá a opção de recebê-lo eletronicamente. O mundo se move rapidamente para a globalização, por isso é para as novas e modernas formas de faturamento é que o futuro aponta.

Este artigo mostrou o novo modo de geração de recibos que está emergindo, substituindo os recibos impressos por opções digitais (SMS, Cloud, e-mail). A tendência é que a via virtual se fortaleça, substituindo métodos que já estão em desuso como a impressão térmica. Duas das três alternativas avaliadas no trabalho como possíveis substitutos para recibos em papel indiscutivelmente indicam mais sustentabilidade, que são o meio digital e o reprojeto do papel térmico. A principal vantagem dos recibos digitais é a redução do uso de papel e, com isso, a redução do custo de compra dos rolos de papel. Os clientes recebem um recibo seguro e duradouro. Considerando os telefones celulares como um dispositivo que se tornou parte integrante da vida das pessoas e dependendo das suas variações de funcionalidade, existem muitas formas de entregar o recibo ao cliente através dele. Existem empresas que trabalham para substituir recibos em papel por recibos eletrônicos.

A terceira alternativa avaliada, que foi a promoção ampliada de recibo “BPA- FREE” mostrou que o produto não é um substituto seguro para o recibo tradicional usado hoje, uma vez que eles provavelmente são revestidos com outros produtos químicos igualmente perigosos para os seres humanos e o meio ambiente, como foi constatado pela revisão. Embora nenhuma conversão rápida seja esperada, as preocupações com a segurança quanto aos riscos associados ao BPA podem se tornar um catalisador para a mudança.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BJÖRNSDOTTER, M. K.; BOER, J. de; GÓMEZ, A. B. Bisphenol A and replacements in thermal paper: A review. **Chemosphere**. Netherlands, p. 691-706. 15 ma. 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/KieZGg>>. Acesso em: 26 mar. 2018. ISSN 0045-6535.
2. CANESI, Laura; FABBRI, Elena. Environmental Effects of BPA. **Dose-response**, [s.l.], v. 13, n. 3, p.1-14, 29 jul. 2015. SAGE Publications. Disponível em: <10.1177/1559325815598304>. Acesso em: 02 maio 2018.
3. CEPI - **Confederation of European Paper Industries**. Bruxelles: CEPI, 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 11 ago. 2018.
4. CORRALES, Jone et al. Global Assessment of Bisphenol A in the Environment. **Dose-response**, [s.l.], v. 13, n. 3, p.1-29, 29 jul. 2015. Disponível em: <<http://encurtador.com.br/dmGR4>>. Acesso em: 08 ago. 2018.
5. EPA - United States Environmental Protection Agency. **Bisphenol A Alternatives in Thermal Paper**. Science Matters: Estados Unidos, 2014. Disponível em: <<https://www.epa.gov/>>. Acesso em 15 mar. 2018.
6. FAN, Ruifang et al. Levels of bisphenol-A in different paper products in Guangzhou, China, and assessment of human exposure via dermal contact. **Environmental Science: Processes e Impacts**, [s.l.], v. 17, n. 3, p.667-673, 2015. Royal Society of Chemistry (RSC). Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25671788>>. Acesso em: 03 maio 2018.
7. GOEL, K.; PATEL, N. R.. Digital Receipts: A Viable Replacement For The Printed Receipts on Thermal Papers. **International Journal Of Innovative Research And Development**, Guna, v. 2, n. 12, p.38-41, dez. 2013. Mensal. ISSN 2278 – 0211. Disponível em: <<http://www.ijird.com/>>. Acesso em: 06 jul. 2018.
8. IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 11 mar. 2018.
9. LIAO, C e KANNAN, K. Widespread Occurrence of Bisphenol A in Paper and Paper Products: Implications for Human Exposure. **Environmental Science And Technology**. New York, p. 9372-9379. 23 set. 2011. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es202507f>>. Acesso em: 13 abr. 2018.
10. MENDUM, T. et al. Concentration of bisphenol A in thermal paper. **Green Chemistry Letters And Reviews**, [s.l.], v. 4, n. 1, p.81-86, 28 mar. 2011. Disponível em: <<https://goo.gl/4x3Skn>>. Acesso em: 28 mar. 2018. ISSN 1751-7192.
11. NAA - **National Archives of Australia**. Australia: NAA, 2014. Disponível em: <<http://www.naa.gov.au/>>. Acesso em: 14 abr. 2018.
12. PSS – Pos Supply Solutions. **Global thermal paper shortage updates and information**. Middleton, 2018. Disponível em <<https://www.possupply.com/thermal-paper-shortage>>. Acesso em: 21 mar. 2018.
13. ROCHA, B. R.; AZEVEDO, L. F.; GALLIBERTI, M.; CAMPIGLIA, A. D.; BARBOSA, F. Jr. High Levels of Bisphenol A and Bisphenol S in Brazilian Thermal Paper Receipts and Estimation of Daily Exposure. **Journal of Toxicology and Environmental Health**, Philadelphia, v. 38, n. 18 p. 1181-1188, 02 jun. 2015. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/toc/uteh20/current>>. Acesso em: 02 mai. 2018.

14. TPC – THERMAL PAPER CHINA. **Update:** Global Thermal Paper Shortage in 2018. Jinan, 2017. Disponível em: < <https://goo.gl/qmxX1u>>. Acesso em 20 mar. 2018.
15. VDC RESEARCH. **Leading leuco dye manufacturer shutdown causes significant disruption in direct thermal paper market.** Massachusetts, 2018. Disponível em: < www.vdcresearch.com>. Acesso em 20 mar. 2018.