

A Relação entre a Indústria Química e o Setor de Bens de Consumo Não Duráveis no Contexto da Economia Circular

The Relation Between Chemical Industry and the Fast Moving Consumer Goods Sector in the Circular Economy Context

Aline Tavares¹

Suzana Borschiver²

Tatiana Ferreira³

Resumo

A Economia Circular se apresenta como um modelo de sustentabilidade, em que os resíduos se tornam novos recursos, mantendo a utilidade e o valor o máximo de ciclos possíveis. Com isso, este trabalho apresenta estudos de caso do setor de Bens de Consumo Não Duráveis relacionados à Economia Circular e à Indústria Química, identificados dentre 57 casos selecionados em uma busca descritiva e exploratória em nível mundial na plataforma de Estudos de Caso da Fundação Ellen MacArthur e outras fontes correlacionadas à Economia Circular nos últimos 10 anos. A partir da categorização proposta dos casos selecionados, foi possível identificar a sinergia das ações circulares no ciclo técnico e reverso da Economia Circular e impactos mais concentrados no setor petroquímico e de transformados plásticos, a montante e a jusante da Indústria Química, devido ao incentivo de *redesign* das embalagens plásticas e à aplicação da logística reversa nesta cadeia produtiva.

Palavras-chave: Economia Circular. Indústria química. Bens de consumo não duráveis.

Abstract

Circular Economy is an alternative production and service model, which waste becomes new resources, maintaining utility and value at the largest numbers of possible cycles. Thus, this work presents case studies of the Fast Moving Consumer Goods sector related to the Circular Economy and Chemical Industry, identified among 57 cases selected in a descriptive and exploratory search worldwide in the Case Studies platform of the Ellen MacArthur Foundation and other sources correlated to the Circular Economy in last ten years. Based on the proposed categorization of the selected cases, it was possible to identify synergies of the circular actions in the technical and reverse cycle of the Circular Economy and more concentrated impacts in the petrochemical and plastics industry sectors, upstream and downstream of the Chemical Industry, due to the redesign incentive of plastic packaging and the application of reverse logistics in this production chain.

Keywords: Circular Economy. Chemical industry. Fast moving consumer goods sector.

Área tecnológica: engenharia química. ciências ambientais. inovação.

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.



1 Introdução

Inúmeros estudos na literatura apontam os impactos negativos causados pelo rápido crescimento de um modelo econômico e industrial baseado em “*take-make-dispose*”, isto é, a exploração dos recursos naturais, sua conversão em produtos finais e a disposição inadequada dos resíduos gerados (LOURENÇO; CHIARAMONTI, 2014). Em paralelo, estimativas apontam que o crescimento populacional no mundo pode atingir 8 bilhões de habitantes até 2025, com uma pegada ecológica de quase um ano e meio para o planeta regenerar o que é consumido em um ano (CAROCHO *et al.*, 2014; WIJKMAN; SKÅNBERG; BERGLUND, 2015).

Desde 2012 são contabilizadas na plataforma de dados estatísticos sobre resíduos sólidos urbanos no mundo, Waste Atlas, a geração de até 226 mil toneladas por dia de resíduos, tendo acumulado cerca de 1,5 bilhões de toneladas. Na mesma plataforma é possível perceber que a Austrália gera mais resíduo *per capita* anualmente do que o Brasil, com 640 Kg/ano e 377,6 Kg/ano, respectivamente. Entretanto, ao verificar a taxa de reciclagem entre os dois países percebe-se a discrepância de 30,3% a 1%, nesta ordem, demonstrando a necessidade de ações colaborativas que viabilizem economicamente esse processo (WASTE ATLAS, 2018).

Diante desse contexto, a Economia Circular se apresenta como um modelo industrial de sustentabilidade, que visa a remodelar a cadeia produtiva linear atual para um novo conceito circular de produção e circulação de recursos. A British Standards Institution (BSI) (2017a, p. 10, *apud* PAULIUK, 2018) define o modelo de Economia Circular como uma “*economia que é restauradora e regenerativa por design, e que visa manter produtos, componentes e materiais com a maior utilidade e valor em todos os momentos, distinguindo entre ciclos técnicos e biológicos*”.

Segundo o estudo da Fundação Ellen MacArthur⁴ (2012), os materiais biológicos (matérias-primas renováveis e insumos obtidos por via biotecnológica) caracterizam-se por serem biodegradáveis e não tóxicos. Devem ser planejados para serem reinseridos na natureza por compostagem ou digestão anaeróbia e, assim, regenerar a biosfera e fechar o ciclo de vida. Os materiais técnicos, caracterizados por polímeros, ligas metálicas e outros oriundos de fontes finitas, devem ser projetados para reinserção no ciclo de produção o máximo de vezes possível, sem perda de qualidade, até que a sua disposição em aterros seja inevitável.

Nesse sentido, a Economia Circular tem como principal objetivo o uso de energias renováveis, a eliminação ou minimização de componentes tóxicos e a geração zero ou mínima de resíduos desde a concepção dos produtos (RIBEIRO; KRUGLIANSKAS, 2015). Assim, os resíduos passam a ser considerados novos recursos, reduzindo a dependência por fontes de matérias-primas e os desperdícios como um todo (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012; RIBEIRO; KRUGLIANSKAS, 2015).

A Fundação classifica os casos em quatro tipos de *Building Blocks*⁵: *Design Circular*, *Novos Modelos de Negócios*, *Ciclo Reverso* e *Fatores Viabilizadores e Condições Sistêmicas Favoráveis* (FVCSF). Os estudos de caso são relacionados ao *Design Circular* quando há mudanças nos materiais selecionados, nos componentes padrão ou no desenho do produto, de modo que ele possa ser remanufaturado, reutilizado ou reciclado, voltando à mesma ou a outra cadeia produtiva. Os *Novos Modelos de Negócios* incluem as empresas que modificaram seus negócios

⁴ A Fundação Ellen MacArthur se tornou a principal referência nesse tema. Fundada em 2010, é uma organização sem fins lucrativos e tem como objetivo fomentar a transição da economia linear tradicional para a economia circular.

⁵ Fonte: <www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/building-blocks>.

tornando o consumidor como usuário e o produto como serviço ou inovaram alguma parte, de modo que o seu negócio se torne circular. O Ciclo Reverso trata das ações na ou parte da cadeia produtiva que acarretam no reuso, remanufatura, reparo ou reciclagem. Já os FVCSF estão associados com a gestão pública, instituições educacionais e líderes de opinião pública por meio, por exemplo, de projetos colaborativos com empresas, políticas públicas, financiamento ou implementação de regras ambientais internacionais, de modo que as ações sejam ao nível de cidades. Vale ressaltar que um mesmo caso pode fazer parte de mais de um *Building Block*.

No longo prazo, a Economia Circular pode reduzir custos com matéria-prima, riscos na volatilidade e suprimentos de materiais, estabelecendo sistemas econômicos mais resilientes. Stahel (2016) reportou que há estimativas de até US\$ 500 milhões de economia em materiais e aumento da força de trabalho em cerca de 4%, de modo geral. Além disso, a criação de novos modelos de negócio, como a logística reversa e a comercialização de produtos como um serviço, por exemplo, pode estabelecer uma relação de longo prazo com os clientes, demandando novos serviços empresariais e gerando novas oportunidades de lucro para as empresas. No âmbito ambiental as oportunidades se encontram na redução de externalidades negativas como, por exemplo, as emissões de gases de efeito estufa em 50% por meio da energia renovável e a eficiência energética. Outras estratégias de Economia Circular podem ajudar a alcançar até 70% de redução (WIJKMAN; SKÅNBERG; BERGLUND, 2015).

Nesse contexto, a indústria química exerce um importante papel como agente de inovação tecnológica para várias cadeias produtivas a montante e a jusante e, por isso, possui grande potencial para viabilizar as diretrizes da Economia Circular. No Brasil, o setor químico possui 21,2% de participação no PIB industrial e já conseguiu reduzir a geração de resíduos em torno de 43,5% por meio de parcerias e investimento nos últimos 10 anos (ABIQUIM, 2015, 2016).

Dentre os setores que se relacionam com a Indústria Química está o de Bens de Consumo Não Duráveis, caracterizado pela produção e comercialização de alimentos e bebidas, vestuário, produtos de beleza, entre outros e suas embalagens, do qual este estudo se sustenta (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012). Devido às suas características de produção em grandes volumes, compras frequentes e a baixo custo, esse setor possui tempo de vida útil curto, respondendo por 75% dos resíduos sólidos urbanos gerados. Isso, por sua vez, é fortemente agravado pelo ciclo das embalagens correspondentes, que muitas vezes são descartadas imediatamente após o uso (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012; STEWART; NIERO, 2018).

Assim, como parte de uma dissertação que trata da contribuição do conceito de Economia Circular para a Indústria Química, o objetivo deste trabalho é apresentar os setores possivelmente mais impactados a montante e a jusante desse setor no cenário da Economia Circular a partir de estudos de caso do setor de Bens de Consumo Não Duráveis, bem como os produtos obtidos e processos envolvidos a partir da proposta de categorização dos estudos de caso selecionados.

2 Metodologia

Foi utilizada para este trabalho a metodologia exploratório-descritiva em nível mundial, visando à seleção de estudos de caso de Economia Circular relacionados com a Indústria Química publicados nos últimos 10 anos, sendo então selecionados aqueles pertencentes ao setor

de Bens de Consumo Não Duráveis. A principal fonte utilizada foi a plataforma de Estudo de Casos da Fundação Ellen MacArthur, sendo também utilizadas outras fontes na literatura.

Os estudos de caso foram analisados, qualitativamente, e selecionados aqueles cuja empresa, insumo, produto e/ou processo se relacionam com a Indústria Química. A partir disso, foi elaborada uma proposta de categorização dos estudos de caso selecionados, que se encontra definida no Quadro 1. As categorias “Ciclo da Economia Circular” e “*Building Block*” foram retiradas da plataforma Fundação Ellen MacArthur e as outras foram criadas no estudo conforme o foco voltado para a Indústria Química.

Quadro 1 – Proposta de categorização dos estudos de caso analisados

	País-sede	País sede da empresa.
	País do caso	País onde o caso estudado foi implementado.
FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR	Ciclo da Economia Circular	Correspondente ao ciclo da Economia Circular em que o caso estudado se aplica. Biológico (B) (quando envolve bioprocessos e bioprodutos) e Tecnológico (T) (quando envolve o <i>design</i> , o reuso, a reprocessamento e a reciclagem de recursos finitos).
	<i>Building Block</i>	Classificação dos casos estudados de acordo com o modelo da Fundação Ellen MacArthur (<i>Design</i> , Ciclo Reverso, Novos Modelos de Negócios e Fatores Viabilizadores e Condições Sistêmicas Favoráveis).
MODELO PROPOSTO	<i>Driver</i>	Palavras-chaves obtidas de acordo com os objetivos dos casos estudados. Detalhadas no Quadro 2.
	Processo	Quando há um ou mais processo (s) químico, físico ou bioquímico envolvido (s) no caso estudado.
	Insumo/Matéria-prima	Insumo ou matéria-prima utilizado (a) no caso estudado relacionado à indústria química.
	Produto químico	Produto químico obtido no caso estudado.
	Outro produto inal	Outros produtos, não relacionados à indústria química, gerados pelo caso estudado.
	Setor a montante	Setor industrial a montante da indústria química que pode ser impactado pelo caso estudado.
	Setor a jusante	Setor industrial a jusante da indústria química que pode ser impactado pelo caso estudado.

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo

O Quadro 2 apresenta a definição correspondente a cada *driver* obtido por meio da análise qualitativa dos casos estudados. Ao todo foram selecionados 57 estudos de caso relacionando a Economia Circular com a Indústria Química e que, de acordo com atividades produtivas definidas pelas empresas responsáveis pelos casos, puderam ser agrupadas em 15 setores industriais a fim de identificar oportunidades no cenário de Economia Circular, bem como possíveis impactos deste modelo econômico nos setores a montante e a jusante da Indústria Química.

Então, para este trabalho serão discutidos aqueles pertencentes às empresas Unilever e Coca-Cola Enterprises Inc. (CCE), que possuem suas atividades diversificadas definidas dentro do setor de Bens de Consumo Não Duráveis. É importante observar que, apesar de a Coca-Cola ter como principais clientes o setor de Alimentos, outras atividades realizadas pelo grupo se

enquadram nesse setor como, por exemplo, a produção de embalagens sustentáveis e a gestão da logística reversa destas, de modo a retorná-las para a cadeia produtiva.

Quadro 2 – Conceituação dos *drivers* derivados dos casos

DRIVER	JUSTIFICATIVA
Economia colaborativa	Derivada do conceito de Valor Compartilhado (<i>Shared Value</i>), no qual práticas interindustriais e intraindustriais permitem o intercâmbio de conhecimentos e recursos, investimento em inovação, formando uma rede de cooperação. Aplicável quando o caso estudado envolve um projeto colaborativo entre os <i>stakeholders</i> da cadeia e/ou outras organizações.
Logística reversa	Modelo de logística empresarial que objetiva planejar, operar e controlar o fluxo de bens de pós-venda e pós-consumo, bem como o seu retorno ao ciclo de negócios ou produtivo. Aplicável quando o caso estudado envolve o retorno do produto para a cadeia de suprimentos, de modo que tenha algum destino que não seja o aterro sanitário.
Reciclagem	Aplicável quando o caso estudado envolve o reprocessamento dos resíduos em produtos, materiais ou substâncias. Inclui material orgânico, mas não a recuperação de energia e materiais que devem ser utilizados como combustíveis.
Reúso	Aplicável quando, no caso estudado, os produtos ou componentes que não são resíduos são usados novamente para o mesmo propósito para o qual eles foram concebidos.
Simbiose industrial	Aplicável quando o caso estudado envolve empresas dentro da mesma área física (parques industriais) ou virtuais (quando a integração transcende o limite físico), e visam ao intercâmbio de resíduos e insumos, otimização de energia, água, rejeitos e outros recursos entre as mesmas.

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo

Para a análise dos possíveis impactos nos setores da economia, considerando o cenário de Economia Circular em larga escala, foram utilizadas como critérios de decisão as categorias definidas no Quadro 1: Insumo/Matéria-Prima, Produto Químico e Outro Produto Final. A partir de então, a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE 2.0)⁶ foi utilizada como base para a identificação dos setores pertencentes aos produtos classificados em tais categorias. Como referência dos setores que se relacionam a montante e a jusante com a indústria química, foi utilizada a base construída por Borschiver (2002).

3 Resultados e Discussão

Serão discutidos neste trabalho os estudos de caso da Unilever e da Coca-Cola Enterprises, cujas atividades se relacionam com a Indústria Química, bem como a proposta de categorização obtida pelos respectivos resultados.

3.1 Unilever

Reconhecida mundialmente, a Unilever é um dos grandes *players* do setor de Bens de Consumo Não Duráveis. Desde 2010, passou a implementar em seus modelos de negócio o

⁶ Fonte: (IBGE, 2017).

Plano de Vida Sustentável da Unilever (*Unilever Sustainable Living Plan*), com foco em saúde e bem-estar, redução de impactos ambientais e melhores condições de trabalho (UNILEVER, 2017).

No contexto da Economia Circular, a companhia tem atuado no início da cadeia produtiva com o uso de embalagens ecoeficientes e no final da mesma com a reciclagem de plástico pós-uso, resíduos domésticos inorgânicos e de efluentes, adotando este novo modelo em vários países.

Para o início da cadeia produtiva, a companhia lançou em 2014 as diretrizes denominadas *Design for Recyclability*. Essas diretrizes abordam o uso de embalagem modular, isto é, o *design* das embalagens para facilitar a desmontagem e remontagem; a utilização de materiais mais leves e resistentes; e maior comercialização de refis. Para fechar o ciclo produtivo, a companhia tem atuado com iniciativas no campo da reciclagem, como o uso de materiais pós-consumo reciclados e parceria com outras empresas, governos e consumidores, a fim montar uma infraestrutura sustentável de coleta, classificação e reprocessamento de embalagens. Em 2017, assumiu o compromisso de utilizar embalagens de plásticos que sejam totalmente reutilizáveis, recicláveis ou compostáveis, até 2025 (UNILEVER, 2017).

O Quadro 3 apresenta a proposta de categorização elaborada a partir dos estudos de caso selecionados da Unilever, descritos a seguir conforme o país em que ocorrem/ocorreram, e que se relacionam com a Indústria Química por meio de suas atividades, como o uso de embalagens plásticas, conforme a Unilever (2017):

- a) Indonésia: um projeto voltado para a conversão de resíduos de embalagens de refis em combustíveis está para ser iniciado (sem data prevista) em escala piloto, utilizando uma tecnologia adaptada da pirólise (não detalhada). Além deste, a empresa desenvolveu um Banco Comunitário de Resíduos em 2009, onde as comunidades podem coletar resíduos inorgânicos e vendê-los com base no seu valor. Em 2016, 1.630 bancos de resíduos comunitários com 73.228 membros coletaram 4.363 toneladas de resíduos de embalagens, no valor de 6,4 bilhões de IDR.
- b) Marrocos: um programa de incentivo à reciclagem voltado para os consumidores é realizado por meio de campanha educacional em TV e internet, por exemplo, com a instalação de pontos de coleta voluntária de sachês de chá usados, que são reciclados para energia.
- c) Austrália e Nova Zelândia: a associação entre a Unilever e o RED Group em 2015, uma iniciativa australiana de reciclagem em circuito fechado, possibilita que embalagens consideradas difíceis de reciclar sejam transformadas em novos produtos, como mobiliário de exterior para escolas. Em 2016, através dos esforços de todos os parceiros da REDcycle, a iniciativa desviou mais de 77 milhões de peças de plástico do aterro sanitário.
- d) Brasil: numa parceria com a *Consumer Goods Forum*, Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE) e o supermercado Pão de Açúcar, foram instalados pontos de coleta voluntária de embalagens usadas no supermercado. Esta iniciativa coletou mais de 100 mil toneladas de material desde o início do programa em 2002, tendo alcançado, em 2016, 141 estações de reciclagem em 42 cidades e 45 cooperativas que geram renda (direta e indiretamente) para mais de 5.800 pessoas.
- e) China: por meio do programa *Meta Zero Waste non-hazardous to Landfill* (ZWL), a companhia tem reciclado resíduos de embalagens plásticas em uniformes para os funcionários na fábrica de Henfei.
- f) Índia: em Mangalore, os resíduos orgânicos produzidos na fábrica são reutilizados como

fertilizantes para as hortas que cultivam alimentos para a cantina. Em parceria com o fabricante de cimento Lafarge Holcim e seu fornecedor de serviços de gerenciamento de resíduos Geocycle, os resíduos são pré-tratados e utilizados como combustível alternativo e matéria-prima em seus fornos de cimento. A cinza também é usada, sendo totalmente incorporada no clínquer, não deixando resíduos.

- g) Argentina: em Mendoza, o efluente rico em nutrientes da fábrica e o solo dos agricultores locais que produzem vegetais usados na fábrica são reaproveitados, produzindo condicionante orgânico de solo, que será utilizado pelos mesmos agricultores. Desta forma, foram reduzidos desta fábrica 430 toneladas de resíduos.
- h) Sri Lanka: a fábrica de Agarapathana tem utilizado resíduos de chá como combustível nas caldeiras.
- i) Quênia: na cidade de Nairóbi, os resíduos de plástico são comprimidos em folhas de telhas onduladas e recipientes químicos se tornam recipientes de lixo para banheiros públicos.

Quadro 3 – Casos da Unilever relacionados com a Economia Circular

UNILEVER								
PAÍS-SEDE	Reino Unido							
PAÍS DO CASO	Indonésia	Indonésia	Marrocos Sri Lanka	Austrália Nova Zelândia Brasil	China	Índia	Argentina	Quênia
CICLO DA ECONOMIA CIRCULAR	T	T	T	T	T	B	B	T
BUILDING BLOCK	Ciclo reverso	Ciclo reverso	Ciclo reverso	Ciclo reverso	Ciclo reverso	Ciclo reverso FVCSV	Ciclo reverso	Ciclo reverso
DRIVER	Reciclagem	Reciclagem	Reciclagem	Reciclagem	Reciclagem	Reúso Reciclagem Simbiose industrial	Reúso	Reúso Reciclagem
PROCESSO QUÍMICO	Pirólise	N/A*	ND*	N/A	N/A	N/A	ND	N/A
INSUMO/MATÉRIA-PRIMA	Resíduos de embalagens	Resíduos domésticos inorgânicos	Resíduos de sachês de chá	Resíduos de embalagens	Resíduos de embalagens	Resíduos orgânicos	Efluentes	Resíduos de Plásticos
PRODUTO QUÍMICO	Combustível	N/A	N/A	N/A	N/A	Fertilizante	N/A	N/A
OUTRO PRODUTO FINAL	N/A	Renda para a comunidade	Energia	ND	Tecido	Energia	Condicionante orgânico de solo	Telhas Lixeiras
SETOR A MONTANTE	Energia	N/A	Energia	Petroquímico	Petroquímico	Agrícola Petroquímico	Agrícola	Petroquímico
SETOR A JUSANTE	Transformados plásticos	N/A	N/A	Transformados plásticos	Têxtil	N/A	N/A	Transformados plásticos

*ND: Não disponível. *N/A: Não se aplica. B: Biológico. T: Tecnológico.

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo

Além disso, a Unilever também tem o compromisso de realizar a medição de pegada ecológica nas suas embalagens e resíduos. Em 2016, conseguiu reduzir em 28% em relação a 2010 a pegada ecológica devido a melhorias na reciclagem e reuso das embalagens, eliminando as marcas cujas embalagens não foram amplamente recicladas e reduzindo o volume de materiais usados nas mesmas.

3.2 Coca-Cola Enterprises (CCE)

A Coca-Cola Enterprises Inc. (CCE) é um grupo de 54 marcas comercializadas no mundo todo como, por exemplo, Coca-Cola, Fanta, Sprite, Nestea, Powerade, entre outras. Além dessas marcas já conhecidas por atuar no setor de Alimentos, as outras atividades do grupo relacionadas também às embalagens de polietileno de tereftalato (PET) enquadram este grande *player* global no setor de Bens de Consumo Não Duráveis, sendo a terceira maior engarrafadora independente da Coca-Cola no mundo (COCA-COLA EUROPEAN PARTNERS - CCE, 2013).

No contexto da Economia Circular, a companhia tem atuado no início da cadeia produtiva com o *redesign* das embalagens PET para facilitar o reprocessamento e a recuperação dos materiais e, no final da mesma, com o retorno dessas embalagens pós-consumo. Em 2015, a Coca-Cola Company anunciou a comercialização da garrafa PET 100% feita de biomassa, que já tinha sido lançada em 2009 feita com 30% de biomassa, de nome comercial PlantBottle™. Desde o início, a companhia licencia a tecnologia para que outras empresas, como H. J. Heinz e Ford, possam expandir sua aplicação e construir uma cadeia de fornecimento global para esse material (COCA-COLA COMPANY, 2015).

Além disso, o grupo tem investido € 13 milhões desde 2012 na criação de dois centros de reprocessamento e reciclagem de garrafas PET: o primeiro, denominado de “Reciclagem Continuum”, foi formado por meio da criação da *joint venture* com a ECO Plastics na Grã-Bretanha; e o segundo, denominado “Infineo”, foi formado por meio da criação da *joint venture* com a APPE na França (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015). Além dos processos convencionais de reciclagem mecânica, esses centros de reciclagem utilizam também a policondensação para a purificação dos grânulos produzidos na etapa de extrusão e, então, seguem para a injeção. Os grânulos pré-formados são vendidos para customização pelas *joint ventures*. Vale ressaltar que os dois centros possuem programas de educação ambiental com visitas escolares a fim de ensinar os benefícios da reciclagem e os produtos que podem ser obtidos.

Desde 2012, o centro “Continuum” já produziu 25 mil toneladas de r-PET por ano, incluindo 25% deste nas garrafas comercializadas na Holanda e economizou cerca de 33.500 toneladas de CO₂ por ano (equivalente a mais de 15.715 carros fora de circulação). A instalação também reciclou cerca de 15 milhões de garrafas coletadas nos Jogos Olímpicos e Paralímpicos do mesmo ano, fechando o ciclo como novas garrafas em seis semanas. Diferentemente desse centro, o centro “Infineo” foi iniciado em 2013 e também recicla papel, papelão, vidro, aço e alumínio. Além disso, 32% das garrafas de plástico da CCE na França contêm PET reciclado proveniente deste centro.

Visando a fechar o ciclo da Economia Circular de plásticos, a companhia se juntou ao conselho consultivo do DEMETO, um consórcio europeu que desenvolve uma tecnologia de reciclagem química sustentável, rentável e escalonável. Financiada pela União Europeia, a tecnologia de reciclagem química em desenvolvimento busca transformar PET em seus com-

ponentes básicos (etilenoglicol e ácido tereftálico) por meio da radiação de micro-ondas para acelerar o processo. Além disso, a tecnologia pode ser aplicada também em tapetes e tecidos, permitindo a reciclagem de várias formas de PET que atualmente não podem ser recicladas (CURTIS, 2018).

No Brasil, pode-se citar a iniciativa do grupo representado pela Coca-Cola Brasil com a criação do programa Coletivo Reciclagem em 2012 (COCA-COLA BRASIL, 2016). Além da reciclagem, o programa inclui a capacitação de cooperativas de catadores e a logística reversa das embalagens, isto é, o seu retorno para a cadeia produtiva. A evolução das cooperativas é avaliada por meio de indicadores de performance e os resultados são compensados, por exemplo, por novos equipamentos e reforma das instalações (COCA-COLA BRASIL, 2016).

Para a realização desse programa foram firmadas parcerias com 304 cooperativas no país, representando mais de 6.631 catadores membros de cooperativas de reciclagem (COCA-COLA BRASIL, 2016). No último ciclo de avaliação, 93% das cooperativas apresentaram um crescimento de 10% nos indicadores de performance e de 30% no volume recuperado e produtividade (COCA-COLA BRASIL, 2017). Entretanto, um dos grandes desafios tem sido a profissionalização das cooperativas não somente na venda de materiais como também na prestação de serviços, o que irá torná-las sustentáveis financeiramente (VOJVODIC, 2016).

O quadro 4 apresenta a proposta de categorização elaborada a partir dos estudos de caso mencionados e selecionados da Coca-Cola Enterprises e da Coca-Cola Brasil.

Quadro 4 – Proposta de categorização dos casos da Coca-Cola Enterprises e da Coca-Cola Brasil selecionados

	COCA-COLA ENTERPRISES	COCA-COLA BRASIL
PAÍS-SEDE	Estados Unidos	Estados Unidos
PAÍS DO CASO	Grã-Bretanha França	Brasil
CICLO DA ECONOMIA CIRCULAR	B T	T
BUILDING BLOCK	Design circular Ciclo reverso FVCSV	Ciclo reverso Novos modelos de negócio FVCSV
DRIVER	Reciclagem Logística reversa Economia colaborativa	Reciclagem Logística reversa Economia colaborativa
PROCESSO QUÍMICO	Policondensação Reciclagem química	ND*
INSUMO/MATÉRIA-PRIMA	Embalagens plásticas Biomassa	Garrafas PET
PRODUTO QUÍMICO	r-PET bioplástico	r-PET
OUTRO PRODUTO FINAL	N/A	N/A
SETOR A MONTANTE	Petroquímico	Petroquímico
SETOR A JUSANTE	Transformados plásticos	Transformados plásticos

*N/A: Não se aplica. ND: Não disponível. B: Biológico. T: Tecnológico.

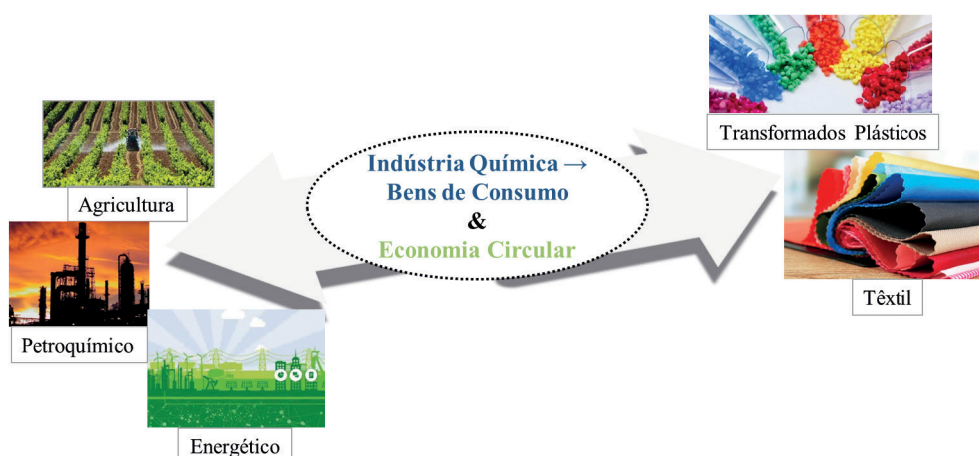
Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo

A partir da análise dos estudos de caso mencionados, pode-se observar, primeiramente, a diversidade de países em que já têm sido aplicados movimentos em direção ao modelo circular de produção. Isso demonstra o importante papel das grandes organizações como agentes de mudança efetivos em favor da concretização do modelo circular de produção e serviços, principalmente no setor de Bens de Consumo Não Duráveis, que atinge grande parte da população, representado neste trabalho pela Unilever e pelo grupo Coca-Cola.

No contexto da Economia Circular, pode-se observar também que ambas as companhias têm atuado, principalmente, no ciclo técnico e no ciclo reverso dessa economia, como mostram os Quadros 3 e 4. Isso porque as iniciativas descritas são voltadas para o reúso e a reciclagem das embalagens plásticas, de modo que possa haver também seu retorno para a cadeia produtiva. No início de 2018, o grupo Coca-Cola anunciou a meta de recolher 100% das embalagens que dispõe no mercado até 2030, por meio de parcerias globais para o fortalecimento de iniciativas como a denominada *New Plastics Economy* com a Fundação Ellen MacArthur. No Brasil, pode-se citar a parceria com a Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (ANCAT) (COCA-COLA BRASIL, 2018).

Pode-se observar também a convergência das ações por ambas as empresas no *redesign* das embalagens (garrafas recicláveis, conteúdo de reciclados e retornáveis) a fim de otimizar os processos de reciclagem e seu retorno para a cadeia produtiva, destacando-se o desenvolvimento de bioplástico no caso da Coca-Cola, que remete ao ciclo biológico. Tais ações vão ao encontro dos princípios da Economia Circular e assumem um importante papel ao representarem o diferencial deste modelo, que trata justamente de repensar o projeto dos produtos e processos para esse fim. Conforme reportado pela Fundação Ellen Macarthur (2016) no relatório “*The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics*”, pode haver mais plásticos que peixes no mar até 2050, caso o fluxo de materiais continue crescendo na mesma proporção, representando uma perda de anual de US\$ 120 bilhões em material de embalagem plástica.

Figura 1 – Setores a montante e a jusante da Indústria Química que podem ser impactados pelas ações do setor de Bens de Consumo Não Duráveis no contexto da Economia Circular



Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo

A Figura 1 ilustra os setores a montante e a jusante da indústria química que podem ser impactados pelas iniciativas do setor de Bens de Consumo Não Duráveis no cenário de Economia Circular. Os exemplos mostrados, no caso da Unilever, pelo uso de resíduos de embalagem

em tecido, de resíduos orgânicos como fertilizante e de efluente como condicionante de solo demonstram outros potenciais usos desses resíduos em novos recursos. Com isso, tais iniciativas no cenário de uma Economia Circular podem impactar os setores têxtil, petroquímico e agricultura, respectivamente.

É válido destacar o processo de pirólise no caso mencionado da Unilever e o interesse da Coca-Cola em tornar viável a reciclagem química do PET. A planta piloto de combustíveis a partir de resíduos de embalagens de refis, em larga escala, poderá impactar o setor energético ao reduzir a dependência por fontes fósseis diretamente. Na literatura, a viabilidade deste tipo de reciclagem química ainda é contestada por alguns autores devido à fatores limitantes, como redução da eficiência por resíduos úmidos, requisição de grande quantidade de plástico e outros problemas operacionais (MAGRINI *et al.*, 2012). Entretanto, por produzir uma mistura rica de hidrocarbonetos de interesse petroquímico, o desenvolvimento desta tecnologia em potencial pode vir a ser uma alternativa para a competitividade da indústria química.

De modo geral, correlacionando os estudos de caso apresentados, pode-se inferir que o retorno das resinas que compõem as embalagens plásticas dos produtos finais comercializados pela Unilever e pelo grupo Coca-Cola aponta o setor petroquímico e de transformados plásticos como o mais impactado, devido ao uso de biofertilizantes, bioplásticos e retorno das resinas recicladas para a cadeia produtiva em larga escala.

4 Considerações Finais

A Economia Circular trata de um modelo de produção e serviços, que visa a remodelar a cadeia produtiva linear atual para um novo conceito circular de produção e circulação de fluxo de recursos.

Apesar de os estudos de casos apresentados neste trabalho pertencerem somente a duas empresas, Unilever e Coca-Cola, pode-se observar nas propostas de categorização um largo espectro de alcance da aplicação de suas iniciativas para a Economia Circular por serem elas grandes *players* nas atividades exercidas e, quando possível, adaptadas para o país do caso. Foi possível observar também um forte movimento das ações circulares no ciclo técnico e reverso, devido aos casos de reuso e reciclagem de resíduos orgânicos e de embalagem, indicando o foco no final da cadeia, isto é, no retorno dos seus resíduos gerados para a cadeia produtiva, neste primeiro momento.

Não menos importantes, foram identificadas também ações envolvendo a Simbiose Industrial pela Unilever na Índia e a Logística Reversa e a Economia Colaborativa pela Coca-Cola. Nesse sentido, pode-se inferir que a Economia Circular trata de um modelo holístico, inter-relacionando diversas áreas do conhecimento e, por isso, propõe-se a repensar o processo produtivo desde a etapa de projeto e o *redesign* de produtos, de modo que os materiais renováveis retornem ao ciclo biológico, os materiais manufaturados retornem ao ciclo técnico e os serviços sejam compartilhados, agregando valor à cadeia produtiva e sem perda de qualidade, não tratando somente de reciclagem.

A indústria química, por meio de seus processos e produtos, atua tanto como impulsionadora quanto como provedora de inovações e pode exercer grandes contribuições no contexto da Economia Circular. O desenvolvimento de novos materiais que substituam o plástico e de

processos alternativos, como a reciclagem química, ou o *redesign* das embalagens, de modo a tornar as garrafas recicláveis ou retornáveis, podem influenciar na dinâmica da cadeia produtiva das resinas constituintes como, por exemplo, o PET e o polietileno, no longo prazo. A grande poluição agravada pelo uso e despejo inadequados desses materiais, principalmente do plástico, deve ser encarada como oportunidade para novos negócios a fim de ter uma indústria química competitiva e sustentável no Brasil, bem como para a concretização da Economia Circular no país.

Assim, ao mesmo tempo em que a Economia Circular mostra-se desafiadora como um novo paradigma de modelo de produção e serviços, apresenta-se também como uma alternativa em potencial para a escassez de recursos, volatilidade de preços, mudanças climáticas, desastres ambientais, resíduos urbanos em excesso, entre outros problemas globais, bem como para tornar o sistema industrial sustentável e competitivo.

Referências

ABIQUIM. **O Desempenho da Indústria Química Brasileira em 2016**. 2016. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/pdf/livreto-de-dados-2016-paginas.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2017.

_____. **Indicadores de Desempenho**. 2015. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/pdf/Indicadores-Desempenho.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2017.

BORSCHIVER, S. **Estudo do Impacto da Indústria Química na Economia através do Sistema de Contas Nacionais**. 2002. Tese (Doutorado). Escola de Química, UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.

CAROCHO, M.; BARREIRO, M. F.; MORALES, P.; FERREIRA, I. C. F. R. Adding molecules to food, pros and cons: A review on synthetic and natural food additives. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, n. 4, p. 377–399, 2014.

COCA-COLA BRASIL. **Coletivo Reciclagem**: programa gera empoderamento, mais eficiência e renda para cooperados : The Coca-Cola Company. 2016. Disponível em: <<https://www.cocacolabrazil.com.br/packages/coletivo-reciclagem-programa-gera-empoderamento-e-renda-para-cooperados>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

_____. **Embalagens**: como repensá-las sob a perspectiva da economia circular?: The Coca-Cola Company. 2017. Disponível em: <<https://www.cocacolabrazil.com.br/historias/embalagens-como-repensa-las-sob-a-perspectiva-da-economia-circular>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

_____. **Coca-Cola Brasil anuncia investimento de R\$ 1, 6 bilhão para novo compromisso de embalagens**. 2018. Disponível em: <<https://www.cocacolabrazil.com.br/imprensa/release/coca-cola-brasil-anuncia-investimento-para-o-compromisso-mundo-sem-residuos>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

COCA-COLA COMPANY. **Introducing PlantBottle™**. 2015. Disponível em: <<https://www.cocacolacompany.com/videos/introducing-plant-bottle-yaevvjxqwaz8>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

COCA-COLA EUROPEAN PARTNERS (CCE). **Continuum Recycling wins prestigious Green Business Award**. 2013. Disponível em: <https://www.cokecce.com/system/file_resources/25/121113_ECO_Plastics_wins_Green_Business_Award_draft2.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2018.

CURTLS, J. **Chemical Recycling**: Could This Breakthrough Technology Curb Plastic Waste?

2018. Disponível em: <<https://www.coca-colacompany.com/stories/chemical-recycling-could-this-breakthrough-technology-curb-plastic-waste>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the Circular Economy**: Opportunities for the consumer goods sector. 2012. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

_____. **Increasing post-consumer plastic content in packaging**. 2015. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/increasing-post-consumer-plastic-content-in-packaging>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/metodos-e-classificacoes/classificacoes-e-listas-estatisticas.html>>. Acesso em: 08 dez. 2017.

MAGRINI, A. *et al.* **Impactos Ambientais causados pelos plásticos**: uma discussão abrangente sobre os mitos e os dados científicos. 1. ed. Rio de Janeiro: E-Papers, 2012. 296p. v. 1.

LOURENÇO, M. S.; CHIARAMONTI, C. O desenvolvimento sustentável e a economia circular: a experiência chinesa. **Unifae**, p. 1–16, 2014.

PAULIUK, S. Critical appraisal of the circular economy standard BS 8001:2017 and a dashboard of quantitative system indicators for its implementation in organizations. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 129, n. Sept. 2017, p. 81–92, 2018.

RIBEIRO, F. de M.; KRUGLIANSKAS, I. A Economia Circular no contexto europeu : Conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos. **Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**. São Paulo, 2015.

STAHEL, W. R. Circular Economy. **Nature**, v. 531, p. 435-8, March, 24, 2016.

STEWART, R.; NIERO, M. Circular economy in corporate sustainability strategies: A review of corporate sustainability reports in the fast-moving consumer goods sector. **Business Strategy and the Environment**, p. 1-18, 2018.

UNILEVER. Disponível em: <www.unilever.com/sustainable-living/reducing-environmental-impact/waste-and-packaging/rethinking-waste-towards-a-circular-economy/>. Acesso em: 10 ago. 2017.

VOJVODIC, T. **Seminário “Reciclagem e Logística Reversa de Embalagens”**. Seminário FIRJAN de Ação Ambiental. Rio de Janeiro: 2016. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/seminario-acao-ambiental-2016/seminario.htm>>. Acesso em: 28 jun. 2016.

WASTE ATLAS. Disponível em: <www.atlas.d-waste.com/>. Acesso em: 08 jun. 2018.

WIJKMAN, A.; SKÅNBERG, K.; BERGLUND, M. **The Circular Economy and Benefits for Society Jobs and Climate Clear Winners in an Economy Based on Renewable Energy and Resource Efficiency**. 2015. Disponível em: <<http://www.clubofrome.org/wp-content/uploads/2016/03/The-Circular-Economy-and-Benefits-for-Society.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2018.

Sobre os autores

Aline Souza Tavares

E-mail: alinetavares.ast@gmail.com

Graduada em Engenharia de Bioprocessos (2016) com ênfase em Biocombustíveis pelo Programa Processamento, Gestão e Meio Ambiente na Indústria de Petróleo e Gás da ANP (PRH-13) na UFRJ. Mestre em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos, na área de concentração Gestão Tecnológica, pela UFRJ (2018). Durante o mestrado pesquisou estudos de caso de Economia Circular inter-relacionados com a Indústria Química. Pesquisadora no Núcleo de Estudos Industriais e Tecnológicos (NEITEC), na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e doutoranda na mesma instituição.

Suzana Borschiver

E-mail: suzana@eq.ufrj.br

Graduada em Engenharia Química e Licenciada em Química. Mestre e Doutora em Engenharia Química, na área de Gestão e Inovação Tecnológica. 2 Projetos de Pós-Doutorado Empresarial. Professora Associada IV da EQ da UFRJ e coordenadora do NEITEC. Atua na graduação e na pós-graduação como membro permanente da Pós-Graduação em Tecnologia em processos químicos e Bioquímicos, no Mestrado Profissional em Petroquímica, em Engenharia Ambiental, com a Escola Politécnica/UFRJ; e no Mestrado Profissional em Gestão, Pesquisa e Desenvolvimento na Indústria Farmacêutica, na Fiocruz. Professora e Coordenadora no Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação. Membro da Comissão de Tecnologia da ABIQUIM, da Comissão de Petroquímica do IBP e do Conselho Consultivo da ABEQ. Coordenadora de vários projetos de pesquisa com empresas, como a GE, SENAI, SESI e INATEL. Líder e pesquisadora de grupos de pesquisa do CNPQ. Representante do Programa de Recursos Humanos da ANP/MCTI- PRH41/UFRJ - Engenharia Ambiental na Indústria de Petróleo e Gás e Biocombustíveis no Grupo de Trabalho Empreendedorismo e Inovação. Membro das Comissões de Inovação Tecnológica e de Integração Universidade Empresa da ANPEI. Especialista em elaboração de Mapas do Conhecimento e RoadMap Tecnológico. Autora de inúmeros artigos e capítulos de livro.

Tatiana Ferreira

E-mail: tatianafelixferreira@gmail.com

Graduada em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2006). Mestre em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2009) com ênfase em Petróleo e Gás (ANP). Doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2014). Atualmente é professora do quadro permanente do Departamento de Processos Orgânicos da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, atuando na área de biocombustíveis e bioprodutos.