

PROPOSTA DE NOVOS MODELOS DE NEGÓCIO NO CONTEXTO DA ECONOMIA CIRCULAR

Aline Souza Tavares – alinetavares.ast@gmail.com

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos - Universidade Federal do Rio de Janeiro

Suzana Borschiver – suzana@eq.ufrj.br

Departamento de Processos Orgânicos – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Resumo - A Economia Circular se apresenta como um novo modelo holístico de sustentabilidade que busca manter o fluxo de materiais e produtos em sua maior utilidade e valor, transformando os resíduos em novos recursos. Nesse contexto, as empresas tem procurado aplicar diferentes formas de circularidade, surgindo o conceito de modelos de negócios circulares, representando como as empresas criam, entregam e capturam valor por meio do ciclo fechado de fluxo de recursos. O objetivo deste estudo foi, então, propor novos modelos de negócio no contexto da economia circular, de modo a fazer uma visão sistêmica dos modelos que têm sido aplicados. Para isso, foram utilizados estudos de caso identificados na literatura e na base da Fundação Ellen MacArthur no período de 2008 a 2018. A base de dados gerada permitiu identificar que os principais modelos de negócio circulares foram: Agricultura Regenerativa, Logística Reversa, Simbiose Industrial, *Chemical Leasing*, Economia Colaborativa, Produto como Serviço e *Waste-to-Energy*. Apesar do conceito de modelo circular ainda em construção, pode-se perceber sinergia na escolha de estratégias prioritárias para a construção dos modelos de negócios, como reuso, reciclagem e eficiência de recursos.

Abstract— Circular Economy presents itself as a new holistic model of sustainability that seeks to maintain the flow of materials and products in its greatest utility and value, transforming waste into new resources. In this context, companies have sought to apply different forms of circularity, with the emergence of the concept of circular business models, representing how companies create, deliver and capture value through the closed flow of resources. The objective of this study was to propose new business models in the context of circular economy, in order to make a systemic view of the models that have been applied. For this, was used case studies identified in the literature and on the basis of the Ellen MacArthur Foundation in the period from 2008 to 2018. The generated database allowed to identify that the main business models were: Regenerative Agriculture, Reverse Logistics, Industrial Symbiosis, Chemical Leasing, Collaborative Economy, Product as a Service and Waste-to-Energy. Despite the concept of a circular model still under construction, one can perceive synergy in the choice of priority strategies for the construction of business models, such as reuse, recycling and resource efficiency.

Keywords—circular economy, circular business models, green business models, circular economic models.

1 INTRODUÇÃO

O modelo econômico linear ou “take-make-dispose” é caracterizado por explorar os recursos naturais e utilizar energia de fontes finitas para fabricação de um determinado produto, tendo resíduos gerados acumulados ao final da cadeia. O rápido crescimento econômico e industrial acarretou externalidades de impacto negativo, como o desmatamento de vegetações, o avanço sobre as florestas

existentes, o uso excessivo dos recursos hídricos, além de sérios problemas de saneamento básico (LOURENÇO; CHIARAMONTI, 2014).

Nesse sentido, a economia circular se apresenta como um modelo industrial de sustentabilidade, que visa remodelar a cadeia produtiva linear atual para um novo conceito circular de produção e de recursos. 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).

De modo a viabilizar a implementação deste conceito, surge o conceito de modelos de negócios circulares, representando como as empresas criam, entregam e capturam valor por meio do ciclo fechado de fluxo de recursos, como reportado por Antikainen e Valkokari (2016). Para que se substitua o modelo linear, as atividades primárias de uma cadeia de valor, como a criação e distribuição de um produto, além da assistência pós-venda, devem ser repensadas, do mesmo modo que outras atividades dentro de uma organização, sendo dessa maneira uma decisão estratégica.

Assim, este estudo, como parte da dissertação que tratou de estudos de caso da Economia Circular relacionados com a Indústria Química de 2008 a 2018, identificou alguns modelos de negócio utilizados na viabilização das respectivas iniciativas. Diante do exposto, objetiva-se neste trabalho propor uma categorização dos novos modelos de negócio no contexto da economia circular, de modo a fazer uma visão sistêmica dos modelos que têm sido trabalhados de modo geral.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ECONOMIA CIRCULAR

A economia circular pode ser definida como um modelo regenerativo e restaurativo, cuja ideia central é manter produtos, componentes, materiais e serviços em sua maior utilidade e valor em todos os momentos, dividindo-os entre ciclos técnicos e biológicos. De acordo a Fundação Ellen MacArthur, os materiais biológicos caracterizam-se por serem biodegradáveis e não tóxicos, sendo planejados para serem reinseridos na natureza e fechar o ciclo de vida (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012).

Já os materiais técnicos 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. 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). De acordo com Stahel (2016), os materiais devem ser reutilizados sempre que possível, reparados quando não puder reutilizar e reciclados quando as duas primeiras tentativas já estiverem esgotadas, preservando mais energia e valor agregado contido nos materiais e componentes.

Por último, a minimização ou exclusão das externalidades negativas irá garantir a efetividade do sistema circular. Dentre as quais podem ser destacados o custo social, acarretado pelo volume excessivo de materiais descartados e perda de energia, impactos climáticos globais e custos marginais da extração de recursos naturais. Apesar de esses fatores não impactarem sobre o sistema de preços atual, o elevado consumo per capita sem reuso dos recursos poderá impactar no preço de commodities e acarretar o esgotamento ou escassez de suprimentos (LUZ *et al.*, 2017). Desse modo, a gestão de externalidades deve levar em consideração o uso da terra, ar, água e de substâncias tóxicas, a fim de garantir a sustentabilidade dos alimentos, da mobilidade, de habitação, entre outros (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012).

2.2 MODELOS DE NEGÓCIO CIRCULARES

Wirtz et al. (2016) relatou que não existe uma conformidade na definição de Modelos de Negócio tanto na literatura quanto na prática organizacional, sendo ainda bastante discutida como funciona e quais

são suas dimensões e recursos importantes para a construção de um bom modelo. Para os autores, um modelo de negócio pode ser entendido basicamente como ferramentas de gestão estruturadas e relevantes para o seu sucesso. Representa como uma organização cria, entrega e captura valor, devendo ter como foco os aspectos estruturais, a representação de processos específicos da empresa, de modo a tornar as suas atividades relevantes mais simplificadas (ANTIKAINEN; VALKOKARI, 2016; WIRTZ *et al.*, 2016).

No contexto da Economia Circular, percebe-se que os modelos de negócios circulares seguem a mesma tendência e remetem àqueles voltados para o tripé da sustentabilidade, representando como as empresas criam, entregam e capturam valor por meio do fluxo de recursos em ciclos, como reportado por Antikainen e Valkokari (2016). Este ciclo de material não necessariamente precisa ser fechado dentro de seus limites internos do sistema, mas pode fazer parte de um sistema de modelos de negócios que juntos fecham um *loop* material para serem considerados "circulares".

Wirtz *et al.* (2016) apresentaram a eficiência máxima no uso de materiais e energia, a criação de valor a partir dos resíduos, entrega da funcionalidade em vez de propriedade e proposição de negócio para a sociedade e ambiente como os principais aspectos relacionados ao tripé da sustentabilidade. Lacy e Rutqvist (2015, p. 117) e Esposito *et al.* (2018) apresentaram uma abordagem semelhante ao propor a divisão dos modelos de negócio circulares em 5 tipos (cadeia de suprimentos circular, recuperação e reciclagem, extensão da vida útil, plataforma de compartilhamento e produto como serviço). Desse modo, a inovação trazida pelo modelo circular exige colaboração, comunicação e coordenação entre as partes interessadas do negócio.

2.3 INOVAÇÃO DE PROCESSOS

A inovação é definida pela Organização para Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) como a aplicação de um novo produto, processo ou método ou o seu melhoramento, podendo ser caracterizada conforme a transformação no produto, processo, marketing, pessoas ou na organização (OECD, 2005). Conforme reportado por Calazans e Silva (2016), a criação de modelos de negócio voltados para a sustentabilidade acabam por gerar as inovações de processo, que também podem ocorrer por meio de tecnologias ou de uma organização inovadora sustentável.

Nesse sentido, “uma inovação de processo é a implementação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado. Incluem-se mudanças significativas em técnicas, equipamentos e/ou softwares” (OECD, 2005). No contexto das organizações que relacionam a inovação à qualidade ambiental, a criação de modelos de negócio sustentáveis pode envolver a utilização de estratégias que buscam direcionar a criação de valor do negócio aliada à sustentabilidade como, por exemplo: i) produto verde e desenvolvimento de processos, relacionados à design; ii) sistemas de gestão que promovam sinergia entre *learn* e gestão de operações verde; e, iii) cadeia de manufatura de circuito fechado, levando à remanufatura, construção da sua cadeia de suprimentos e à logística reversa (KLEINDORFER *et al.*, 2005).

A partir dessas estratégias é possível obter melhoria na produtividade, redução de custos de produção ou de distribuição, aumento do ciclo de vida de equipamentos e processos, ou ainda produzir ou distribuir produtos novos ou significativamente melhorados (CALAZANS E SILVA, 2016; OECD, 2005). Cada vez mais a adoção de práticas sustentáveis tem sido vista em consonância com o crescimento econômico, permitindo às empresas não somente reformular o modo como suas atividades e produtos são realizados, mas também o seu papel com o meio ambiente e a sociedade (NIDUMOLU *et al.*, 2009). Tais resultados, por sua vez, permitem a implementação efetiva de modelos de negócio que busquem incluir as três dimensões da sustentabilidade, ampliando valor para a sua atividade, processo ou produto.

3 METODOLOGIA

Foi utilizada para este trabalho a metodologia exploratório-descritiva, visando à seleção de estudos

de caso de Economia Circular publicados no período de 2008 a 2018 em nível mundial. Para a coleta dos dados obtidos nesta pesquisa, foi realizado um estudo exploratório com a pesquisa bibliográfica, baseada no levantamento em livros, artigos científicos e em dados de publicações em sites correlacionados ao tema, bem como a plataforma de Estudo de Casos da Fundação Ellen MacArthur¹.

Na busca de artigos científicos, foram utilizadas as bases do Portal CAPES, Scopus, Science Direct e Google Acadêmico. Como estratégia de busca foi utilizada como palavra-chave “circular economy”, no período mencionado e *journals* como tipo de documento, abrangendo todas as áreas de conhecimento. Tais materiais foram utilizados como base de dados, analisados de modo qualitativo e selecionados aqueles relacionados à Indústria Química, sendo obtidos então 57 estudos de caso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se as definições exploradas para os modelos de negócio na literatura e os 57 estudos de caso selecionados para a pesquisa, pode-se averiguar que os modelos de negócio identificados foram: Agricultura Regenerativa, Logística Reversa, Simbiose Industrial, *Chemical Leasing*, Economia Colaborativa, Produto como Serviço e *Waste-to-Energy*.

4.1 AGRICULTURA REGENERATIVA

Segundo a Regenerative Agriculture Initiative, da Universidade do Estado da Califórnia, e a organização sem fins lucrativos norte-americana The Carbon Underground, a Agricultura Regenerativa pode ser entendida como um conjunto de práticas agrícolas que buscam construir a saúde do solo, a resiliência das culturas e a densidade de nutrientes². Isso por sua vez leva à criação de ciclos fechados de geração de insumos a partir de resíduos, restaurando o solo, o ciclo da água e reduzindo a pegada de carbono. Dentre essas práticas pode-se citar a rotação de culturas, a compostagem e a substituição de pesticidas por agentes naturais, que promovem a liberação e a transferência de nutrientes essenciais do solo, transformação de restos orgânicos em adubo e prevenção de pragas, nesta ordem.

Os métodos tradicionais de cultura da cana-de-açúcar, por exemplo, afetam a saúde do solo e sua resiliência no longo prazo devido à sua queima na etapa de pré-colheita. Nesse sentido, a Balbo Group, uma organização brasileira voltada para a produção de cana-de-açúcar e seus derivados (álcool vegetal orgânico, açúcar e outros produtos orgânicos) utiliza a agricultura regenerativa em algumas de suas etapas de cultivo da cana. No estudo de caso avaliado³, foi criado o Programa de Fertilização Orgânica Integrada, em que pesticidas sintéticos foram substituídos por controle biológico que estimulam a resistência natural das culturas, reduzindo a dependência por fertilizantes e outros agentes perigosos ao sistema. Para evitar os problemas gerados pela compressão do solo, a companhia desenvolveu também uma solução de baixa tecnologia, utilizando pneus de alta flutuação em que são parcialmente desinflados antes que os veículos sejam conduzidos para os campos. Além disso, as folhas que seriam eliminadas no corte da cana são devolvidas ao solo por meio de aplicação de correntes opostas de ar na maquinaria, evitando a evaporação da água e, assim, restaurando os nutrientes.

Além disso, algumas ações de reciclagem de coprodutos orgânicos foram tomadas para a valorização do fluxo de materiais. Por exemplo, a torta de filtro resultante do tratamento do caldo, a cinza das caldeiras e a vinhaça são recicladas para fertilização e o bagaço é alimentado diretamente em um forno, produzindo 200 toneladas de vapor por hora.

¹ Fonte: www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies.

² Fonte: <https://regenerationinternational.org/2017/02/24/what-is-regenerative-agriculture/>

³ Fonte: www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies.

4.2 LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa se apresenta como novo 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. Como resultado tem-se a agregação de valor econômico, ambiental, legal, de prestação de serviços, logístico e de imagem corporativa (LEITE, 2009).

No Brasil, a Lei Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010) sedimentou a necessidade de uma gestão pública nesse sentido e fomentou no país o crescimento da logística reversa. Segundo esta legislação, é obrigatório que os resíduos sólidos retornem ao setor empresarial para reaproveitamento, no próprio ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (AZEVEDO, 2015). Dentre os produtos incluídos neste sistema de acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) estão, por exemplo, pilhas e baterias, pneus, produtos eletroeletrônicos e seus componentes, embalagens plásticas, metálicas e de vidro, entre outros (ALBUQUERQUE, 2013).

Dessa forma, a logística reversa envolve todos os atores da cadeia produtiva, desde o fabricante ao consumidor, que assumem responsabilidades correspondentes ao seu papel na mesma: i) os fabricantes e importadores devem recolher os produtos usados e dar a sua disposição adequada; ii) os varejistas e distribuidores fazem a ‘distribuição’ dos produtos que venderam aos seus consumidores; e, por fim, iii) cabe os consumidores devolver os produtos usados em pontos de devolução voluntária ou através de coleta seletiva em suas residências (COSTA *et al.*, 2016).

Em um dos casos estudados, pode-se citar o da Nat.Genius, uma unidade de negócio de inovação da multinacional fabricante de compressores herméticos para refrigeração, a Embraco (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017). Sendo considerado uma das referências neste tipo de operação no Brasil, o centro também atua na Europa e na América do Norte (EMBRACO, 2017) com a logística reversa de itens de linha branca (compressores de refrigeração e motores elétricos), linha verde (eletroeletrônicos), linha marrom (televisor e aparelhos de áudio) e linha azul (secador de cabelo, batedeira, liquidificador) para desmontagem, remanufatura e reciclagem (EMBRACO, 2017).

4.3 SIMBIOSE INDUSTRIAL

A simbiose industrial pode ser definida de modo geral quando há cooperação entre centros de produção voltada para o intercâmbio de resíduos e insumos. Isto, por sua vez, deu margem à formação de parques industriais, cujo foco abrange não somente o setor industrial, mas também o setor público, privado, gestores, comunidade e outros *stakeholders*. Com isso, todo o processo é voltado para a otimização de energia, água, rejeitos e outros recursos entre as empresas que ali se encontram (LOURENÇO; CHIARAMONTI, 2014; SANTOS, 2013).

Essas empresas podem estar dentro da mesma área física ou não, sendo então denominada de simbiose industrial virtual. A proximidade física entre as indústrias facilita o desenvolvimento de sinergias entre as mesmas, permitindo assim, uma maior integração e cooperação entre os atores envolvidos. Já na simbiose virtual, suas integrações dependem também da utilização da informática e logística, que proporcionam um maior número de possibilidades de interações entre as diferentes empresas (VEIGA, 2007).

No primeiro caso, pode-se citar o caso do parque industrial de Kalundborg na Dinamarca, reconhecidamente bem-sucedido desse modelo, em que as companhias realizam o intercâmbio de materiais e energia para serem usados como insumo, formando um ciclo fechado de produção (SYMBIOSIS DK, 2018). Estabelecido desde 1972, o parque apresenta atualmente a simbiose entre o município e mais 9 empresas: a Novozymes, a Novo Nordisk e a Biopro da área biotecnológica; a Gyproc da área de Construção Civil; a Equinor, a Argo, a Orsted e a Avista Oil da área energética; e a Kalundborg Forsyning da área de serviços.

Além de outros benefícios, 3 milhões m³ de água são economizados e 150 Kt de levedura residual são reutilizados como insumo em ração suína, evitando o consumo de 70% de soja para este fim⁴.

Já no caso da simbiose industrial virtual pode-se citar o caso do programa *National Industrial Symbiosis Programme* (NISP) do Reino Unido. Tendo sido iniciado em 2000, o programa busca uma empresa com potencial de participação a partir dos seus rejeitos gerados por meio de dados registrados na sua plataforma (MIRATA, 2004). Os participantes desse programa incluem desde microempresas a multinacionais de todos os setores da indústria como, por exemplo, a Michelin, uma das principais fabricantes de pneus no mundo, a Toyota grande *player* do setor automobilístico, e a Veolia, reconhecida mundialmente pelo fornecimento e gestão de águas, gestão de resíduos, energia e serviços de transportes (LAYBOURN, 2013).

Segundo Laybourn (2013), a Michelin conseguiu por meio da sinergia com outras empresas participantes do programa reduzir em 97% os resíduos enviados aos aterros sanitários em torno de 6 anos. O resíduo do processo da produção de negro de fumo passou a ser enviado para a compostagem, o talco, usado no processo de moldagem de pneus e o plástico contaminante, passaram a ser recuperados e os cortes fora de padrão do material usado para produzir carcaças de pneus, que antes iriam para aterros, são agora separados e reciclados novamente a aço e borracha.

No Brasil, a Federação de Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG) elaborou uma versão deste programa em 2009 e o intitulou de Programa Mineiro de Simbiose Industrial (PMSI), de modo a estimular o desenvolvimento sustentável das indústrias na região mineira (PMSI, 2016). Desde então diversas ações positivas foram realizadas, como recuperação de 140 mil toneladas de resíduos, cerca de 200 mil toneladas de recursos naturais deixaram de ser utilizados; redução da emissão de carbono em 90 mil toneladas; e mais de 13 milhões de m³ de água foram reutilizados (OMETTO; AMARAL; IRITANI, 2018).

4.4 CHEMICAL LEASING

O modelo denominado *Chemical leasing* é um novo modelo de negócios que foi iniciado e subsidiado pelo Ministério Federal Austríaco para Agricultura, Silvicultura, Meio Ambiente e Gestão da Água em conjunto com a United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) em 2004 (JAKL, 2011). Originado dos conceitos de *Clean Production*, este modelo tem como principais diretrizes promover a racionalização do uso de produto químico, o aumento da segurança química e a redução do descarte (OESTREICH, 2014).

O novo aspecto decisivo deste modelo de negócio, que se distingue da relação tradicional fornecedor-usuário, é ter como base de pagamento para a operação comercial o serviço realizado pela substância química, em que o cliente (consumidor do produto) determina as especificações (padrão de qualidade e função esperada) e o fornecedor desenvolve soluções por meio de produto, tecnologias de aplicação e/ou treinamentos. Desse modo, a unidade de pagamento pode ser, por exemplo, de acordo com a área limpa, número de peças tratadas, horas de operação executadas (JAKL, 2011). Para isso, se estabelecem parcerias com fornecedores de equipamentos, recicladores, entre outros *stakeholders* da cadeia produtiva para que a *performance* e serviço do produto sejam comercializados em vez do volume, resultando em redução de custos, carga de trabalho, emissões, gerenciamento de resíduos e melhor desempenho (OECD, 2017; JAKL, 2011).

A Safechem, subsidiária da Dow Chemical, é uma empresa dinamarquesa voltada para o fornecimento de soluções relacionadas ao uso sustentável de solventes para limpeza a seco e limpeza de metais de alta qualidade. O caso desta empresa trata da aplicação deste modelo na limpeza de peças metálicas produzidas pela empresa austríaca Automobiltechnik Blau. Para isso, realizou a parceria com a PERO AG, formando a *joint venture* PERO Innovative Services GmbH (fornecedora de equipamentos de

⁴ Fonte: www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies.

alto desempenho para limpeza em diversos campos da indústria). No serviço acordado, a unidade de pagamento passou a ser por número de partes limpas e conseguiu reduzir o consumo de solvente em 71%, o uso de peças em excesso e de energia para a limpeza em 66% e 50%, nesta ordem, durante os dois anos do serviço fornecido (MOSER; JAKL, 2015).

4.5 ECONOMIA COLABORATIVA

A definição de economia colaborativa ainda não foi concordada de forma universal, porém pode ser traduzida basicamente pelo conceito de valor compartilhado (*Shared Value*), no qual práticas interindustriais e intraindustriais permitem o intercâmbio de conhecimentos e recursos, investimento em inovação, compartilhamento de riscos, formando uma rede de cooperação (ZINGANO, 2015). Witjes e Lozano (2016) definem a economia colaborativa como “troca de informações e coordenação de atividades entre unidades organizacionais interdependentes, como pesquisa e desenvolvimento, compras e vendas”, de modo a otimizar capital financeiro e humano, melhorar acesso a mercados e conhecimento, fornecer aprendizado transdisciplinar e tornar os processos mais eficientes.

Para realizar a prática da economia colaborativa, Ovanessoff, Plastino e Faleiro (2015) alertam para três competências-chaves a serem desenvolvidas: a capacidade de encontrar parceiros, de combinar competências técnicas e pessoais e de tornar a empresa um parceiro atraente. Além disso apresenta alguns desafios em relação aos custos de coordenação, referentes à dependência operacional entre as atividades dos diferentes atores e divisão dos ganhos entre as partes interessadas. Nesse contexto, as atividades colaborativas incluem a recirculação de bens, utilização e duração aumentada de mercadorias, troca de serviços, e compartilhamento de capital produtivo e espaços (ZINGANO, 2015).

No caso estudado da Toast Ale⁵, uma startup britânica que produz cerveja artesanal a partir de pão residual de delicatessens, padarias e fabricantes de sanduíches, a colaboração consiste no compartilhamento da base de sua receita da cerveja tipo Pale Ale com outras cervejarias. Isto tem permitido expandir seu negócio para Islândia, África do Sul e os Estados Unidos, adaptando-as ao pão local disponível e às tradições de fabricação. No seu negócio, o pão coletado pode ser incorporado normalmente no processo de fabricação da cerveja com o restante dos insumos (lúpulo, levedura e água), tendo já coletado 6000 Kg de pão que seriam descartados e produzido 56.000 L de cerveja.

4.6 PRODUTO COMO SERVIÇO

Também denominado de Servitização, neste modelo Stahel (2016) relatou que as empresas mantêm a posse dos bens produzidos, sendo responsáveis pela manutenção, e o cliente paga por usufruir as funções proporcionadas pelo produto. O preço por unidade de um produto passa a ser o preço por serviço, compartilhando a responsabilidade do produto/serviço.

Nesse sentido, a proposição de valor ocorre por meio de contratos ou ofertas de soluções (CNI, 2018). A empresa descentraliza a obrigação de arcar com custos de manutenção, e de monitorar de forma geral o produto, contratando este tipo de serviço à uma outra empresa. O produto, então, é fornecido por uma empresa especializada (ou não) que tem o objetivo de prolongar a vida útil e o seu desempenho. Em consonância com os preceitos de economia circular, a adoção deste modelo permitirá uma mudança na forma como os próprios produtos são projetados (design para manutenção), bem como incentivar empresas a usar peças reconcondicionadas, materiais reciclados, entre outros (SPRING; ARAUJO, 2016).

A Phillips, por exemplo, oferece serviços de “luz inteligente”. Com o design modular (controle e desmontagem) fica responsável por realizar os serviços de iluminação de uma empresa, gerindo todas as necessidades do serviço daquela empresa que contratou o serviço de luz. E ainda, no fim do período do

⁵ Fonte: www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies.

serviço, os produtos podem ser renovados ou reciclados, possibilitando a redução dos custos operacionais (LUZ *et al.*, 2017).

4.7 WASTE-TO-ENERGY

O modelo denominado *Waste-To-Energy* (WTE) pode ser entendido como um conjunto de tecnologias de obtenção de energia a partir de resíduos produzidos por diferentes setores industriais (PAN *et al.*, 2014). Dentre essas tecnologias que podem ser de característica física, química, térmica e/ou biológica, pode-se citar a combustão, a gaseificação e a digestão anaeróbia, que aplicadas a diferentes tipos de resíduos (agrícolas, resíduos domésticos e de animais e resíduos industriais, por exemplo) podem ser convertidos em vários tipos de produtos bioenergéticos, como biogás, biochar e bioetanol.

A planta de produção de Biogás Linköping, uma das empresas avaliadas nos estudos de caso, situada na cidade de mesmo nome na Suécia e operada pela Svensk Biogas, é resultado da cooperação entre a prefeitura, o abatedouro local Swedish Meats AB e a associação de agricultores Lantbrukets Ekonomi AB (IEA BIOENERGY, 2005). Seguindo este modelo, a planta instalada desde 1997 utiliza resíduos agrícolas, de alimentos (resíduos de gorduras e vegetais, por exemplo), resíduos de matadouro (sangue e água de processo, por exemplo), juntamente com estrume de fazendas locais como matéria-prima para a codigestão anaeróbia (IEA BIOENERGY, 2005; PAN *et al.*, 2014). Atualmente, a planta opera em larga escala com capacidade de tratamento de 100.000 t/ano de resíduo e produção de biogás (97% metano) em 4,7 milhões Nm³/ano, correspondendo a quase 5,5 milhões de litros de diesel. Além disso, o digestato é armazenado para ser utilizado como biofertilizante pelos agricultores, tendo produção anual de 52.000 toneladas (IEA BIOENERGY, 2005).

5 CONCLUSÃO

Assim, a economia circular trata de um modelo de produção e serviços, que se apresenta como opção viável e sustentável para a escassez de recursos, volatilidade de preços, mudanças climáticas, desastres ambientais, resíduos urbanos em excesso, entre outros problemas globais.

Pode-se observar que a definição de modelos de negócio circulares se encontra em fase de construção, sendo vistos de diferentes formas na literatura. Por ser um conceito de interesse recente, o modelo circular ainda está sendo moldado e caracterizado, por isso diferentes nuances no que tange à forma como as empresas irão garantir a circularidade nos seus negócios podem ser identificadas. Entretanto, pode-se perceber que os autores convergem na escolha de estratégias prioritárias para a construção dos seus negócios, como reuso, reciclagem e eficiência de recursos.

Os estudos de caso selecionados puderam oferecer um levantamento sistêmico dos principais modelos de negócio que tem sido pesquisados na literatura e/ou postos em prática por algumas organizações, sendo, assim, propostos 7 modelos: Agricultura Regenerativa, Logística Reversa, Simbiose Industrial, *Chemical Leasing*, Economia Colaborativa, Produto como Serviço e *Waste-to-Energy*.

Vale ressaltar que serão necessárias mudanças disruptivas quanto ao modo de pensar um modelo de negócio, levando à incorporação das melhores práticas de outros setores, como manufatura, serviços, capital de risco e produtos de consumo. Propõe-se também repensar o processo produtivo desde a etapa de projeto e o *redesign* de produtos para que de fato ocorra a transição do modelo linear para o circular.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANTIKAINEN, M.; VALKOKARI, K. A Framework for Sustainable Circular Business Model Innovation. **Technology Innovation Management Review**, v. 6, n. 7, p. 5-12, 2016.
- ALBUQUERQUE, VITOR BALUZ SABOYA DE. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: a cadeia de reciclagem na cidade do Rio de Janeiro**. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, 2013.
- AZEVEDO, J. L. DE. A Economia Circular Aplicada No Brasil: Uma Análise a Partir dos Instrumentos Legais. **XI Congresso Nacional De Excelência Em Gestão**, 2015.
- CALAZANS, L. B. B.; SILVA, G. Inovação de Processo: Uma Análise em Empresas com Práticas Sustentáveis. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 5, nº 2, 2016.
- CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Circular Economy: opportunities and challenges for the Brazilian Industry**. Brasília: CNI, 2018, p.68.
- COSTA, P. M.; COSTA, M. M.; FREITAS, L. **Créditos de Logística Reversa – Uma Inovação Sócio-Ambiental para Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos**. Rio de Janeiro: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.bvrio.org/wp-content/uploads/2017/04/BVRio-PT.pdf>>. Acesso em: Jan. 2018.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the Circular Economy: Opportunities for the consumer goods sector**. 2012. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>>. Acesso em: Jun. 2016.
- _____. **Economia Circular No Brasil: Apêndice de Estudos de Caso**. 2017. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>>. Acesso em: Maio. 2017.
- EMBRACO. **RELATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE 2015 e 2016**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.embraco.com/DesktopModules/DownloadsAdmin/Arquivos/20170530_Embraco2016_PT.pdf>. Acesso em: Jan. 2018.
- ESPOSITO, M.; TSE, T.; SOUFANI, K. Introducing a Circular Economy: New Thinking With New Managerial and Policy Implications. **California Management Review**, v. 60, n.3, p.5 –19, 2018.
- IEA BIOENERGY. **100% Biogas For Urban Transport in Linköping, Sweden: Biogas in Buses, Cars and Trains Biogas in The Society**. 2005. Disponível em: <http://www.iea-biogas.net/files/daten-redaktion/download/linkoping_final.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2018.
- JAKL, T. Global Chemical Leasing Award 2010. **Technology and Investment**, v. 2, p. 20–26, 2011.
- KLEINDORFER, P. R.; SINGHAL, K.; WASSENHOVE, L. N. V. Sustainable Operations Management. **Production and Operations Management**, vol. 14, n. 4, pp. 482-492
- LACY, P.; RUTQVIST, J. **Waste to wealth: The circular economy advantage**. 1ª ed. Londres: Palgrave Macmillan, 2015. 296 p.
- LAYBOURN, P., 2013. **Opportunities through Industrial Symbiosis: UK NISP and Global Experience**. In: **Industrial Symbiosis Workshop for Development Agencies and Regional Plans**. Disponível em: <http://www.endustrielsimbioz.org/wp-content/uploads/2013/02/industrial-symbiosis_uk-nisp-and-global-experience_31.01.2013.pdf>. Acesso em: set. 2018.
- LOURENÇO, M. S.; CHIARAMONTI, C. O desenvolvimento sustentável e a economia circular: a experiência chinesa. **Unifae**, p. 1–16, 2014.
- LUZ, B. et al. **Economia Circular Holanda Brasil: da teoria à prática**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Exchange 4 Change Brasil, 2017. 170 p.
- MOSER, F.; JAKL, T. Chemical leasing—a review of implementation in the past decade. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 8, p. 6325–6348, 2015.

MIRATA, M., 2004. Experiences from early stages of a national industrial symbiosis programme in the UK: determinants and coordination challenges. **Journal of Cleaner Production**, v. 12, p. 967–983.

NIDUMOLU R.; Prahalad, C. K.; Rangaswami, M. R. Why Sustainability is now the Key Driver of Innovation. **Harvard Business Review**, set, 2009.

OESTREICH, A. **Chemical Leasing: Negócios inovadores desenhados para o meio ambiente**. Rio de Janeiro: 2014. Disponível em: http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_13/2014/11/03/1125/DFE2014anaoestreich.pdf. Acesso em: Jan. 2018.

OECD – Organization for Economic Co-Operation and Development. Diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3. ed. 2005. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2019.

_____. Economic Features of Chemical Leasing. **Series on Risk Management**, n. 37, 2017.

OMETTO, A. R.; AMARAL, W.; IRITANI, D. R., 2018. **Economia circular: Oportunidades e Desafios para a Indústria Brasileira**. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/4/economia-circular-oportunidades-e-desafios-para-industria-brasileira/>. Acesso em: set. 2018.

OVANESSOFF, A.; PLASTINO, E.; FALEIRO, F. Por que o Brasil precisa aprender a confiar na inovação colaborativa. **Accenture**, 2015.

PAN, S. Y. et al. Strategies on implementation of waste-to-energy (WTE) supply chain for circular economy system: A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 108, p. 409–421, 2014.

PROGRAMA MINEIRO DE SIMBIOSE INDUSTRIAL (PMSI). Disponível em: www.fiemg.org.br. Acesso em: set. 2018.

REGENERATION INTERNATIONAL. **What is Regenerative Agriculture?** Disponível em: <https://regenerationinternational.org/2017/02/24/what-is-regenerative-agriculture/>. Acesso em: Jul. 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**. 2015.

SANTOS, V. E. N. **Proposta metodológica para a criação de biorrefinaria de bagaço de cana produtora de bioplataformas químicas: um ensaio preliminar como parte de um sistema de simbiose industrial em Campos dos Goytacazes - RJ**. 2013. 235 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Planejamento Energético - COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2013.

SPRING, M.; ARAUJO, L. Product biographies in servitization and the circular economy. **Industrial Marketing Management**, n. August, p. 1–33, 2016.

STAHEL, W. R. Circular Economy. **Nature**, p. 6–9, 2016.

SYMBIOSIS DK. Disponível em: www.symbiosis.dk. Acesso em: set. 2018.

VEIGA, L. B. E. **Diretrizes para a Implantação de um Parque Industrial Ecológico: Uma Proposta para o PIE Paracambi**. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

WIRTZ, B. W. et al. Business Models: Origin, Development and Future Research Perspectives. **Long Range Planning**, v. 49, p. 36–54, 2016.

WITJES, S.; LOZANO, R. Towards a more Circular Economy: Proposing a framework linking sustainable public procurement and sustainable business models. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 112, p. 37–44, 2016.

ZINGANO, B. A. **O Papel da Propriedade Intelectual no Escopo da Economia Colaborativa**. 2015. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas. Porto Alegre, 2015.