



ECONOMIA CIRCULAR NAS INDÚSTRIAS QUÍMICAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Larissa Bianca da Silva, FUNDAÇÃO HERMÍNIO OMETTO, larissabiancasilva@alunos.fho.edu.br

Ivana Salvagni Rotta, FUNDAÇÃO HERMÍNIO OMETTO, ivanarotta@gmail.com

Resumo

A humanidade tem utilizado os recursos naturais em uma proporção maior que sua capacidade regenerativa. Tem-se o crescimento populacional gerando avanços em tecnologia, produção, consumo e conseqüentemente em resíduos aumentando o desafio de harmonizar a produção e sustentabilidade nos processos industriais. A Economia Circular é apresentada como um modelo sustentável que otimiza o fluxo de bens maximizando o aproveitamento de recursos e minimizando os resíduos, levando a benefícios econômicos e ambientais, para as indústrias e sociedade, estando apto a reduzir diversos problemas ambientais da atualidade. Sendo um modelo de benefício coletivo é necessário que todos do ciclo integrativo desenvolvimento-produção-consumo o conheçam e coloquem em prática. Baseando-se nestas informações o presente trabalho objetiva identificar e entender os fundamentos e aplicabilidade deste sistema econômico, sua origem, propósito, pontuar vantagens e desvantagens de aplicação e analisar exemplos dentro do setor de indústrias químicas. Também visa demonstrar a importância do assunto frente as oportunidades e dificuldades apresentadas a sua adesão. Relativo à metodologia utilizada o estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica. Como resultado da pesquisa tem-se a relação entre os conceitos Economia Circular, e Indústrias Químicas, destacando a importância destes para a engenharia química que está inserida nessa nova oportunidade de mercado.

Palavras-chave: economia circular, sustentabilidade, indústrias químicas.

1. Introdução

O conhecimento sem aplicação nada mais é que uma ferramenta sem função. Logo é necessário não apenas espalhar o conhecimento como entender e enumerar as vantagens de seu uso, afinal cada ferramenta é desenvolvida com um propósito. Como já dizia Lavoisier o pai da química moderna “Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”. A Economia Circular pode ser considerado um exemplo desta frase, pois através da aplicação da ferramenta conhecimento toda matéria pode ser transformada, contrário à Economia Linear onde tudo que é criado e simplesmente descartado é perdido.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

A Economia Circular é apresentada pela Fundação Ellen MacArthur como uma ferramenta para enfrentar desafios globais como mudanças climáticas, perda de biodiversidade, resíduos e poluição é necessário criar uma mudança no sistema, na maneira como gerenciamos os recursos da natureza para produzir, usar e depois descartar materiais.

O eminente esgotamento de recursos naturais devido aos altos níveis de consumo desenfreado incentivado pela sociedade capitalista, e pela produção focada na Economia Linear acarretaram em grandes problemas de contaminação, degradação e alterações na natureza potencializados pela intervenção humana. Solucionar ou ao menos minimizar tais problemas a partir da origem é um alvo atual de estudos e discussões a nível global.

Weetman (2019) enfatiza a preocupação com a volatilidade de recursos inclusive os básicos como água, alimentos, metais e energia, frente ao desafio de atingir os níveis de demanda impostos pelo aumento populacional da classe consumidora. Nos últimos 150 anos o desenvolvimento da produção em massa conhecido como Economia Linear baseado no conceito extrair-produzir-descartar fez com a sociedade atual chegasse a uma situação de “sobrecarga ecológica”. A população mundial consome por ano cerca de 1,5 planetas, a demanda humana sobre o planeta supera a capacidade da natureza de repor os recursos e absorver resíduos. A Economia Circular apresenta um método de resolução a esses problemas, desacoplando o crescimento das empresas de consumo de recursos, remodelando toda cadeia de produção e abordando os conceitos subprodutos, coprodutos, reciclagem, renovação, reparação e remanufatura.

Os objetivos deste trabalho são de forma geral identificar e entender os fundamentos e aplicabilidade do sistema econômico Economia Circular, sua origem, propósito, pontuar as vantagens e desvantagens da sua aplicação e analisar exemplos dentro do setor de indústrias químicas e suas vertentes. Atribuindo significância a termos e perspectivas futuras ligadas a sustentabilidade, mudanças nos métodos de produção, de que forma a reestruturação econômica para economia circular pode influenciar o comportamento de indústrias químicas e como a engenharia química está inserida nessa nova oportunidade de mercado.

2. Fundamentação teórica

2.1 Origens da Economia Circular

A fim de atender a expressiva preocupação mundial sobre o uso saudável e sustentável de recursos do planeta Terra em 1972 foi convocado pela ONU a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em Estocolmo, Suécia. Que resultou na declaração de Manifesto Ambiental contendo 19 princípios para preservação e melhoria do ambiente onde em um de seus trechos é dito: “Defender e melhorar o meio ambiente para as atuais e futuras gerações se tornou uma meta fundamental para a humanidade” (Estocolmo, 1972, p. 6). E este foi sucedido de diversos atos e comoções globais em prol do desenvolvimento sustentável - aquele que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender



suas próprias necessidades. Diversos pensadores começaram a desenvolver modelos de negócios sustentáveis que serviriam de base e influência para a criação da Economia Circular.

A Economia Circular nasceu como uma alternativa sustentável ao método de produção da Economia Linear (Figura 1), baseado nos princípios ‘extrair-produzir-descartar’, que perdura na sociedade atual apesar do crescente aumento relacionado aos custos de produção e as perdas de material, energia e danos ao meio ambiente que está causando. A Economia Circular é concebida pela Fundação Ellen MacArthur como um ciclo contínuo de desenvolvimento positivo que preserva e aprimora o capital natural, otimiza a produtividade de recursos e minimiza riscos sistêmicos gerando estoques finitos e fluxos renováveis. Ela funciona de forma efetiva em qualquer escala e que traz benefícios de cunho ambiental, econômico e social. Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável propostos pela ONU na Agenda 2030 fundamentam a necessidade de uma ação global de conjunto entre países, empresas, instituições e sociedade, a fim de assegurar os direitos humanos, agir contra mudanças climáticas e atingir a sustentabilidade. Visando assim a qualidade de vida da sociedade, indústria e meio ambiente e estando diretamente ligados a forma de funcionamento e finalidade da economia circular.

Figura 1 - Comparativo Economia Linear x Economia Circular



Fonte - Adaptado de Ideia Circular (2023)

2.1.1 Origens da Economia Circular – Conceitos Chaves e Escolas de Pensamento

Sendo a Economia Circular um sistema econômico criado com base em diversas escolas de pensamento com fundamentos por vezes similares ou em comum, faz-se necessário conhecer alguns desses para uma melhor compreensão do que é a Economia Circular.

O primeiro conceito é o Ciclo de Vida do produto ou serviço, descrito como as fases de vida de um produto, se inicia no momento da extração de materiais para a fabricação até o momento de sua disposição final. Análise de Ciclo de Vida é ferramenta criada a partir deste conceito e utilizada para identificar os aspectos e impactos ambientais associados ao ciclo de vida, afim de identificar pontos críticos dentro do processo produtivo revelando informações pertinentes negativas e positivas, possibilitando comparar diferentes metodologias de produção e formular estratégias de melhoria. Chegando a um método de produção mais rentável e sustentável, sendo uma ferramenta comumente usada para auxiliar na tomada de decisões e atre-



lada ao conceito de Sistema de Gestão Ambiental (Pereira, 2020). Quanto as escolas de pensamento que deram origem a Economia Circular Weetman (2019), Borchiver e Tavares (2022) associam e abordam as fontes de origem apresentadas no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 - Escolas de Pensamentos que Deram Origem a Economia Circular

Escola de Pensamentos/ Autor(es)	Conceito Principal
Design Regenerativo (John T. Lyle, 1970)	Todos os sistemas podem ser projetados de forma regenerativa (os processos se renovam ou regeneram as fontes de energia e materiais que consomem). Borschiver e Tavares (2022).
Economia de Desempenho (Walter Stahel, 2006)	Focar o desenvolvimento econômico na venda de ‘desempenho’ ou serviços, utilizando para tal fim uma combinação design de sistema, inovação técnica e comercial. Sustentando sua visão de economia e sociedade sustentável em cinco pilares: 1. Conservação da natureza, 2. Limitação de toxicidade, 3. Produtividade dos recursos, 4. Ecologia Social e 5. Ecologia cultural. (Weetman, 2019).
Cradle-to-Cradle (Michael Braungart e William McDonough, 2003)	O termo Cradle-to-Cradle , ou do berço ao berço, é enfático no uso de resíduos como nutrientes e defende o uso seguro e potencialmente infinito de materiais em ciclos. A adesão a este princípio criaria benefícios econômicos, sociais e ecológicos em igualdade. (Sehnm; Pereira, 2019).
Ecologia Industrial (Roland Clift e Thomas E. Graedel, 2001)	Analisa as possibilidades de interação entre indústrias através de parceiras e cooperação mutual, desenvolvendo resultados através de ferramentas como os Ecoparques Industriais: uma comunidade de empresas que objetivam o desempenho econômico, ao aperfeiçoar a gestão, gerando resultados quanto a redução de impactos ambientais e desperdício, tendo como essência intercâmbio e reaproveitamento de materiais (Leitão, 2015) e a Simbiose Industrial: cujo os princípios e métodos são similares, porém não estando atrelado a proximidade geográfica e sim a mutualidade de benefícios (Sehnm; Pereira, 2019).
Biomimética (Janine Benyus, 2003)	Fundamentado na observação, estudo e adaptação ou ‘cópia’ de métodos desenvolvidos pela natureza para resolver problemas humanos, visto que esses métodos são sustentáveis ocorrendo em um meio cíclico onde nada é perdido, o que é descartado em um momento no próximo se torna o nutriente para outro processo (Leitão, 2015).
Capitalismo Natural (Amory Lovins, 2008)	Aborda a ideia de uma econômica criada pela revolução industrial de empresas que objetivam aumentar seu lucro e resolver problemas ambientais por noções positiva. Adota quatro princípios: 1. Aumentar a produtividade dos recursos naturais, 2. Usar modelos e materiais de produção inspirados na biologia, 3. Adotar modelos de negócio Service and Flow e 4. Reinvestir em capital natural (Weetman, 2019).
Economia Azul (Günter Pauli, 2010)	Baseia suas soluções na física, usando sistemas naturais de nutrientes, matéria e energia. Idealiza que a natureza não necessita de catalizadores tóxicos, químicos e outros complexos, pois tudo é degradável ao tempo, não gera resíduos e qualquer subproduto pode se tornar um nutriente. Adota dois princípios base 1. Substituição de alguma coisa por nenhuma outra e 2. Cascadeamento de nutrientes e energia. Entende que é possível oferecer mais com menos, desde que a eficiência e sustentabilidade sejam aplicados (Weetmam, 2019).

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023)

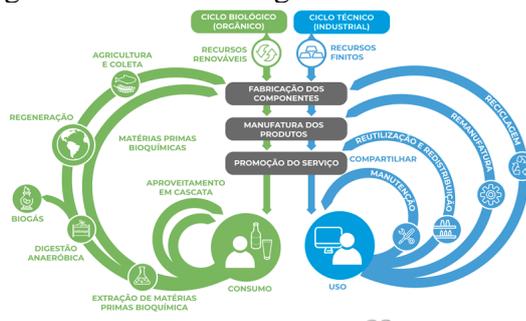
Após entender um pouco sobre as origens deste sistema econômico é possível passar a abordar o conceito em si.



2.2 Economia Circular

A Instituição *Ellen MacArthur Foundation* (EMF) autoridade no assunto Economia Circular, a define como um sistema econômico projetado para gerar benefícios aos negócios, sociedade e ao meio ambiente. Sendo uma economia restauradora e regenerativa, que visa dissociar, com o passar do tempo, o crescimento do consumo de recursos finitos. Seu objetivo é manter produto, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo, fazendo uma distinção entre ciclos Técnicos e Biológicos (Figura 2).

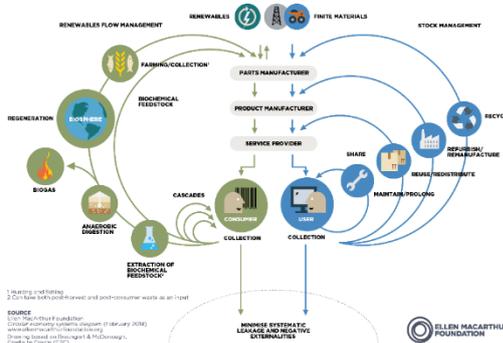
Figura 2 - Ciclos Biológico e Ciclos Técnicos



adaptação do diagrama elaborado pela Fundação Ellen MacArthur
 Fonte - Ideia Circular (2023)

O Ciclo Biológico compreende o fluxo de materiais renováveis e atividades com uso de insumos biológicos. O Ciclo Técnico compreende o fluxo de materiais finitos, ou seja, aqueles que necessitam do gerenciamento de estoque e consumo, estes devem ser consumidos e restaurados dentro do ciclo técnico através da manutenção, reutilização, remanufatura ou reciclagem. A EMF adota como base que uma economia deve funcionar de forma eficaz em todas as escalas, e para alcançar tal resultado se apoia em três princípios abordados no diagrama da Figura 3 a seguir:

Figura 3 - Diagrama Borboleta



Fonte - Ellen MacArthur Foundation (2019)

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Apelidado como “Diagrama Borboleta” foi criado pela EMF com base nas diferentes escolas de pensamento, sendo primariamente influenciado nos dois ciclos materiais propostos na abordagem *cradle-to-cradle* e representa a forma de abordagem criada para Economia Circular.

Princípio 1 – Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis: utilizar os recursos naturais finitos de maneira sensata, priorizando processos ecológicos ou com alto desempenho;

Princípio 2 – Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo: neste ideal tudo dentro da cadeia produtiva pode ser reutilizado, renovado, reciclado ou reaproveitado;

Princípio 3 – Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as negatividades desde o princípio: danos devem ser apontados, descartados ou minimizados.

Estes descrevem os princípios de ação, mas ainda é possível destacar algumas características fundamentais a Economia Circular:

- a. As perdas são excluídas desde o princípio:** partindo do ideal que todo produto é projetado para ser devolvido ao seu próprio ciclo maximizando a retenção de valor;
- b. A diversidade faz a força:** idealiza que a diversidade leva ao equilíbrio;
- c. Fontes de energia renováveis movem a economia;**
- d. Pensamento sistêmico:** pensar não de forma individual, mas sim englobando aquilo e aqueles que o cercam;
- e. Preços ou outros mecanismos de feedback devem refletir os custos reais;**

Identificando as oportunidade que podem ser geradas a partir da adoção da Economia Circular a EMF destaca na área de economia: maior crescimento econômico, reduções de custo substanciais, geração de empregos e inovação; na área ambiental e sistêmicas: diminuição das emissões e do consumo de materiais primários, preservação e aumento da produtividade da terra e redução das externalidades negativa; na área empresarial: novos e maiores lucros, maior segurança da oferta, novas demandas e maior interação e fidelização de clientes; para os cidadãos: maior renda disponível e a redução da obsolescência.

Borschiver (2019) apresenta o modelo de produção e serviços Economia Circular como sendo um paradigma desafiador, porém que apresenta uma alternativa potencial para reverter as externalidades negativas enfrentadas pelo atual sistema de produção.

Após esta explanação sobre Economia Circular passa-se a relação dos conceitos Indústrias Químicas, e Engenharia Química.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

2.3 Economia Circular em Indústrias Químicas

2.3.1. Definição de Indústria Química

A Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM) em conjunto com o Instituto de Geografia e Estatística (IBGE) estabeleceu em 2006, de acordo com os critérios Organização da Nações Unidas, uma nova Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), enquadrando todas as atividades da indústria química e caracterizando-a na seção C como uma indústria de transformação, divisão 20 como fabricação de produtos químicos e 21 como produção de produtos farmoquímicos e farmacêuticos.

Os grupos de indústrias químicas (Figura 4) abrangidos por essa classificação são: **20.1** fabricação de produtos químicos inorgânicos; **20.2** fabricação de produtos químicos orgânicos; **20.3** fabricação de resinas e elastômeros; **20.4** fabricação fibras artificiais e sintéticas; **20.5** fabricação defensivos agrícolas e desinfetantes domo sanitários; **20.6** fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoas; **20.7** fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, laca e produtos afins; **20.9** fabricação de produtos e preparados químicos diversos; **21.1** fabricação de produtos farmoquímicos e **21.2** fabricação de produtos farmacêuticos, todos os quais possuem suas subclassificações e especificações.

Figura 4 - Vertentes da Indústria Química



Fonte - Elaborado pelas autoras (2023)

2.3.2 Engenharia Química, Indústrias Químicas e a Economia Circular

A definição base do que é a engenharia é encontrada em dicionários e pesquisas podendo ser resumida em: **‘engenharia’** é definida como um conjunto de técnicas e métodos usados para a aplicar conhecimento técnico e científico empírico à utilização de recurso materiais e naturais em prol do benefício humano - área do conhecimento que aborda os conceitos de planificação,



projeção, desenvolvimento, análise, aperfeiçoamento, criação, e manutenção de estruturas, máquinas e alternativas que auxiliem e facilitem a vida em sociedade, sendo está dividida em áreas de especialização (Priberam, 2022). A Engenharia química é especializada no desenvolvimento e acompanhamento de processos industriais nos quais são utilizadas técnicas de extração de matérias primas e de uso de produtos químicos para transformações físico-químicas.

A tendência mundial para indústrias é inovar para atender demandas, serem mais eficientes e tecnológicas, competitivas e adequadas ao mercado. O conceito de Economia Circular nada mais é que uma inovação no sistema econômico, que visa mudar a forma como as empresas produzem, usam matérias primas e as descartam, logo portanto ela deve mudar a forma de pensamento de cada setor das indústrias e os profissionais que atuam nas mesmas. “Não existe país desenvolvido sem um PIB químico pujante e não existe Economia Circular sustentável sem um setor químico consciente que olhe para o futuro que queremos” (Ferreira, 2017, p.10). Bernardo (2020) explica que cerca de 97% de tudo aquilo que consumimos deriva de um processo químico, ou ao menos contém em suas etapas de produção algum processo químico, e que para atingir o objetivo de criar produtos e serviços mais sustentáveis, assim como para estabelecer a Economia Circular, são necessárias soluções inovadoras. Os engenheiros estão passíveis e capacitados da habilidade de inovar para atingir novos métodos de produção que satisfaça as necessidades pontuais atribuídas pelo mercado atual.

2.3.3 Aplicação em Indústrias Químicas, Correlatas e Cases de Aplicação

No tópico 2.3.1. é definido o conceito de indústria química e sua abrangência, observando que esta está ligada a diversas áreas da economia. De modo a obter um caráter comparativo neste tópico serão adotados como principal fonte de estudo apenas cinco divisões dos setores da indústria química, por uma questão de limitação quanto ao número de páginas nesta revisão e as numerosas subdivisões da área da indústria química é proposto o estudo e análise de seis estudos ligados aos seguintes setores e que fazem relação com a Economia Circular (Figura 5): na área de produtos de limpeza e na área de cosméticos ligados a divisão 20.6 ; o setor alimentício abrangido na vertente 20.9 (usa aditivos industriais), área de plásticos abrangido na vertente 20.2, na área de defensivos agrícolas ligado a 20.5 e a área do setor farmacêutico ligado a 21.2.

Figura 5 - Setores Abordados no Estudo



Fonte - Elaborado pelas autoras (2023)

O estudo proposto por Tavares e Borschiver (2020) no segmento de produtos de limpeza estuda e categoriza seis casos ligados a empresas que apresentam grandes avanços em direção aos princípios da Economia Circular, a *Ecolab*, *Safechem* e *Splosh*. Reunindo em um quadro as

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

categorizações propostas pela EMF e agregando as informações de ciclo da economia circular e *Building block* (*design* circular, ciclo reverso, novos modelos de negócio ou atores viabilizados e condições sistemáticas favoráveis) pertencente o estudo, além das informações de autoria própria: *Driver* (palavras chave – *Biobased Industries/ Chemical Leasing/ Produto como Serviço*), Processo (químico/ físico/ bioquímico), Matéria-prima, Produto Químico (obtido), Outros produtos finais e os Setores a montante e a jusante da indústria químicas impactados pelas ações analisadas nos casos. Organizar as informações de cada caso em um quadro possibilitou aos autores chegar as seguintes conclusões:

- a. Os resultados alcançados nestes estudos se resumem no uso eficiente dos recursos, consumo de energia e água e a minimização do descarte de embalagens plásticas;
- b. Neste setor, os esforços atuais se concentram no meio técnico, ou seja, nos quesitos que envolvem *design*, reuso, reprocessamento e reciclagem de recursos finitos. Dado ao fato que a maioria dos casos se trata de compostos químicos sintéticos;
- c. Há um *gap* de ações circulares neste segmento dentro do quesito ciclo biológico, apontando a possibilidade para o desenvolvimento de tecnologias *eco-friendly*;
- d. Modelos de negócio categorizados no tópico *Driver's* que unem o oferecimento de produtos a serviços como *Chemical Leasing* e Produto como Serviço impactam positivamente os setores a jusante da Indústria Química, pois estimulam a melhoria de processo, o uso mais eficiente dos recursos e a participação do setor de serviços;
- e. O desenvolvimento de processos alternativos e o *redesign* de embalagens, focados em diminuir a poluição agravada pelo despejo de embalagens e resíduos do segmento pode ser visto como uma oportunidade de novos negócios mais competitivos e sustentáveis no Brasil, assim como um meio para concretizar a Economia Circular no país.

Como exemplo do setor de cosmético temos o estudo proposto por Bispo (2022), embasado na Política Nacional de Resíduos Sólidos instituída pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que determina sobre a disposição de resíduos sólidos dentro do país – faz uma ligação entre esta, a Logística Reversa que presa pelo gerenciamento de recursos e a Economia Circular, ambas estando voltadas para a sustentabilidade da cadeia produtiva, neste caso em específico destaca-se o aproveitamento de resíduos – embalagens. A empresa em questão é tratada de forma confidencial, mas se destaca no mercado nacional como exemplo de sustentabilidade, apresentando iniciativas e resultados numéricos substanciais. Além de dar grande importância a questão de responsabilidade socioambiental envolvendo e beneficiando a sociedade com suas iniciativas.

No setor alimentício Almeida et al (2022) propõem identificar e analisar trabalhos acadêmicos que abordam o uso de modelos de negócios circulares no setor alimentício, identificando os fatores externos e internos para o seu desenvolvimento e implementação. Entre os pontos destacados neste artigo vale fazer uma ligação direta entre alguns, primeiro destaca-se o fato de que de acordo com *Food and Agricultural Organization* (FAO) cerca de 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são desperdiçadas anualmente no mundo mesmo que ao descartar tais alimentos

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

os recursos relacionados a sua produção sejam também desperdiçados. Segundo, há uma repetição da abordagem circular utilizada neste setor devido as especificidades dos produtos, ligadas principalmente o uso de subprodutos ou resíduos da agricultura para geração de biomassa destinada a adubação, rações para trato animal ou para geração de energia. Para evitar estes desperdícios, a adoção de modelos circulares que considerem a especificidade do setor alimentício são as mais adequadas. Os fatores de relevância para criação ou adequação de modelos de negócios circulares no setor alimentício são:

- a. Fatores externos:** compostos pelos elementos rede de distribuição, valor e parceiros-chave dentro dos ecossistemas, pela conjuntura macro e microeconômica regional e nacional, pelas questões legais e regulatórias e pelos indícios e tendências sociais, ambientais e culturais para o aceite de um novo modelo de negócio circular.
- b. Fatores internos:** diretamente ligados ao alinhamento estratégico das empresas com os princípios da economia circular, o valor agregado dos produtos e serviços através da ótica de quem consome, capacidade operacional de replicar e escalar o negócio e, por fim, os impactos referentes à rentabilidade e custos sobre a saúde financeira.

No que trata do setor de produção de plásticos Junior et al (2020) impacta ao destacar números que apontam a necessidade da mudança da lógica linear neste ramo. Segundo dados coletados pelo mesmo o Brasil é o 4º maior produtor de lixo plástico, produzindo cerca de 8 milhões de toneladas de plástico por ano, gerando cerca de 11,3 de lixo plástico e apenas aproximadamente 1,28%, é efetivamente reciclado. Dado que o descarte inadequado de plástico contribui para a degradação do meio ambiente e diante destes números drásticos apresentados no cenário brasileiro, este estudo propõe quantizar de forma aproximada volume de produção, descarte, categorizar e propor uma mudança de destinação levando em consideração os conceitos da Economia Circular e do gerenciamento da cadeia de abastecimento *Supply Chain Management* (SCM). Como resultado foi utilizado a categorização em 3 definidos pelo CNAE apresentadas os seguintes resultados:

- a. Embalagens:** possuem um ciclo de vida curto (até 3 anos) e o descarte pós-uso é rápido e movimenta cerca de 41% do setor. A indicação desta categoria pelo ciclo de vida curto e alta rotatividade é focado em reduzir o uso, aumentar a reciclagem e em último caso utilizar os resíduos para geração de energia;
- b. Construção:** possuem um longo ciclo de vida (acima de 15 anos) e movimenta cerca de 9% do setor. A indicação desta categoria é reduzir e reutilizar;
- c. Diversos:** ciclo de vida mediano (entre 3 e 15 anos) e movimenta os 50% restante do setor. A indicação desta categoria foca também em reduzir e reciclar.

As ações de Redução em suma podem ser aplicadas a todos os grupos através da revisão do processo de desenvolvimento de produtos, este processo de revisão também é necessário para as ações de redução, pois assim os produtos devem ser desenvolvidos e comercializados considerando esta possibilidade, a reciclagem que pode ser aplicada aos produtos de média duração e não duráveis apresenta maior potencial numérico. Aplicar esses princípios como o objetivo de transitar para a Economia Circular exige esforço e a superação de barreiras comuns a todos

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

os setores como a mudança de cultura da empresa, governo e população e de barreiras mais específicas como abaixo índice de segregação do lixo doméstico e a baixa aceitação dos produtos reciclados. O SCM entra como uma ferramenta e um impactado nesta mudança, pois é responsável por integrar a gestão de demandas e o abastecimento entre todas as empresas da cadeia, e está por sua vez teria de ser revisada e alterada.

Com o objetivo de posicionar a produção agroindustrial em relação aos processos sustentáveis Conde (2022) propõe seu artigo sobre Economia Circular nos Processos Agroindustriais. Neste através da fundamentação teórica qualitativa e quantitativa foi desenvolvido um questionário do tipo *Survey* (que apresenta informações e mede o nível de concordância a elas), sendo aplicado no público-alvo de pessoas em exercício do cargo de liderança de agroindústrias no estado de São Paulo. Foram avaliadas questões, que apresentam um alto grau de confiabilidade, e sintetizadas suas respostas de forma breve a seguir:

a. Oportunidades: neste quadro todas as questões analisadas apresentaram acima de 90% de concordância destacando uma unanimidade na quanto a necessidade do uso de resíduos para redução do custo de novas produções;

b. Barreiras: a síntese destas questões pode dividir a barreiras em dois tipos:

Primárias: com taxas de concordância de 90% ou acima encontramos relações com a cultura organizacional pró-sustentabilidade, falta de legislação sobre o uso de resíduos como insumos e a necessidade de conhecimentos técnicos para esta aplicação;

Secundárias: com os números de 76%, 68% e 38% de concordância estão a divergência de custos entre material virgem e reciclados ou de reuso, a resistência dos consumidores a comprar produtos provenientes de reciclagem e em último grau de concordância se encontra a inferioridade de produtos produzidos a partir de resíduos.

c. Boas práticas: as três mais utilizadas dentro de empresas estão relacionadas a reciclagem, logística reversa e ao uso de tecnologia e conhecimento. Já entre as menos usadas estão o uso de embalagens menores, o desenvolvimento de fluxo estratégico de retorno do produto/embalagem no fim da vida útil e o uso do transporte intermodal, além do número mínimo de 3,3% de prática de compostagem, sendo a menos realizada.

Síntese (dissertativas de resposta aberta que geraram a análise *SWOT* da pesquisa): a análise apresenta os seguintes parâmetros – maior número de pontos fortes frente aos fracos e uma equivalência entre ameaças e oportunidades. Através dessa pesquisa é possível identificar novas oportunidades de estudo dentro do setor, os altos índices de oportunidades mesmo com uma equivalência em barreiras e entender de uma forma geral o pensamento dos gestores quando a adesão da economia circular dentro do Agronegócio.

Dentro do setor de produtos farmacêuticos Bertolo (2019) faz um profundo estudo sobre o tema Doações, Logística Reversa e Economia Circular de Medicamentos, apresentando a complexidade do estudo do tema frente a extensiva cadeia de setores envolvidos a esta, as implicações éticas e legais. Ainda assim através da revisão de 122 estudos foi possível definir os fluxos reverso de medicamentos de fim de uso e fim de vida entre Doações, Logística Reversa e Economia Circular. O autor aponta um desfalque de investimento tanto em pesquisas quanto em

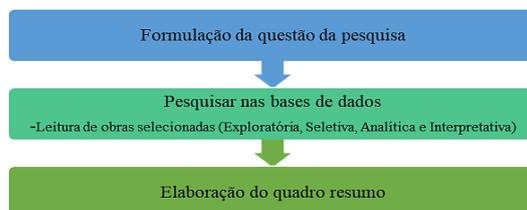


ações de fluxo reverso dentro do setor, especialmente considerando que aplicar ações de fluxo reverso para o setor apresenta resultados positivos nos quesitos ambiental, econômico e social, como foi demonstrado pelos dados obtidos no estudo de caso de um programa público na cidade de Farroupilha (RS). Tal programa lista que a coleta de medicamentos usados e não vencidos para doação beneficia a sociedade, diminui o descarte indevido de medicamentos evitando danos ambientais e afetando a economia indiretamente, pois o dinheiro que seria direcionado a medicamentos é redirecionado para outros fins. Ainda abre a possibilidade de estudo para um possível mercado de segunda mão de medicamentos não vencidos visando propósitos de benefício econômico-sócio-ambiental.

3. Metodologia

Segundo Severino (2014) uma pesquisa bibliográfica é realizada a partir de registros disponíveis decorrentes de pesquisas e estudos anteriores, utilizando de dados já trabalhados com o intuito de chegar em um resultado alternativo. Para Gil (2002) uma vantagem da pesquisa bibliográfica é a capacidade de cobertura de uma ampla gama de fenômenos, e afirma que o método da pesquisa bibliográfico é o mais adequado para conhecer fatos históricos que possam estar espalhados por diversos lugares. Neste estudo a revisão bibliográfica sobre Economia Circular foi realizada tendo como base as informações apresentadas no período de 2014 a 2023, encaixando-o nos contextos da engenharia química e da indústria química, e para isso utilizou-se da explanação de conceitos e exemplificação de indústrias ligadas ao meio químico que tentam incutir a Economia Circular na sua forma de produção, como mostra a figura 6, a seguir.

Figura 6 - Sequência das Ações da Metodologia



Fonte - Adaptado de Corrocher e Rotta (2019)

4. Resultados

De modo a ter uma visão ampla do estado atual do desenvolvimento do setor químico em relação a Economia Circular e com base nos exemplos vistos anteriormente elaborou-se um o quadro 2 que analisa, e faz uma síntese das premissas da aplicabilidade da Economia Circular em cada setor exemplificado:



Quadro 2 - Análise Aplicada a Adoção da Economia Circular nos Setores Ligados a Indústrias Químicas

ANÁLISE APLICADA A ADOÇÃO DE ECONOMIA CIRCULAR NOS SETORES LIGADOS A INDÚSTRIAS QUÍMICAS	Setor de Produtos de Limpeza	Setor de Cosméticos	Setor Alimentício	Setor de Plásticos	Setor Agrícola	Setor farmacêutico
Principais Abordagens						
Uso eficiente de recursos finitos	x	x				
Reformulação do Design do Produto	x	x				
Destinar os resíduos/subprodutos a outro setor			x			
Focado nos 3 R's (reduzir/reutilizar/reciclar)		x		x		
Reciclagem / Logística reversa/ Tecnologia e Conhecimento					x	
Descarte correto de resíduos/ Aproveitamento de produtos adequados ao consumo						x
Vantagens						
Evitar ou diminuir o desperdício de recursos de produção	x	x	x	x		x
Aproveitar os resíduos dentro do próprio setor				x	x	
Impactos positivos nos setores direto/indiretamente ligados	x	x	n.ã.	x	x	n.ã.
Impactos positivos Econômico/Social/Ecológico	x	x	x	x	x	x
Dificuldades						
Atender as especificidades do setor			x			
Envolvimento de diversos fatores internos/externos ao setor	n.ã.	n.ã.	x	x	n.ã.	x
Barreiras variadas entre: cultura da empresa; legislação; limitação de conhecimento; custos e aceitação do produto	x	x	x	x	x	x
Desfalque em pesquisas e investimentos para ações ligadas a EC					x	x
Apontamentos / Oportunidades						
Gap de ações circulares de Ciclo biológico	x	x	n.ã.	n.ã.	x	n.ã.
Criação de novas oportunidades de negócios	x	x	n.ã.	x	x	x

Fonte - Elaborado pelas autoras (2023)

É possível tirar diversas conclusões a partir da análise realizada no quadro 2. Observando-se em primeiro momento as subdivisões do quadro tem-se as:

Principais abordagens: dado as diferenças na metodologia de processo de produção, cada área varia sua abordagem conforme suas oportunidades e necessidades;

Vantagens: As vantagens que são observadas são de fato as propostas pela adesão a Economia Circular – diminuir desperdícios, manter os produtos tendo valor e impactar de forma positiva nos quesitos ambiental/social/econômico.

Dificuldades: duas dificuldades se destacam em comum nestes exemplos mesmo que não tenham sido diretamente abordados, o envolvimento de diversos fatores internos e externos ligados a empresa e as barreiras a implementação, o que é deveras compreensível considerando que mudar de um sistema econômico para outro não é um caminho fácil e a ser percorrido de forma rápida ou sem planejamento;

Oportunidades/Apontamentos: também é possível observar dois pontos que embora não abordados fazem sentido ser aplicado a todos os estudos, qualquer mudança abre espaço para a criação de novos negócios, e por se tratarem de exemplos ligados a indústria química há uma certa dificuldade em encontrar soluções de ciclo biológico, o que apresenta uma oportunidade de estudos.

A partir da leitura crítica deste trabalho foi possível visualizar que há não apenas a necessidade global de mudanças como também o fato de realiza-las é um processo longo que envolve desde o desenvolvimento de conceito e métodos a tomada de ações propriamente ditas. A mudança do sistema econômico para um sistema de produção por Economia Circular vem ocorrendo de forma gradual e apresentando suas vantagens nos quesitos econômico, social e ambiental, e para que ocorra de forma mais eficiente e rápida o conhecimento e vantagens deste precisam ser propagados nos diversos meios sejam estes empresariais, sociais e profissionais.

5. Conclusões

Como resultado da pesquisa tem-se a relação entre os conceitos Economia Circular, e Indústrias Químicas, destacando-se a importância dos conceitos propostos para a engenharia química que está inserida nessa nova oportunidade de mercado. Fazer uma ligação entre o sistema econômico Economia Circular as Indústrias Químicas e aos profissionais de engenharia química demonstra o potencial de trabalho requerido para transitar com sucesso a Economia Circular.

A partir da escassez de artigos relacionando estes tópicos esta revisão vislumbra o cenário de alguns setores apontando pontos fortes, *gaps*, necessidades, dificuldades e particularidades de cada setor, abrindo portas para que novos estudos possam ser feitos de forma mais aprofundada. Ao ser estabelecido tais pontos de maneira visual no quadro 2 contribuiu para o fácil entendimento das informações, principalmente dos conceitos e suas relações. Foram atingidos os objetivos de explanar sobre os conceitos e origem da Economia Circular, atribuir ligações entre este modelo de economia ao setorial químico e os profissionais da área de engenharia química. Demonstrando neste ato a presente necessidade da mudança de atitude frente a economia global atual e pontuando ações que podem e estão sendo tomadas no meio industrial. Espera-se com esse trabalho ter contribuído para novas pesquisas relacionadas aos conceitos abordados na área de Engenharia Química. É importante se destacar como uma limitação do trabalho somente a utilização de bases de dados públicas ou gratuitas. O acesso as bases de dados pagas ou por assinaturas contribuiriam para o aprofundamento dos argumentos apresentados.

6. Referências bibliográficas

ABDALLA, F. A.; SAMPAIO, A. C. F. Os novos princípios e conceitos inovadores da Economia Circular. **Revista Entorno Geográfico**, n 15, p. 82-102, fev./jun., 2018.

ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química. **A Indústria Química – Conceito**.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Disponível em: <https://abiquim-files.s3-us-west-2.amazonaws.com/includes/pdf/indQuimica/AIndustriaQuimica-Conceitos.pdf>. Acessado em: 29 de agosto de 2022.

AGUIAR, M. F. et al. **Economia circular: das origens do movimento ambientalista as políticas públicas atuais**. Artigo (Engenharia de Produção) – UNESP, Bauru, novembro, 2021.

ALMEIDA, G. A.; AGUIAR, M. F.; JUGEND, D. Modelos de Negócios Circulares para o Setor Alimentício: Uma Reflexão Teórica. **XLII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO** "Contribuição da Engenharia de Produção para a Transformação Digital da Indústria Brasileira" Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2022.

BERTOLO, R. J. Doações, **Logística Reversa e Economia Circular de Medicamentos**. Tese de Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas) – UNISINOS. São Leopoldo, RS, 2019.

BISPO, A. A. **A economia circular e a logística reserva aplicada em uma empresa de cosméticos brasileira**. 2022. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior Tecnológico em Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2022.

BORSCHIVER, S.; TAVARES, A. Conhecendo a economia circular. **Revista Brasileira de Engenharia Química**, v. 35, n. 1, p. 10-18, 1º quadrimestre, 2019.

CORROCHER, M. C.; ROTTA, I. S. **O Cotidiano de Trabalho de Motoristas de Caminhão do Transporte de Cargas; Identificação e Avaliação dos Principais Riscos Ocupacionais Presentes Nessa Profissão**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção. Fundação Hermínio Ometto, Araras, SP, 2018.

CONDE, L. J. **Economia Circular nos Processo Agroindustriais: Um Estudo sobre Oportunidade e Barreiras no Estado de São Paulo**. 2022. Tese de Dissertação de Mestrado (Pós-graduação de Engenharia de Produção) - UNESP, Bauru, SP, 2022.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>. Acesso em: 05 de setembro de 2022.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>. Acesso em: 05 de setembro de 2022.

ENGENHARIA. In: Dicionário Priberam. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/engenharia>. Acessado em: 3 de setembro de 2022.

ENGENHARIA. In: Significados. Disponível em: <https://www.significados.com.br/engenharia/>. Acessado em: 3 de setembro de 2022.

FABRIS, M. M. et al. Economia circular e engenharia de produção: produção científica e redes de colaboração. **Revista Prisma**, Rio de Janeiro, 2020.

FERREIRA, P. G.; DA SILVA, F. G.; FERREIRA, V. F. A importância da química para a economia circular. **Revista Virtual de Química**, 2017. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/VitorNo-Prelo.pdf>. Acesso em: 3 de setembro de 2022.



GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002, p. 45.

IDEIA CIRCULAR. O que é Economia Circular? **Ideia Circular**, 2023. Disponível em: <https://ideiacircular.com/economia-circular>. Acesso em: 01 de maio de 2023.

JÚNIOR, P. J. P. et al. Sustentabilidade e Supply Chain Management: A Viabilização da Economia Circular na Utilização de Plásticos. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia**, vol. 11, n. 2, p. 1-14, jul-dez 2020.

LEITÃO, A. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. **Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting**, 1, 2, 149-171, setembro 2015.

ONU - Nações Unidas Brasil. **A ONU e o meio ambiente**. ONU - Nações Unidas Brasil, 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>. Acesso em: 06 de setembro de 2022.

Pacto Global Rede Brasil. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. Pacto Global Rede Brasil, 2015. Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/ods>. Acessado em: 06 de setembro de 2022.

PEREIRA, L. C. F. **O DESIGN PARA ECONOMIA CIRCULAR, repensando a forma como fazemos as coisas**. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade de Brasília, Brasília -DF, 2020.

SALES, G. B. et al. Prospecção tecnológica de métodos e técnicas da economia circular aplicadas ao desenvolvimento econômico sustentável. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 14, n. 2, p. 502-516, junho, 2021.

SEHEM, S; PEREIRA, S. C. F. Rumo à Economia Circular: Sinergia Existente entre as Definições Conceituais Correlatas e Apropriação para a Literatura Brasileira. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa**, Curitiba-PR, v. 18, n. 1, p.35-62, Jan-Mar, 2019.

SEVERINO, A. J.. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2014, p. 106.

SOUZA, A. L. O. **Economia circular: uma avaliação bibliográfica e áreas de aplicação**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Centro de Engenharias, Departamento de Engenharia e Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, novembro, 2021.

TAVARES, A. S; BORCHIVER, S. Contribuições do Segmento de Produtos de Limpeza para a Economia Circular. **Cadernos de Prospecção** – Salvador, v. 13, n. 4, p. 974-988, setembro, 2020.

TAVARES, A. S; BORCHIVER, S. **Catalisando a Economia Circular – conceitos, modelos de negócios e sua aplicação em setores da economia**. Rio de Janeiro, Editora UFRJ, 2022.

VIER, M. B. et al. Reflexões sobre economia circular. **Colóquio – Revista do Desenvolvimento Social**, Taquara-SP, v. 18, n. 4, out/dez, 2021.

WEETMAN, C. **Economia circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa**. Trad. Afonso Celso da Cunha Serra. São Paulo: Autêntica Business, 2019.

ZAKON, A.; ALEVATO, S. J. As Engenharias Químicas e seu registro profissional. **Revista Brasileira de Engenharia Química**, v. 30, n. 1, p. 12-25, 1º quadrimestre, 2014.