



NETLOG 2021

International Conference on Network
Enterprises & Logistics Management

Economia circular: afinal, o que é isso?

Mauro Campello

MC Treinamentos

mcampello@yahoo.com

Resumo

O presente artigo tem como objetivo uma breve análise sobre economia circular: o que é, os conceitos principais, princípios, benefícios e as mudanças na produção em geral. Para isso, apresenta aspectos relativos do conceito de economia linear, sustentabilidade, logística e logística reversa e, também, uma apresentação sobre as mudanças na produção pelas revoluções industriais e tecnologia. O processo tradicional de produção de bens e serviços usa, na maioria dos casos, recursos extraídos da natureza. Ocorre que essa velocidade de extração não permite um tempo suficiente para regeneração da mesma. Ao final do processo produtivo e do pós-consumo dos produtos, ocorre acúmulo de resíduos que nem sempre são adequadamente descartados, o que gera impacto para a natureza. Na maioria dos casos esse lixo tem valor, sendo bem processado, além de poder ser reaproveitado como insumo de outros diversos processos e, no limite, nem existir. Esse é o conceito da economia circular, que permite mudanças significativas na produção, mas também em todo o processo, alterando formas de produção, distribuição, consumo, relacionamento na cadeia de suprimentos, além do próprio negócio. São abordados temas de desenvolvimento sustentável e como a economia circular contribui para a melhoria do meio ambiente, dos negócios, das pessoas, a importância da logística reversa, tanto na economia circular, como na sustentabilidade para as empresas e sociedade do ponto de vista econômico, ambiental e social, gerando benefícios e valor. A metodologia da pesquisa é uma revisão bibliográfica. Com base nos resultados apresentados e discutidos, verifica-se que o objetivo foi alcançado.

Palavras-chave. Economia circular, Economia linear, Logística, Logística reversa, Negócios.

Abstract

This article aims at a brief analysis on circular economy: what it is, the main concepts, principles, benefits and changes in production in general. For this, it presents relative aspects of the concept of linear economy, sustainability, logistics and reverse logistics and, also, a presentation on the changes in production by industrial revolutions and technology. The traditional process of producing goods and services uses, in most cases, resources extracted from nature. It turns out that this extraction speed does not allow enough time for its regeneration. At the end of the production process and post-consumption of products, there is an accumulation of waste that is not always properly disposed of, which generates an impact on nature. In most cases, this garbage has value, being well processed, in addition to being able to be reused as an input for other various processes and, at the limit, not even exist. This is the concept of the circular economy, which allows significant changes in production, but also in the entire process, changing forms of production, distribution, consumption, supply chain relationships, in addition to the business itself. Sustainable development issues are addressed and how the circular economy contributes to the improvement of the environment, business, people, the importance of reverse logistics, both in the circular economy and in sustainability for companies and society from an economic point of view, environmental and social, generating benefits and value. The research methodology is a bibliographic review. Based on the results presented and discussed, it appears that the objective has been achieved.

Key words. Circular economy, Linear economy, Logistics, Reverse logistics, Business.

Resumen

Este artículo tiene como objetivo un breve análisis sobre la economía circular: qué es, los principales conceptos, principios, beneficios y cambios en la producción en general. Para ello, presenta aspectos relativos del concepto de

economía lineal, sustentabilidad, logística y logística inversa y, también, una presentación sobre los cambios en la producción por revoluciones industriales y tecnología. El proceso tradicional de producción de bienes y servicios utiliza, en la mayoría de los casos, recursos extraídos de la naturaleza. Resulta que esta velocidad de extracción no deja suficiente tiempo para su regeneración. Al final del proceso productivo y post-consumo de los productos, se produce una acumulación de residuos que no siempre se eliminan adecuadamente, lo que genera un impacto en la naturaleza. En la mayoría de los casos, esta basura tiene valor, al estar bien procesada, además de poder ser reutilizada como insumo para otros procesos diversos y, al límite, ni siquiera existir. Este es el concepto de economía circular, que permite cambios significativos en la producción, pero también en todo el proceso, cambiando formas de producción, distribución, consumo, relaciones de la cadena de suministro, además del propio negocio. Se abordan cuestiones de desarrollo sostenible y cómo la economía circular contribuye a la mejora del medio ambiente, las empresas, las personas, la importancia de la logística inversa, tanto en la economía circular como en la sostenibilidad para las empresas y la sociedad desde un punto de vista económico, medioambiental y social, generando beneficios y valor. La metodología de investigación es una revisión bibliográfica. Con base en los resultados presentados y discutidos, parece que se ha logrado el objetivo.

Palabras clave. Economía circular, Economía lineal, Logística, Logística inversa, Negocios.

1 Introdução

As mudanças na economia vêm acontecendo de forma cada vez mais rápida, principalmente com a introdução da tecnologia no processo de produção. Desde a produção manual (artesanal) até a Indústria 4.0, muitas foram as mudanças na busca de resultados sempre crescentes.

As matérias-primas principais utilizadas em diversos processos produtivos são extraídas da natureza. Este fato vem acontecendo em velocidade que não dá condições para que o planeta se recupere. Já por outro lado, os resíduos do processo produtivo e do pós-consumo contribuem para impactos diversos com as seguintes consequências: problemas de poluição, aquecimento global, saúde, doenças, citando alguns.

O processo empregado na produção é baseado na exploração, produção em si, consumo e descarte final – a economia linear, com implicações negativas: exploração desenfreada de recursos naturais, além do descarte final, com sérios problemas ao meio ambiente, além daqueles causados com a produção em si.

O objetivo do artigo é analisar um conceito alternativo ao processo atual de produção que tem no seu escopo mudanças diversas, como a forma de exploração de recursos naturais, o descarte final e o consumo, com o objetivo ideal de volume zero de resíduos ou bem próximo disso, apresentando características, conceitos e benefícios. São abordadas considerações sobre sustentabilidade, logística e logística reversa, importantes no novo conceito e na produção.

2 Revisão da literatura

Neste capítulo será analisada a economia, suas mudanças e avanços, sustentabilidade, logística e logística reversa, bem como a chamada economia linear e seus principais aspectos.

2.1 Economia e as mudanças

É fato que a economia mudou. As mudanças significativas levaram a sociedade ao progresso, se bem que em condições específicas pode-se questionar esse progresso. Foram mudanças que aconteceram de forma intensa com reflexos na forma da sociedade viver, consumir e se relacionar.

Inicialmente era uma sociedade principalmente agrícola, até 1780, onde predominava o emprego da força física e praticamente sem tecnologia, com base na tecnologia atual (Santos, 2020). Posteriormente, até meados de 1980, era a sociedade industrial com uso intenso da força da máquina que teve como consequência o aumento da produção. Finalmente, de 1980 até os dias atuais, é a sociedade digital, conectada, com utilização intensa de tecnologia, onde tudo acontece de forma rápida.

Não foi só a economia que mudou. Tal evolução acarretou a necessidade de novas habilidades nas pessoas, definição de novos modelos de negócios, citando como exemplo, o *open banking* (VEJA, 2021).

2.2 As Revoluções Industriais

Essa evolução citada aconteceu paralelamente com as diversas revoluções ao longo do tempo, resumidas (Santos, 2020):

A 1ª. Revolução Industrial ocorreu na Inglaterra, final do século XVIII, com os seguintes fatos: carvão, máquina a vapor, ferro e indústria têxtil e a passagem do trabalho artesanal – com pequeno volume de produção, para o trabalho mecânico – altos volumes produzidos.

A 2ª. Revolução Industrial, meados do século XIX, tem os seguintes fatos relevantes: eletricidade, desenvolvimento da química, conceitos iniciais de gestão. Acontece a massificação da manufatura.

A 3ª. Revolução Industrial, segunda metade do século XX, tem a informação como principal matéria-prima. Surge o computador e avanços em praticamente todas as áreas do conhecimento, a manipulação atômica e a tecnologia espacial e exploração do petróleo.

A 4ª. Revolução Industrial destaca a forte utilização da tecnologia da informação (TI) na indústria, uma revolução tecnológica intensa responsável por mudanças na forma de viver, trabalhar e de relacionar, bem diferente de tudo que o homem já vivenciou anteriormente (Schwab, 2018). Reúne o conceito de fábrica inteligente agregando nanotecnologia, robótica, inteligência artificial, internet das coisas, computação em nuvem, entre outros – a Indústria 4.0: uma automação, tecnologia da informação e outras inovações aplicadas na manufatura gerando produtos de valor agregado, com a substituição mais intensa do homem pela máquina. Segundo alguns autores, é o caminho para a 5ª. revolução conectando homem, máquina e o mundo na era da inteligência.

2.3 Economia linear

Tanto as mudanças comentadas, como as inovações oriundas das revoluções industriais, além do próprio avanço da tecnologia, provocaram transformações no mundo e na própria vida humana, como o surgimento de novos materiais, praticidade no dia a dia e maior expectativa de vida. O aumento das necessidades humanas – hoje são cerca de 7,2 bilhões de habitantes – provoca uma produção crescente para atender as necessidades, diretamente proporcional à exploração de recursos naturais e a consequência vem com impactos sérios e desgastes ao meio ambiente, como a possível falda de alguns recursos com o tempo.

Esse é o modelo da economia linear: um modelo de produção baseado na extração, produção, uso e descarte de recursos e materiais, sem considerar a capacidade regenerativa do planeta, apresentado na Figura 1.

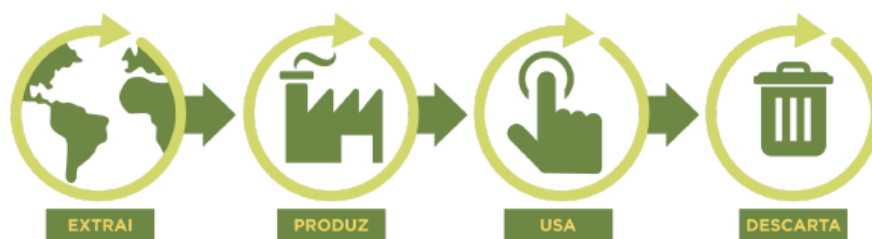


Figura 1. Economia linear; fonte: SENAI (2020)

Com certeza, o desenvolvimento tecnológico otimiza processos produtivos com aceleração da produção, gera ganhos de capacidade e maior produtividade, porém a exploração de recursos naturais é altíssima. A exploração desgasta reservas naturais importantes, podendo provocar escassez de recursos naturais e indisponibilidade de matérias-primas para a indústria. Isso gera desgaste no ecossistema com impacto nas reservas globais e empresas terão problemas com suprimento de

matérias-primas, além da volatilidade no custo das *commodities*. Com certeza, dentro de certo tempo, pode ocorrer a descontinuidade de muitos negócios.

Assim, pode-se destacar quatro riscos no processo de economia linear, lembrando que os mesmos exigem uma boa gestão de forma a mitigá-los e definir investimentos nos negócios:

- Risco de suprimento pela falta de recursos naturais pela exaustão atual verificada e seus impactos ambientais;
- Risco de competitividade devido à obsolescência programada que afeta a qualidade dos produtos;
- Risco de conflitos pela perda de colaboração na cadeia produtiva;
- Risco de sobrevivência no futuro.

2.4 Sustentabilidade

Tanto o crescimento da população e da intensa utilização da tecnologia na produção geraram uma necessidade de extrair recursos naturais com maior velocidade, ocasionando o desequilíbrio ambiental capaz de colocar em risco o ecossistema – o sistema formado pela inter-relação dos seres vivos com o ambiente (Peña *et al.*, 2017). Para alguns pesquisadores, o ecossistema terrestre é incapaz de sustentar o nível de atividade econômica e de consumo de matéria-prima nos volumes atuais. Os diversos impactos causados pela ação humana ao meio ambiente fizeram surgir diversos movimentos e conceitos relativos à preservação do planeta. A sustentabilidade é uma ferramenta que pode auxiliar no equilíbrio dessa situação preocupante, apesar de ser compreendida e interpretada de diferentes percepções por alguns países, comprometendo o seu real objetivo. Alguns autores definem sustentabilidade como uma transformação social e ecológica, para outros é o desenvolvimento, crescimento de maneira renovada, diferente da atual.

O termo passou a ter forte relevância durante a década de 70 na Conferência sobre o Ambiente Humano das Nações Unidas (em Estocolmo), com a declaração, a nível mundial, da preocupação com as questões ambientais globais. O Relatório Brundtland (*Our Common Future*), preparado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1987), formaliza pela primeira vez o conceito de desenvolvimento sustentável como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades e aspirações”. Por outro lado, sustentabilidade também pode ser definida como a utilização dos serviços da natureza dentro do princípio de manutenção do capital natural, ou seja, a utilização dos recursos naturais de acordo com a sua capacidade de renovação dentro do sistema como um todo (Bellen, 2002).

Observa-se que as duas definições de sustentabilidade citadas apresentam em comum a preocupação com o futuro, não só das gerações, mas de todo o sistema envolvido.

A Conferência das Nações Unidas sobre desenvolvimento sustentável estabeleceu, em 2012, no Rio de Janeiro, 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com a meta era produzir um conjunto de objetivos que suprisse os desafios ambientais, políticos e econômicos mais urgentes que o mundo enfrentava. Tais objetivos são apresentados na Figura 2.



Figura 2. Objetivos de desenvolvimento sustentável; fonte: nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/

Chaves & Campello (2016) citam que, de acordo com a evolução do mundo em relação às questões estratégicas relacionadas aos aspectos econômicos, ambientais e sociais, surge um novo conceito na

década de 90, mundialmente conhecido como *The Triple Bottom Line* (Ferreira, 2019): o tripé da sustentabilidade ou 3 P's – *People, Profit and Planet*, envolvendo aspectos social, econômico e ambiental. A sociedade precisa ter consciência de que não se deve visar apenas o lucro e o bem-estar, que além desses fatores há uma ligação entre o mundo natural e o mundo do trabalho que não pode ser desfeita (Peña *et al.*, 2017).

2.4 Logística

Produção e logística estão intimamente ligadas, tanto que à medida que a produção aumentou ao longo dos anos, a logística também evoluiu. E continua se desenvolvendo rapidamente, tanto pela demanda por maior produção, como pelo desenvolvimento e aplicação da tecnologia da informação na logística, comentam Cavalcanti *et al.* (2019).

De acordo com Ballou (2006), a logística trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem que facilitam o fluxo de produtos/serviços, desde a aquisição da matéria-prima até o consumo final, sem esquecer dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento com o propósito de providenciar níveis de satisfação adequados aos clientes a um custo razoável.

Daskin (1995) comenta que logística é definida como o planejamento e operação de sistemas físicos, informacionais e gerenciais necessários para que insumos e produtos vençam condicionantes espaciais e temporais de forma econômica.

Christopher (2018) comenta que logística está relacionada ao processo de gerenciar a compra, o monitoramento e a armazenagem de materiais, peças e produtos acabados por meio da organização, de forma a maximizar a lucratividade com a utilização de um atendimento de baixo custo.

Fica claro a preocupação com custos da operação nas visões dos autores citados – fator importante na produção e nos resultados como forma de maximizar o lucro, pois os custos logísticos têm uma participação significativa no custo total da produção.

De forma geral, todas as definições se referem à logística como um planejamento voltado a alcançar um meio de minimizar custos, reduzir processos operacionais, satisfazer clientes e aumentar o lucro na produção e operação (Cavalcanti *et al.*, 2019).

2.5. Logística reversa

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, de 2010, a logística reversa tem como objetivo o retorno dos bens utilizados no consumo do adquirente no ciclo de negócios, seja no pós-venda ou no pós-consumo.

A logística reversa envolve planejamento, implementação e controle de eficiência das matérias-primas utilizadas na produção de forma que possa ser alcançada a recuperação de valor e se utilize um descarte correto, com menor impacto ambiental possível.

Como cita Stock (1998), a logística reversa trabalha a reciclagem via retorno de materiais anteriormente consumidos, troca de produtos, reutilização de produtos, distribuição ordenada de resíduos e remanufatura de bens retornados. Para Fleischmann (2001), logística reversa é o processo de organização, efetivação e controle eficiente e eficaz do fluxo de entradas e guarda de materiais, inclusive os menos importantes, processo distinto no sentido comum da cadeia de abastecimento, com a finalidade de reaver valor ou descartar materiais de forma correta. De acordo com Leite (2009), a logística reversa é a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo, e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas – econômico, ecológico, legal, logístico, para a imagem corporativa, entre outros.

Algumas razões levaram empresas a aderirem ao processo de logística reversa, conforme destaca Peña *et al.* (2017): legislação ambiental; benefícios econômicos gerados pela reutilização; conscientização

ambiental partindo dos consumidores; razões competitivas no mercado; proteção da margem de lucro; recaptura de valores e ativos. Nota-se o grande avanço e aprimoramento da logística reversa com o passar dos anos, fruto de pesquisas, desenvolvimento contínuo, além de aspectos legais.

2.6 Economia circular: o novo modelo

Com base nos fatos comentados, é evidente a necessidade de uma nova economia que considerasse as situações presentes na economia linear. O sistema linear não permite o tempo necessário de regeneração dos recursos naturais, além dos impactos relativos ao aquecimento global pela emissão de gases do efeito estufa (GEE). A história mostra que no passado os impactos ao meio ambiente eram causados por fenômenos naturais, mas hoje, as atividades humanas são responsáveis pelos impactos, com mais intensidade nos últimos 50 anos.

A 21ª Conferência do Clima (COP 21, do inglês *Conference of the Parties*), realizada em 2015, na cidade de Paris, definiu um acordo global com 195 países para redução das emissões de gases do efeito estufa, com os seguintes objetivos, para limitar o aumento da temperatura: aumento da eficiência energética dos processos; maior uso de energias renováveis; redução do desmatamento.

Assim, algumas alternativas podem ser elencadas sobre três óticas (SENAI, 2020):

- Compromissos nacionais: uso de energia sustentável, maior eficiência energética, reduzir desmatamento;
- Nova economia: recuperação e reuso de itens, aumento da vida útil, compartilhamento de serviços, novo *design*;
- Outras medidas: aumento da escala dos renováveis e da eficiência energética, reflorestamento, agricultura inteligente.

É fato que os recursos necessários na produção não são infinitos e são grandes os riscos de colapso na atual economia linear, pois o aumento da produção gera mais extração no meio ambiente, gera mais lixo da produção e sem recursos naturais não há produção.

Esse novo modelo de economia é chamado economia circular. Nela, os fluxos de materiais são contínuos e os resíduos são transformados em matéria-prima; o sistema é regenerativo, ou seja, nada se perde e tudo se transforma, como na natureza: ou seja, o lixo é abolido ou minimizado ao máximo.

Compartilhar, consertar e reutilizar são conceitos importantes na economia circular, ou seja, o que se extrai do meio ambiente volta naturalmente ao final do ciclo, sendo regenerado e reutilizado. Luz (2017) cita que apenas 9% do material utilizado na produção industrial retorna ao processo produtivo ou ao meio ambiente de forma devida, sendo que o restante vai para aterros sanitários, na melhor das hipóteses, porém, na maioria das vezes o material vai para a natureza sem qualquer tratamento, gerando poluição em cidades, rios e mares, com danos enormes. A Figura 3 ilustra o modelo de economia circular.



Figura 3. Economia circular; fonte: SENAI (2020)

De acordo com Passenier (2015), a economia circular estabelece que:

- Os resíduos devem ser tratados como um recurso valioso e não descartados sem qualquer valor;
- A coleta, a triagem e a reciclagem de produtos e materiais descartados devem ser atividades rotineiras, gerando uma mudança de atitude;
- Os produtos e materiais devem ser concebidos visando uma possível reutilização e não apenas o descarte;
- A transformação dos produtos em novas matérias-primas ou em outros produtos de melhor qualidade seja uma atividade comumente empregada.

2.6.1 A mudança para a economia circular

Dentro desse novo conceito de produção onde o objetivo é não ter lixo, alguns caminhos são necessários, como desacelerar a extração, redução de perdas no processo produtivo, otimização do uso de materiais e circular mais e melhor.

O objetivo do crescimento econômico é atender necessidades da sociedade. No modelo linear, esse crescimento demanda mais material, mais recursos naturais, gerando mais resíduos.

Na economia circular, o crescimento econômico é desconectado da exploração de recursos naturais, pensando em novos ciclos de materiais e novos modelos de negócio.

Freitas *et al.* (2017) citam os três princípios da economia circular:

1. Preservação e aumento do capital natural, por meio do controle de estoques finitos e do equilíbrio dos fluxos de recursos renováveis. Entende-se por capital natural o valor inerente aos bens retirados da natureza para utilização no processo produtivo, ou seja, o valor do que é retirado da natureza. Para a manutenção deste capital é necessário reduzir a extração de recursos, promover o uso de recursos renováveis, além de conseguir a reinserção de insumos de volta na natureza;
2. Otimizar o rendimento de recursos, fazendo circular produtos, componentes e materiais no nível mais alto nível de utilidade o tempo todo, seja no ciclo técnico ou no biológico. Isso significa a recuperação de produtos e, caso sejam descartados, que os mesmos sejam reinseridos na cadeia produtiva de forma a contribuir para a economia. O uso de materiais biológicos é estendido ao máximo, bem como acontece a economia compartilhada, que amplia a utilização dos produtos;
3. Aumentar a eficácia do sistema, revelando as externalidades negativas geradas e excluindo-as dos projetos. Há que se conhecer os impactos socioambientais existentes ao longo do ciclo de vida dos materiais e produtos, para que sejam reduzidos os danos ao meio ambiente - uso da terra, água, poluição sonora, liberação de substâncias tóxicas e mudança climática.

Convém destacar alguns aspectos que não se referem à energia circular, tais como:

- Refere-se apenas às práticas de reciclagem, atributos sustentáveis e valorização de resíduos; a economia circular promove o redesenho dos produtos com na modularidade e sua durabilidade;
- É a solução dos problemas da economia; a economia circular muda o sistema e evita os problemas;
- Está relacionada à produção mais limpa e eficiência de processo; a economia circular vai além, gerando efetividade com novos modelos de negócio.

A inovação é fator decisivo na economia circular, seja na escolha dos materiais, no *design* dos produtos, serviços e plataformas que modificam a maneira de comunicação, consumo com geração de novos modelos de crescimento.

A economia circular é impulsionada por cinco novos modelos de negócios:

1. Renováveis: materiais e combustíveis renováveis; plástico da cana de açúcar é renovável e reciclável; carro movido a etanol, embalagens de fécula de mandioca são comestíveis e compostáveis;
2. Resíduos como recursos: os consumidores devem devolver os produtos usados, conscientização; transformar o lixo sem valor em algo que traz valor no processo; casca de arroz gerada no cultivo

como geração de sílica verde usada na performance dos pneus sem extração na natureza; trigo do resíduo do pão para fabricação de cerveja;

3. Compartilhamento: prolongar a vida útil de produtos por reparos, modernização, revenda e compartilhamento; implicações no *design* para que permita consertos; copos e garrafas reutilizáveis nos restaurantes;
4. Durabilidade e modularidade: aumento da taxa de utilização de produtos por vários usuários com atendimento de mais pessoas sem aumento da produção; compartilhamento; bicicletas, patinetes, salas para reuniões (*coworking*) e carros por aplicativo;
5. Produto como serviço: experiência de uso sem a aquisição, sem propriedade do usuário; conserto/manutenção; limpeza por m2, serviços de iluminação e não fornecimento de lâmpadas; desmaterialização de produtos; ingredientes para alimentação entregues em casa de acordo com periodicidade definida; fidelização de clientes; consumidor *vs.* usuário.

A economia circular surge da consciência de que a velocidade da produção e exploração dos recursos naturais é superior à capacidade da Terra se regenerar, sendo necessário conter o aumento de temperatura, seja por tecnologias eficientes ou uso de energia renovável, mas é necessária uma mudança forte do processo de desenvolvimento com novos modelos de negócio. Uma mudança rápida e maciça, bem como a consciência do modelo de crescimento regenerativo em equilíbrio com o meio ambiente faz sentido econômico, garantindo a sobrevivência dos negócios.

A economia circular afasta-se do conceito linear (extração, produção, utilização e eliminação), pois foca na preservação e valorização do capital natural e na minimização de desperdícios. Assim, utiliza os seguintes estágios:

- *Concepção/design* – desenho de produtos/serviços projetados para vários ciclos de vida, economicamente viáveis e ecologicamente eficientes. Produtos concebidos com vida mais duradoura e utilizando menos recursos;
- *Produção* – adoção de processos de produção mais limpa, minimizando ou eliminando substâncias tóxicas, maior eficiência energética, melhor utilização de materiais e identificando as utilizações para subprodutos;
- *Distribuição* – desenvolvimento de formas de distribuição conjunta, ou seja, organização de serviços de logística para partilha de redes de distribuição, escolhas de modos de transporte mais sustentáveis e utilização de materiais recicláveis nas embalagens e eliminação ou redução do sobre-embalamento;
- *Utilização* – maior eficiência energética, maior vida útil do produto, reparação e reutilização.
- *Eliminação (ou reentrada no ciclo)* – redes de retorno, reuso, remanufatura ou reciclagem. Foco em *upcycling* (“reutilização criativa”, processo de reconversão de resíduos em novos materiais ou produtos de maior valor agregado) ou no *downcycling* (processo de reconversão de resíduos em novos materiais ou produtos de menor qualidade/funcionalidade reduzida).

3 Metodologia de pesquisa

Segundo Fonseca (2002), *methods* significa organização, e *logos*, estudo sistemático, pesquisa, investigação. Metodologia é o estudo da organização, dos caminhos a serem percorridos para se realizar uma pesquisa ou um estudo e, também, fazer ciência. Etimologicamente, é o estudo dos caminhos, dos instrumentos utilizados para fazer uma pesquisa científica. O método adotado no presente trabalho foi uma abordagem qualitativa, sem aprofundamento em análises quantitativas, devido ao objetivo do artigo, pois é suficiente para o objetivo pretendido.

Em relação aos objetivos, foi utilizada uma pesquisa exploratória para proporcionar maior familiaridade com o problema. A grande maioria dessas pesquisas envolve: (a) levantamento

bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que estimulem a compreensão (Gil, 2007).

Foi focada a pesquisa e revisão bibliográfica. A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, publicadas por meios escritos e eletrônicos – livros, artigos científicos, páginas de *web sites*. O período da pesquisa foi de março/2020 a março/2021.

4 Resultados e discussões

Conforme Abramovay *et al.* (2013), as cidades em geral geraram uma quantidade aproximada de 1,3 bilhão de toneladas de resíduos sólidos por ano (2013) e, segundo estimativas, esse volume duplicará até 2025 em países de baixa renda, com baixo volume de correta destinação. O custo global da gestão de resíduos sólidos supera a cifra de US\$ 200 bilhões, sendo que muitos municípios não possuem recursos suficientes para uma coleta, destinação e tratamento adequados de tais resíduos (Hoornweg e Bhada-Tata, 2012).

Assim, a gestão dos resíduos sólidos é um grande desafio para os governos, principalmente nos centros urbanos. A economia circular tem o potencial de reverter esse quadro e transformar tal passivo ambiental em ativos reais. A reciclagem e a reutilização de materiais descartados permitem uma economia de US\$ 1 trilhão por ano (UNEP, 2015). Mas é necessário desenvolver modelos que possibilitem dar escala para as atividades de reciclagem e reutilização de resíduos dos processos produtivos, pois diversos tipos de resíduos sólidos podem, em sua maioria, ser coletados e reciclados, mas tal percentual de reciclagem é extremamente baixo nos países em desenvolvimento. A grande parte dos resíduos não reciclados restantes acaba sendo aterrada, incineradas não coletados, sendo abandonados no meio ambiente com impactos em saúde pública, alagamentos, poluição do ar, lençóis freáticos, água dos rios e oceanos.

Olhando para o Brasil, em 2013, segundo a ABRELPE (2013), o Brasil produziu aproximadamente 67 milhões de toneladas de resíduos sólidos, sendo que apenas 1% foi reciclado. O valor estimado dos materiais recicláveis desperdiçados no Brasil supera US\$ 3 bilhões ao ano (IPEA, 2010). De acordo com dados de 2013 e 2015, respectivamente, menos de 3% dos resíduos sólidos produzidos no Brasil são separados em nível domiciliar, e, por outro lado, a coleta seletiva de resíduos está disponível em apenas 17% dos municípios (CEMPRE, 2015).

A PNRS caracteriza a logística reversa como uma cadeia de ações que visa coletar e direcionar de modo adequado os resíduos sólidos das empresas para reaproveitamento no ciclo produtivo das mesmas, ou em caso de não ser material reaproveitável, a destinação ambiental correta. A PNRS contribuiu para que as empresas pesquisassem cada vez mais alternativas para tornarem seu processo de produção sustentável, envolvendo não apenas a parte produtiva, mas toda a sua cadeia de *stakeholders*, ou seja, uma política que interfere no *modus operandi* das empresas: geração de resíduos de todos os processos produtivos e sua devida destinação.

A conversão para a economia circular envolve dois fatores importantes, segundo Weetman (2019): capacitadores e aceleradores.

Os capacitadores fazem as empresas “pensarem de maneira diferente” para o desenvolvimento de estratégias e processos que destravem as maneiras para criar e captar valor ao longo da cadeia, o que inclui a biomimética, a química verde, o pensamento sistêmico e a inovação frugal. Estão, ainda, entre os capacitadores os avanços da tecnologia que fornecem benefícios com aumento da eficácia e mais valor, como a manufatura aditiva, impressão 3D, plataformas digitais e aplicativos, internet das coisas,

tecnologia autônoma, rastreamento de ativos, *big data*, e computação na nuvem. Os capacitadores “ajudam as empresas a se tornar mais eficientes e competitivas ou a desenvolver produtos, serviços e modelos de negócios”, cita Weetman (2019, p. 154).

Por outro lado, os aceleradores são fatores que fornecem condições diversas para o progresso de modelos de economia circular, entre eles, podem se destacar a colaboração vertical (entre fornecedor-cliente para otimizar as atividades como nível de atendimento, inovação do produto, planejamento da demanda, redução de riscos), colaboração horizontal (integração de vários fornecedores para melhorar a escala) e a avaliação do ciclo de vida (abordagem *cradle to grave* - do berço ao túmulo - para se ter uma visão geral dos aspectos ambientais do produto ou processo), de acordo com Weetman (2019).

A Figura 4 mostra a relação entre os aspectos da economia circular e os capacitadores e aceleradores.

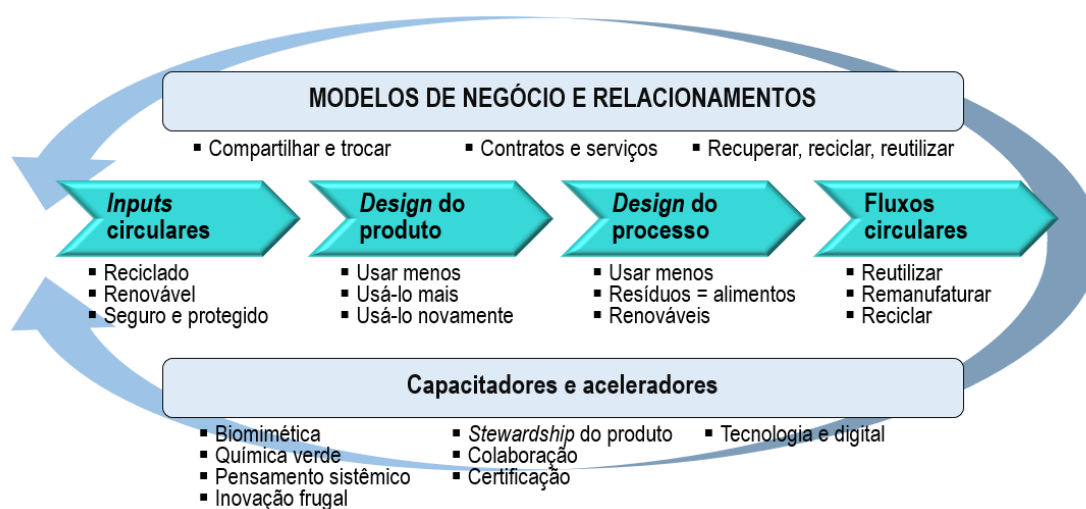


Figura 4. *Framework* da economia circular; fonte: adaptado pelo autor de Weetman (2019)

5 Considerações finais

A economia circular não veio para solucionar os problemas da economia linear, veio para mudar o sistema atual e evitar os problemas existentes.

A economia circular muda conceitos, isto é, produto é transformado em serviço, consumidor em usuário e economia sem exploração de recursos naturais – uma mudança de mentalidade de consumidores, fabricantes, cadeia logística e governo nos diversos níveis.

A economia circular faz sentido, pois estimulará desenvolvimento e crescimento, mudando o processo de destruição e desvalorização: outra forma de projetar, produzir e consumir.

O *design* tem um peso relevante pela forma de repensar o projeto e produção dos produtos e suas embalagens utilizando materiais renováveis ou recicláveis, bem como pensar na prolongação da vida útil dos produtos e no pós-consumo.

Outro fator relevante é a inovação para implantação de processos produtivos com base na economia circular, incluindo projeto de processos produtivos, desenvolvimento de novos produtos e materiais, *design*, relações dos elementos da cadeia de suprimentos e, até mesmo, nos modelos de negócio.

A sustentabilidade tem forte relação com a economia circular, pois considera os aspectos sociais, econômicos e ambientais, lembrando que a economia circular ajuda a reduzir o volume de lixo gerado na produção.

A logística terá que se adaptar e/ou aperfeiçoar com o surgimento de outras demandas e a logística reversa apresenta conceitos que são incorporados na economia circular pela preocupação com o não descarte dos resíduos da produção, minimização dos mesmos e, se descartados, que sejam em condições corretas.

A PNRS busca soluções para o desafio da geração e eliminação de resíduos sólidos no Brasil. A legislação cria o conceito de responsabilidades compartilhadas para a coleta e destinação adequada de resíduos sólidos gerados por uma gama de setores industriais e comerciais. A lei define uma série de obrigações a fabricantes, importadores, revendedores e distribuidores de sete setores industriais, obrigações para as quais a economia circular pode contribuir para uma solução.

Com relação aos 17 ODS, a economia circular contribui com todos eles, sendo que em alguns de forma mais intensa, citando, por exemplo, o 15º. objetivo – vida terrestre: redução da poluição, geração de empregos, consumo consciente e responsável e preservação da natureza.

O objetivo era analisar um conceito alternativo ao processo produtivo e, assim, pelo exposto e de acordo com os resultados apresentados, foi atingido, mas muito tem que ser realizado na prática.

A economia circular tem todas as condições para impulsionar os negócios atuais, desenvolver novos tipos de negócios, gerar empregos, proteger o meio ambiente, rever valores e atitudes e contribuir com a sustentabilidade. Se o mundo é redondo, a economia deve ser circular.

Referências

Abramovay, R.; Speranza, J. S.; Petitgand, C. (2013). Lixo zero: gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera. [livro eletrônico]; Planeta Sustentável/Instituto Ethos, São Paulo. Disponível em: <www3.ethos.org.br/wp-content/uploads/2013/09/Residuos-Lixo-Zero.pdf>, acesso em 31.jan. 2021.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. (2013). Resíduos sólidos: Manual de boas práticas no planejamento. Disponível em: <abrelpe.org.br/download-residuos-solidos/>, acesso em 30.mar. 2020.

Ballou, R. H. (2006). Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. 5. ed. Bookman, Porto Alegre.

Bellen, H. M. van. (2002). Indicadores de sustentabilidade. Uma análise comparativa. (Tese de doutorado). UFSC, Florianópolis. Disponível em: <repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/84033>, acesso em: 30.jul. 2020.

BRASIL. (2010) Lei nº 12.305, de 02/08/2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>, acesso em: 08.abr. 2020.

Cavalcanti, H. S.; Gomes, J. S. O.; Lopes, K. K. J.; Souza, N. A.; Campello, M. (2019). Uma breve análise sobre a evolução da logística. Resende: XVI SEGeT - Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – AEDB, Resende.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. (2015). Relatório CEMPRE. Disponível em: <www.cempre.org.br>, acesso em 18.out. 2020.

Chaves, S.; Campello, M. (2016). A qualidade e a evolução das normas série ISO 9000. Resende: XIII SEGeT - Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – AEDB, Resende.

Christopher, M. (2018). Logística e gerenciamento da cadeia de suprimento: estratégia para redução de custos e melhoria dos serviços. Pioneira, São Paulo.

Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. (1987). *Our Common Future*. Disponível em: <sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>, acesso em: 29.set. 2020.

Daskin, M. S. (1995). Rede e localização discreta - modelos, algoritmos e aplicações. John Wiley & Sons, Nova Iorque.

Ferreira, K. (2019). Triple botton line (Tripé da sustentabilidade): como unir planeta, pessoas e lucro na gestão empresarial. Disponível em: <<https://rockcontent.com/br/blog/triple-bottom-line/>>, acesso em 17.mar. 2021.

Fleischmann, M. (2001). Quantitative models for reverse logistics. Springer, Berlin.

Fonseca, J. J. S. (2002). Metodologia da pesquisa científica (Apostila). UEC, Fortaleza.

Freitas, L.; Costa, M. M; Costa, P. M. (2017). Créditos de logística reversa e a contribuição para a Economia Circular. Economia circular Holanda - Brasil: da teoria à prática. Cap. 15; org. Beatriz Luz; 1.ed. SENAI, Rio de Janeiro.

Gil, A. C. (2007). Métodos e técnicas de pesquisa social. 6.ed. Atlas, São Paulo.

Hoornweg, D.; Bhada-Tata, P. (2012). What a waste: a global review of solid waste management. World Bank, Washington, DC. Disponível em: <openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>, acesso em 21.abr. 2020.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2010). Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos. Disponível em: <www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=8858>, acesso em 28.nov. 2020.

UNEP - United Nations Environment Programme. (2015). Global waste management outlook. ISBN: 978-92-807-3479-9. Disponível em: <goo.gl/HqHVIX>, acesso em 02.fev. 2021.

Leite, P. R. (2009). Logística reversa, meio ambiente e competitividade. Prentice Hall, Rio de Janeiro.

Luz, B. (2017). As escolhas, o aprendizado e o processo de transição. Economia circular Holanda - Brasil: da teoria à prática. Cap. 5; org. Beatriz Luz; 1.ed. SENAI, Rio de Janeiro.

Passenier, A. (2017). O futuro que desejamos. Economia circular Holanda - Brasil: da teoria à prática. Apres.; org. Beatriz Luz; 1.ed. SENAI, Rio de Janeiro.

Peña, B. K.; Azevedo, E.; Reis, G. O.; Mori, H.; Lima, I. X.; Meleiro, M. V.; Campello, M. (2017). Logística reversa da empresa Natura Cosméticos S/A. Resende: XIV SEGeT - Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – AEDB, Resende.

Santos, L. (2020). Economia circular. Módulo do curso Desenvolvimento Sustentável em Foco, turma 23. [curso online]; duração 9 horas. Barueri.

Schwab, K. M. (2018). A quarta revolução industrial. EDIPRO, São Paulo.

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. (2020). Economia circular. [curso online]; duração 20 horas. São Paulo.

Stock, J. R. (1998). Development and implementation of reverse logistics programs. Council of Logistics Management.

VEJA. (2021). Revista, edição 2723, ano 54, 3.fev, pg. 66-67. Abril, São Paulo.

Weetman, C. (2019). Economia circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e criativa. 1.ed. Autêntica Business, São Paulo.

nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/, acesso em 05.jan. 2021.

<https://eco.nomia.pt/pt/economia-circular/diagrama-de-sistemas>, acesso em 28.jan. 2021.