



08, 09, 10 e 11 de novembro de 2022
ISSN 2177-3866

A TRANSIÇÃO PARA ECONOMIA CIRCULAR E O PAPEL DA INOVAÇÃO NO SEU DESENVOLVIMENTO

RODRIGO MASCARENHAS AMORIM

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS)

FLORENCE CAVALCANTI HEBER PEDREIRA DE FREITAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS)

A TRANSIÇÃO PARA ECONOMIA CIRCULAR E O PAPEL DA INOVAÇÃO NO SEU DESENVOLVIMENTO

INTRODUÇÃO

O crescimento econômico moderno é gerado por um conjunto de sistemas sociotécnicos pautado na produção industrial e no consumo em massa, que empregam amplamente os combustíveis fósseis intensivo em recursos e energia, e que produzem uma enorme quantidade de resíduos (SCHOT; STEINMUELLER, 2018).

As emissões de gases de efeito estufa estão fora de controle e a demanda global por recursos dobrará até 2050 (GENG; SARKIS; BLEISCHWITZ, 2019), sendo que apenas 6% de todos os materiais processados pela economia global são reciclados e contribuem para fechar o ciclo (HAAS *et al.*, 2015).

Para se produzir um laptop, por exemplo, que pesa apenas alguns quilos é utilizada uma tonelada de metal, silício e plástico, fazendo com que, a cada ano, 8 milhões de toneladas de plástico sejam despejadas nos oceanos (GENG; SARKIS; BLEISCHWITZ, 2019).

O Relatório “*From Pollution to Solution: a global assessment of marine litter and plastic pollution*” (UNEP, 2021), alerta sobre falsas soluções e confirma a necessidade de ação global urgente, tendo em vista que a escala e o volume cada vez maior de lixo marinho e a poluição plástica estão colocando em risco a saúde de todos os oceanos e mares do mundo, representando uma séria ameaça a toda a vida marinha, além de influenciar o clima global e colocar a saúde e o bem-estar humanos em risco. Além disso, esses resíduos elevam os custos ocultos para a economia global e são multiplicadores de ameaças.

Os avanços tecnológicos e o crescimento das atividades de ciência cidadã estão melhorando a detecção de lixo marinho e poluição plástica, mas estes continuam sendo um grande desafio, uma vez que as taxas de reciclagem de plástico são inferiores a 10% e as emissões de gases de efeito estufa relacionadas a plásticos são bastante significativas (UNEP, 2021).

No entanto, o plástico não é o único problema. Nos últimos anos a demanda por recursos aumentou 150%, mesmo com o avanço tecnológicos e do aumento da produtividade, que passou a extrair 40% mais valor econômico das matérias-primas (CNI, 2018), anulando os esforços de eficiência de produção (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013), o que torna os atuais sistemas sociotécnicos insustentáveis para atender às necessidades básicas da população (SCHOT; STEINMUELLER, 2018).

A fabricação é um desperdício, e essa é uma reflexão tardia, sendo necessário que a indústria repense com urgência a sua abordagem com relação a utilização dos recursos (GENG; SARKIS; BLEISCHWITZ, 2019). Essas crescentes preocupações ambientais e a globalização dificultam o controle e o gerenciamento dos recursos (YU; UMAR; REHMAN, 2022). No entanto, apesar dessa dificuldade, torna-se cada vez mais necessário que esses sejam gerenciados e controlados de forma mais sustentável (GENG; SARKIS; BLEISCHWITZ, 2019), uma vez que a sociedade está se aproximando de limitações tanto no que diz respeito às fontes de entrada de recursos, quanto aos sumidouros de resíduos e saídas de emissões (HAAS *et al.*, 2015).

O esgotamento dos recursos naturais, as mudanças climáticas, a redução da desigualdade social, da pobreza e da poluição transformaram-se em desafios e oportunidades para a ciência, economia e para as políticas de tecnologia e inovação, fazendo com que governos reconheçam que podem e precisam alinhar melhor os desafios sociais e ambientais com os objetivos de inovação (SCHOT; STEINMUELLER, 2018), além de levar economias a buscarem estratégias para equilibrar crescimento e sustentabilidade (LEHMANN *et al.*, 2022).

Algumas soluções estão surgindo, sendo observados progressos em todos os níveis, com um potencial de alcance global. No entanto, é necessário um maior envolvimento da sociedade civil, empresas, indústrias e governos para que sejam possíveis mudanças nas políticas, atitudes e práticas (UNEP, 2021), e que essas não sejam voltadas apenas a proteção contra a escassez de recursos, mas também sirvam como um motor para inovação e crescimento (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

Mesmo ainda sendo insuficientes, as ações para reduzir os impactos da degradação ao meio ambiente vêm, ao longo do tempo, sendo difundidas nas organizações com vistas a buscar a mitigação dos impactos no meio ambiente (ASSUNÇÃO, 2019). As pesquisas sobre inovações sustentáveis e economia circular têm se expandido rapidamente, aumentando a compreensão das maneiras pelas quais as novas tecnologias e práticas sociais permitem que as sociedades se tornem mais sustentáveis (BOONS; LÜDEKE-FREUND, 2011; GONZÁLEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2020).

Porém, a inserção incremental de fatores pontuais na lógica do tradicional modelo econômico linear vem se tornando ineficiente, de forma que o modelo econômico linear de “produção-consumo-descarte” está atingindo seu limite (CNI, 2018), uma vez que nesse modelo os produtos não são projetados tendo em mente as opções de fim de vida e, portanto, em grande parte, acabam em aterros sanitários, com os recursos incorporados perdidos no fluxo de resíduos indefinidamente (BURKE; ZHANG; WANG, 2021).

Conseguir reverter a tendência de crescimento global do consumo de recursos para uma dinâmica de redução tornou-se o maior desafio econômico da atualidade, sendo necessário fazer com que os mesmos serviços/produtos possam ser prestados/fornecidos com menor utilização de material e com possibilidade de reparo e revenda, que possam ser remanufatura e seus componentes reutilizados (HAAS *et al.*, 2015). A transformação da atual economia linear em uma mais circular tem sido apontada como uma possível solução para os problemas (LEHMANN *et al.*, 2022).

Diante desse cenário, são necessárias mudanças que tragam prosperidade com novas oportunidades em termos sociais e ambientais, onde o crescimento econômico seja associado a um ciclo de desenvolvimento positivo contínuo, que preserva e aprimora o capital natural, otimiza a produção de recursos e minimiza riscos sistêmicos, com a administração de estoques finitos e fluxos renováveis (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017 apud CNI, 2018).

A economia circular é uma alternativa ao modelo tradicional de produção (GONZÁLEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2020), uma vez que permite transformar bens que estão no fim de sua vida útil em recursos para outros, fechando ciclos nos ecossistemas industriais e minimizando o desperdício, mudando a lógica econômica, e substituindo a produção pela suficiência (STAHEL, 2016), o conceito de fim de vida é substituído por restauração (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

A economia circular é uma estratégia simples, mas convincente, que visa reduzir tanto a entrada de materiais virgens quanto a saída de resíduos, fechando os ciclos econômicos e ecológicos dos fluxos de recursos (HAAS *et al.*, 2015). Desta forma, a economia circular pode ser vista como um caminho para resolver os desafios da sustentabilidade (BURKE; ZHANG; WANG, 2021), possibilitando mudanças para o uso de energia renovável, a eliminação do uso de produtos químicos, que prejudicam a reutilização, além de possibilitar a eliminação de resíduos através de novos designs de materiais, produtos e modelos de negócios (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013), abrindo caminho para alcançar a produção e o consumo sustentáveis (KORHONEN *et al.*, 2018).

Portanto, o objetivo deste artigo é analisar, numa perspectiva ensaística, as perspectivas de transição para uma economia circular e o papel da inovação nesta transição. A perspectiva ensaística é, segundo Meneghetti (2011, p. 323), “a forma como são incubados novos conhecimentos, até mesmo científicos ou pré-científicos”. Para atingir este objetivo, foi

realizada pesquisa bibliográfica sobre os temas da economia circular e inovação com a ideia de discutir como a economia circular e a inovação se relacionam, quais os principais desafios e possibilidades que envolvem essa relação. O artigo está estruturado da seguinte forma: inicialmente discute-se a emergência do conceito e de práticas relacionadas à economia circular e, em seguida, os conceitos e abordagens dirigidas à inovação e aspectos da sua gestão. Na sequência articula-se as duas temáticas centrais e aborda-se sobre as possibilidades e limites na gestão da inovação da economia circular.

1. A DISCUSSÃO ATUAL EM TORNO DA ECONOMIA CIRCULAR

Embora grandes avanços tenham sido feitos na melhoria da eficiência dos recursos e na exploração de novas formas de energia, pouca atenção tem sido dada a projetos sistemáticos de vazamento e descarte de material (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

Qualquer sistema baseado no consumo e não no uso restaurador de recursos não renováveis acarreta perdas significativas de valor e efeitos negativos para toda a cadeia de material (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013), logo, é necessário reutilizar o que puder, reciclar o que não puder ser reutilizado, consertar o que está quebrado e remanufaturar o que não pode ser consertado (STAHEL, 2016).

O tema economia circular surgiu há décadas, mas discussões sobre sua implementação são recentes (AZEVEDO, 2015; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015). A crescente importância do conceito de economia circular como forma de alcançar o desenvolvimento sustentável tem incentivado estudiosos a proporem diferentes formas de entendê-la (PRIETO-SANDOVAL, JACA, ORMAZABAL, 2017), e recebido crescente atenção nas discussões sobre desenvolvimento industrial (KORHONEN *et al.*, 2018). No entanto, obter uma visão geral sobre o tema ainda é complicado porque a literatura sobre inovação sustentável é dificultada pela falta de consenso conceitual (BOONS; LÜDEKE-FREUND, 2011), além de apresentar conteúdo científico superficial e desorganizado (KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018).

A economia circular começou recentemente a ganhar força (ZINK; GEYER, 2017). Muitos países e organizações internacionais estão desenvolvendo estratégias para impulsioná-la, ganhando cada vez mais atenção em todo o mundo (LEHMANN *et al.*, 2022), em especial na Europa, como uma forma potencial de aumentar a prosperidade a partir da redução da dependência de matérias-primas e energia (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015).

Mesmo ganhando força entre acadêmicos e profissionais, os críticos afirmam que economia circular ainda significa muitas coisas diferentes para pessoas diferentes (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017), sendo reportadas diferentes definições (CNI, 2019).

Numa vasta revisão da literatura, onde foram analisados 114 conceitos sobre economia circular, Kirchherr, Reike, Hekkert (2017) afirmam que a economia circular é mais frequentemente descrita como uma combinação de atividade de redução, reutilização e reciclagem, e que exige uma mudança sistêmica, sendo seus principais objetivos a prosperidade econômica, a qualidade ambiental e o seu impacto na equidade social.

Entretanto, o entendimento geral é de que na economia circular a energia e matéria utilizadas nas atividades devem recircular de forma a minimizar a geração de resíduos (CNI, 2019), caracterizando-se como uma economia que é restaurativa e regenerativa e que tem como objetivo manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor (ASSUNÇÃO, 2019). Desta forma, fechar os ciclos de materiais para preservar produtos, peças e materiais no sistema industrial e extrair sua utilidade máxima (ZINK; GEYER, 2017) é a ideia-chave da economia circular, de forma que o desperdício seja reduzido e a vida útil dos materiais prolongada, mas que o seu valor seja preservado (LEHMANN *et al.*, 2022).

É, portanto, um ciclo de desenvolvimento positivo contínuo que preserva e aprimora o capital natural, otimiza o rendimento dos recursos e minimiza os riscos do sistema gerenciando estoques e fluxos renováveis (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015).

Assim, a economia circular propõe uma mudança de paradigma que exige mudanças na forma como a sociedade produz e consome inovações (PRIETO-SANDOVAL; JACA; ORMAZABAL, 2017), sendo vista como um importante mecanismo para promover a produção sustentável (KORHONEN *et al.*, 2018), fornecendo um modelo de desenvolvimento alternativo à abordagem linear dominante de extrair-transformar-descartar (BURKE; ZHANG; WANG, 2021; ASSUNÇÃO, 2019), e tem como fundamento o melhor aproveitamento dos recursos naturais, evitando desperdícios e descartes (CNI, 2019), onde os subprodutos de uma atividade econômica poderá ser utilizado como insumo para outras, reduzindo-se assim o consumo de matérias-primas e a poluição (LEHMANN *et al.*, 2022).

A eliminação de resíduos da cadeia industrial através da reutilização de materiais ao máximo, promete economia nos custos de produção e menor dependência de recursos, gerando benefícios operacionais, industriais e estratégicos, para indústrias e usuários (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013), não se restringindo a qualquer escala, podendo ser aplicado em grandes e pequenos negócios, globalmente e localmente (CNI, 2019), em qualquer setor e em qualquer tipo de organização (KORHONEN *et al.*, 2018).

Além de reduzir os danos sistêmicos produzidos pela economia linear, a economia circular cria um ciclo de desenvolvimento de reforço positivo, buscando dissociar crescimento econômico a partir de insumos de recursos virgens, incentivar a inovação, aumentar crescimento e criar empregos mais robustos (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015), de forma que captura valor adicional tanto no processo de fabricação como no processo de devolução (GONZÁLEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2020).

Os modelos de negócios na economia circular estão divididos em dois grupos: os que promovem a reutilização e prolongam a vida útil por meio de reparos, remanufatura e atualizações; e os que transformam bens antigos em novos recursos reciclando os materiais (STAHEL, 2016). Os recursos são regenerados no biociclo, onde são desenhados para serem reinseridos na natureza, ou recuperados e restaurados no ciclo técnico (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015), que exigem mais investimentos em inovação para serem desmontados e recuperados (AZEVEDO, 2015).

A economia circular baseia-se em três princípios: 1) preservar e melhorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis através da desmaterialização da utilidade; 2) otimizar os rendimentos de recursos circulando produtos, componentes e materiais com a mais alta utilidade em todos os momentos, tanto nos ciclos técnicos quanto biológicos, ou seja, projetar para remanufatura, reforma e reciclagem de forma a manter componentes e materiais circulando e contribuindo para a economia; e 3) promover a eficácia do sistema revelando e projetando externalidades negativas, o que inclui a redução de danos à utilidade humana e gerenciamento de externalidades (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015). A inovação, o empreendedorismo e o desenvolvimento tecnológico são áreas-chave que desempenharão papéis importantes para que os princípios possam ser observados (KORHONEN *et al.*, 2018).

A economia circular opera em quatro níveis: 1) produtos, que precisam ser projetados para serem recicláveis e reutilizáveis; 2) empresas, que precisam de novos modelos de negócios para criar valor privado e público; 3) redes, onde empresas e clientes que produzem e consomem produtos-chave precisam estar conectadas; e 4) políticas, que devem elaborar políticas públicas que possam apoiar os mercados (GENG; SARKIS; BLEISCHWITZ, 2019).

Desta forma, a substituição da produção secundária de baixo impacto pela produção primária ambientalmente intensiva confere à economia circular um forte apelo ambiental intuitivo (ZINK; GEYER, 2017). Do ponto de vista econômico, o design linear do produto cria

continuamente desperdícios e aumenta os riscos do negócio, podendo levar a escassez de recursos naturais, uma vez que são mais propensos a seguir a estratégia de design de obsolescência planejada – que busca o consumo repetidos, enquanto o design circular do produto permite a circularidade dos recursos consumidos (BURKE; ZHANG; WANG, 2021).

A mudança no sistema de produção é acompanhada por novas necessidades logísticas relacionadas tanto a recursos e resíduos quanto à distribuição e valorização dos produtos. (GONZÁLEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2020). Assim, a lógica de passar de estruturas lineares e esbanjadoras de recursos para estruturas cíclicas, restaurativas, reprodutivas e inteligentes é atraente e positivamente provocativa (KORHONEN *et al.*, 2018).

Portanto, para que o modelo de economia circular seja possível é essencial que existam condições que auxiliem e contribuam para isso, como: 1) educação, que deve proporcionar conhecimento, habilidades técnicas e gerenciais, além de promover mudanças de visão, valores e atitudes, baseada em aprendizagem ativa e colaborativa; 2) políticas públicas, que incentivem os ciclos reversos e a inovação em modelos de negócio circulares, além da possibilidade da redução da tributação sobre o uso de recursos secundários e fontes renováveis; 3) infraestrutura, que deve visar desenvolvimento de um conjunto de elementos que possibilitem a realização das atividades da economia circular, como estrutura para logística reversa e saneamento básico; e 4) tecnologias e inovação, que permitam inovações disruptivas desde o nível do modelo de negócio e gestão da cadeia de valor até soluções em termos operacionais, como a reciclagem (CNI, 2018). E todas essas condições são relacionadas com ações dirigidas à gestão da inovação em diversos aspectos que as organizam.

2. OS PRINCÍPIOS BASILARES DA GESTÃO DA INOVAÇÃO

A inovação é complexa, incerta, um tanto desordenada e sujeita a mudanças de vários tipos (KLINE; ROSENBERG, 2009), entretanto, é holística por natureza, cobrindo uma gama de atividades necessárias para fornecer valor aos clientes e um retorno satisfatório para os negócios (AHMED, 1998), tornando-se, em ambientes altamente competitivos e conectados, uma atividade primordial (JOHANNESSEN; OLSEN; LUMPKIN, 2001), fazendo com que os estudos dos processos que apoiam a inovação sejam interesse todos (HOGAN; COOTE, 2014).

A inovação é um produto ou processo, novo ou aprimorado, ou a combinação desses, que difere significativamente dos produtos ou processos anteriores (OECD, 2018), sendo uma atividade crítica e de vital importância para as organizações (JOHANNESSEN; OLSEN; LUMPKIN, 2001).

A inovação é um dos elementos da teoria do desenvolvimento econômico (RUTTAN, 1959), sendo fundamental para melhorias nos padrões de vida, podendo afetar indivíduos, instituições, setores econômicos e países de várias maneiras (OECD, 2018).

A inovação é definida em função de produção, com efeitos economicamente relevantes, abrangendo toda a gama de processos pelos quais as coisas novas emergem na ciência, na tecnologia e na arte (RUTTAN, 1959), e envolve a criação e comercialização do novo, onde o resultado é altamente incerto (KLINE; ROSENBERG, 1986).

Para Schumpeter (1912, p. 66, apud GODIN, 2008, p. 344) a inovação consiste em qualquer um dos cinco fenômenos a seguir: 1) introdução de um novo bem; 2) introdução de um novo método de produção; 3) abertura de um novo mercado; 4) conquista de uma nova fonte de abastecimento de matérias primas ou semimanufaturados; e 5) implementação de uma nova forma de organização.

As inovações produzem novas situações de desequilíbrio, novas lacunas e oportunidades (JOHANNESSEN; OLSEN; LUMPKIN, 2001), sendo o processo de inovação um exercício de gestão e redução da incerteza, onde o inovador bem-sucedido pode contar com vantagens competitivas significativas (KLINE; ROSENBERG, 1986).

Muitas empresas falam sobre inovação e da importância dessa, entretanto, apenas algumas realmente conseguem inovar, isso porque na maioria das vezes a inovação assusta as organizações, uma vez que está diretamente ligada ao risco, e muitas dessas são avessas ao investimento agressivo e ao compromisso que a inovação demanda (AHMED, 1998).

O processo de inovação sofre influência significativa ambiente, devendo ser vista como uma série de mudanças provocadas pelo contexto do mercado, da produção e do conhecimento (KLINE; ROSENBERG, 2009). A gestão da inovação, na maioria das organizações, é ad hoc e incremental, no entanto, um processo sistemático (HAMEL, 2006).

3. A GESTÃO DA INOVAÇÃO E SUA ARTICULAÇÃO COM A ECONOMIA CIRCULAR: LIMITES E POSSIBILIDADES

Um grande problema de gestão é necessário para que ocorra avanços na gestão da inovação (HAMEL, 2006). Embora economia circular e inovação sejam amplamente abordadas de forma independente, como duas áreas de conhecimento, há uma oportunidade de aproveitar as sinergias da interseção de ambas (PIERONI; MCALOONE; PIGOSSO, 2019), e articular para experimentar na prática um novo enquadramento para a ciência, tecnologia e política de inovação que enfatize a mudança do sistema sociotécnico (SCHOT; STEINMUELLER, 2018), investigando como essas podem abordar e ajudar nas práticas de remanufatura, reciclagem e sustentabilidade (YU; UMAR; REHMAN, 2022).

A economia circular está diretamente relacionada com a forma como a sociedade inova (PRIETO-SANDOVAL; JACA; ORMAZABAL, 2017), e a inovação nos negócios está no centro da transição para a economia circular (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015).

À medida que a economia circular e a sustentabilidade ganham maior atenção dos governos, indústria e academia (PIERONI; MCALOONE; PIGOSSO, 2019), a inovação apresenta-se como o meio para a transição para o modelo de economia circular (CNI, 2018), de forma a superar as lacunas funcionais (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013), sendo, portanto, a chave para a sobrevivência organizacional (HOGAN; COOTE, 2014).

O ambiente competitivo atual exige que as empresas sejam inovadoras em seus sistemas de produção e repensem o uso atual de recursos e gestão de resíduos (GONZÁLEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2020), fazendo com que a análise das oportunidades de inovação do atual modelo de negócio sejam o primeiro passo para a transição, o que possibilitará a criação de melhores processos, produtos e serviços (CNI, 2018), acarretando no aumento das taxas de inovação, que é um multiplicador econômico importante (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

A inovação em economia circular foi impulsionada por start-ups, mas atualmente grandes multinacionais também estão fazendo movimentos neste sentido (SEHNEM *et al.*, 2022), tornando-se o caminho para a transição do modelo linear para o circular (CNI, 2018), além de ser fundamental para sustentar a vantagem competitiva (PIERONI; MCALOONE; PIGOSSO, 2019).

Os sistemas produtivos circulares devem produzir maiores rendimentos usando menos recursos, assim como a acarretar menos emissões, mas para que isso ocorra é necessário que as novas tecnologias permitam o desenvolvimento de novas funcionalidades que promovam mudança produtiva e gerencial (GONZÁLEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2020), o que será possível a partir do desenvolvimento de inovações radicais, sistêmicas (BOONS *et al.*, 2013), disruptivas e aceleradas, embora muitas das alterações propostas para economia circular também sejam graduais (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

O desenvolvimento sustentável requer mudanças disruptivas e inovações radicais (RITZÉN; SANDSTRÖM, 2017), maior intensidade nas relações estabelecidas na cadeia de suprimentos, adaptações logística e organizacional, tecnologias disruptivas e inteligentes, um

ambiente funcional propício a mudança (GONZÁLEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2020), e uma gestão da inovação integrativa (RITZÉN; SANDSTRÖM, 2017).

A inovação possui papel crucial nas mudanças do mundo industrial e da sociedade, possibilitando mudanças desde o nível do modelo de negócio e gestão da cadeia de valor até soluções em termos operacionais (CNI, 2018), sendo essencial para transição para a economia circular, permitindo o surgimento de alternativas que possibilitem formas de eliminar o desperdício e a poluição (BURKE; ZHANG; WANG, 2021), uma vez que as tecnologias avançadas têm um papel fundamental na implementação de práticas de remanufatura e reciclagem (YU; UMAR; REHMAN, 2022).

Assim, a circularidade, como um dispositivo de repensar, é um estímulo a inovação, enquanto as inovações material e tecnológica funcionam como facilitadores essenciais para a transformação acelerada de uma economia linear para uma economia circular, permitindo que ocorram as mudanças necessárias no sistema (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

Os limites do modelo linear, a redução de custos, a maior geração de valor, as novas fontes para investimentos, a maior resiliência, a colaboração, a possibilidade de geração de empregos, e de um novo marco legal / normativa são alguns dos motivadores para a transição da economia linear à circular, tendo a inovação papel fundamental para tal transição (CNI, 2018), de forma que possibilita novos modelos de negócio, como: produto como serviço, compartilhamento, insumos circulares, recuperação de recursos, extensão da vida do produto e a virtualização (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013; CNI, 2018).

Aminoff e Pihlajamaa (2020) apresentam 6 categorias de desafios de inovação no desenvolvimento da economia circular: 1) Ecossistema: necessidade de abordagem sistêmica onde as inovações sejam ativamente impulsionadas, com engajamento de toda a cadeia de valor e colaboração intersetorial, além do compartilhamento de motivação e objetivos comuns; 2) Tempo de duração do processo de inovação: o período de tempo do processo de inovação geralmente é muito longo, fazendo com que o retorno do investimento demore muito tempo, de forma que esse tempo do processo de inovação entra em conflito com a busca das empresas pelo lucro no curto prazo; 3) Características tecnológicas: muitas vezes as soluções necessárias são tecnologicamente complexas e sujeitas a diferentes tipos de riscos (riscos de segurança e riscos materiais, pois o material residual é muitas vezes pouco conhecido e de qualidade não uniforme), exigindo envolvimento de especialistas de diversas áreas no processo de inovação, além da necessidade de abordagens totalmente novas (as tecnologias existentes não são suficientes); 4) Mercado: demanda ainda baixa para a maioria das soluções propostas e necessidade de encontrar aplicações para o material reciclado, sendo necessário que os volumes de resíduos e o mercado para o material reciclado estejam na mesma escala; 5) Organizacionais: as margens de lucro de novos negócios costumam ser baixas e grande parte das empresas são avessas ao risco, fazendo com que os fatores ambientais e econômicos estejam frequentemente em conflito; e 6) Regulatório: a regulamentação atual não é clara, além de poder mudar durante o ciclo de vida de um produto reciclado.

4. CONCLUSÃO

Em oposição ao modelo linear, caracterizado pela utilização dos recursos naturais sem considerar a capacidade de geração e sem preocupação com o correto descarte, a economia circular é fundamentada na circularidade, onde os resíduos são reinseridos no processo produtivo, seja como fonte de energia ou como subprodutos, fazendo com que os sistemas produtivos produzam maiores rendimentos usando menos recursos e energia, e consequentemente provocando menos emissão de poluentes.

Estimular a dissociação do crescimento econômico a partir de insumos de recursos virgens e finitos, reaproveitar os materiais e incentivar a inovação, aumentam o crescimento, reduzem os danos ambientais e promovem o desenvolvimento sustentável.

Desta forma, a circularidade surge como uma forma de repensar a utilização dos recursos finitos, sendo um estímulo à inovação, e em contrapartida, as inovações funcionam como facilitadoras para a transição mais rápida e eficiente para uma economia circular.

O presente trabalho contribui com o aprofundamento da discussão sobre temáticas da gestão da inovação e suas articulações com a economia circular, apontando limites e possibilidades, além de demonstrar como a circularidade pode trazer benefícios sociais, econômicos e ambientais e como as inovações podem funcionar como facilitadoras na transição para o modelo circular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AHMED, Pervaiz K. Culture and climate for innovation. **European Journal of Innovation Management**, p. 30–43, 1998.

AMINOFF, Ana; PIHLAJAMAA, Matti. Business experimentation for a circular economy - Learning in the front end of innovation. **Journal of Cleaner Production**, volume 275, 2020.

ASSUNÇÃO, Gardênia Mendes. A GESTÃO AMBIENTAL RUMO À ECONOMIA CIRCULAR: COMO O BRASIL SE APRESENTA NESTA DISCUSSÃO. **Sistemas & Gestão**, volume 14, p. 223-231, 2019.

AZEVEDO, Juliana Laboissiere. A Economia Circular Aplicada no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa. **XI Congresso Nacional de Excelência em gestão**, 2015.

BOONS Frank; LÜDEKE-FREUND, Florian. Business models for sustainable innovation: state-of-the-art and steps towards a research agenda. **Journal of Cleaner Production**, volume 45, p. 9-19, 2013.

BOONS, Frank; MONTALVO, Carlos; QUIST, Jaco; WAGNER, Marcus. Sustainable innovation, business models and economic performance: an overview. **Journal of Cleaner Production**, volume 45, p. 1-8, 2013.

BURKE, Haydn; ZHANG, Abraham; WANG, Jason X. Integrating product design and supply chain management for a circular economy. **Production Planning & Control**, 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Economia circular: oportunidades e desafios para a indústria brasileira**, 2018. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/4/economia-circular-oportunidades-e-desafios-para-industria-brasileira/#circular-economy-opportunities-and-challenges-for-the-brazilian-industry>>. Acesso em: 15 maio 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Economia circular: caminhos estratégicos para a indústria brasileira**, 2019. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2019/9/economia-circular-caminho-estrategico-para-industria-brasileira/#circular-economy-strategic-path-for-brazilian-industry>>. Acesso em: 15 maio 2022.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the Circular Economy: economic and business rationale for an accelerated transition. **Journal of Industrial Ecology**, v. 1, 2013.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe**, 2015. Disponível em: <<https://ellenmacarthurfoundation.org/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe>>. Acesso em: 22 maio 2022.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition**, 2015. Disponível em: <<https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>>. Acesso em: 22 maio 2022.

GENG, Yong; SARKIS, Joseph; BLEISCHWITZ, Raimund. How to globalize the circular economy. **Nature**, **565**, p. 153-155, 2019.

GODIN, B. In the shadow of Schumpeter: W. Rupert Maclaurin and the study of technological innovation. **Minerva**, 46, p. 343-360, 2008.

GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, Rocío; SETTEMBRE-BLUNDO, Davide; FERRARI, Anna Maria; GARCÍA-MUIÑA, Fernando E. Main Dimensions in the Building of the Circular Supply Chain: A Literature Review. **Sustainability**, volume 12, 2020.

HAAS, Willi; KRAUSMANN, Fridolin; WIEDENHOFER, Dominik; HEINZ Markus. How Circular is the Global Economy?: An Assessment of Material Flows, Waste Production, and Recycling in the European Union and the World in 2005. **Journal of Industrial Ecology**, volume 19, p. 765-777, 2015.

HAMEL, Gary. The why, what, and how of management innovation. **Harvard Business Review**, 2006

HOGAN, Suellen J.; COOTE, Leonard V. Organizational culture, innovation, and performance: A test of Schein's model. **Journal of Business Research**, volume 67, p. 1609-1621, 2014.

JOHANNESSEN, Jon-Arild; OLSEN, Bjørn; LUMPKIN, G.T. Innovation as newness: what is new, how new, and new to whom? **European Journal of Innovation Management**, volume 4, nº 1, p. 20-31, 2001.

KIRCHHERR, Julian; REIKE, Denise; HEKKERT, Marko. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation and Recycling**, volume 127, p. 221-232, 2017.

KLINE, Stephen J; ROSENBERG, Nathan. An Overview of Innovation. **Studies on Science and the Innovation Process**, p. 173-203, 2009.

KORHONEN, Jouni; NUUR, Cali; FELDMANN, Andreas; BIRKIE, Seyoum Eshetu. Circular economy as an essentially contested concept. **Journal of Cleaner Production**, volume 175, p. 544-552, 2018.

KORHONEN, Jouni; HONKASALO, Antero; SEPPÄLÄ, Jyri. Circular economy: the concept and its limitations. **Ecological Economics**, volume 143, p. 37-46, 2018.

LEHMANN, Carlotta; CRUZ-JESUS, Frederico; OLIVEIRA, Tiago; DAMÁSIO, Bruno. Leveraging the circular economy: Investment and innovation as drivers. **Journal of Cleaner Production**, volume 360, 2022.

MENEGHETTI, F. K. O que é um ensaio teórico? *RAC*, v. 15, n. 2, 2011.

OECD/Eurostat. **Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation**, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, 2018.

PIERONI, Marina P. P.; MCALOONE, Tim C.; PIGOSSO, Daniela C. A. Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. **Journal of Cleaner Production**, volume 215, p. 198-216, 2019.

PRIETO-SANDOVAL, Vanessa; JACA, Carmen; ORMAZABAL, Marta. Towards a consensus on the circular economy. **Journal of Cleaner Production**, volume 179, p. 605-615, 2018.

SCHOT, Johan; STEINMUELLER, W. Edward. Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. **Research Policy**, volume 47, p. 1554-1567, 2018.

STAHEL, Walter R. The circular economy. **Nature**, 531, p. 435–438, 2016.

RITZÉN, Sofia; SANDSTRÖM, Gunilla Ölundh. Barriers to the Circular Economy – Integration of Perspectives and Domains. **Procedia CIRP**, volume 64, p. 7-12, 2017.

RUTTAN, V. W. Usher and Schumpeter on invention, innovation, and technological change. **The Quarterly Journal of Economics**, 73, p. 596-606, 1959.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. **From Pollution to Solution: a global assessment of marine litter and plastic pollution**, 2021. Disponível em: <<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/36965/POLSOLSum.pdf>>. Acesso em: 15 jun 2022.

YU, Zhang; UMAR, Muhammad; REHMAN, S. Abdul. Adoption of technological innovation and recycling practices in automobile sector: under the Covid-19 pandemic. **Operations Management Research**, 2022.

ZINK, Trevor; GEYER, Roland. Circular economy rebound. **Journal of Industrial Ecology**. Volume 21, p. 593-602, 2017.