

DESAFIOS DA TRANSIÇÃO PARA A ECONOMIA CIRCULAR DIANTE DE RISCOS E OS EFEITOS TARDIOS DA CADEIA DO PLÁSTICO

MARINA DANTAS DE FIGUEIREDO

UNIVERSIDADE DE FORTALEZA - UNIFOR

FERNANDO LUIZ EMERENCIANO VIANA

UNIVERSIDADE DE FORTALEZA - UNIFOR

Introdução

O plástico, um material onipresente em nossa sociedade contemporânea, tem gerado crescente preocupação devido aos impactos ambientais e de saúde associados à sua produção, uso e descarte. Este artigo examina os desafios da transição para a economia circular no contexto da cadeia produtiva do plástico.

Problema de Pesquisa e Objetivo

Este estudo aborda a seguinte questão: Como a gestão de riscos na cadeia produtiva do plástico pode ser adaptada e aprimorada para promover a transição para uma economia circular, considerando os riscos diretos e indiretos do plástico e seu passivo ambiental?

Fundamentação Teórica

A fundamentação teórica explora os conceitos de economia circular, riscos associados ao plástico, impactos ambientais e de saúde, bem como a necessidade de uma abordagem coletiva para a gestão de riscos na economia circular.

Metodologia

Este estudo utiliza uma abordagem qualitativa de revisão bibliográfica e análise documental para investigar as práticas atuais de gestão de riscos na cadeia produtiva do plástico, identificar desafios e propor soluções alinhadas com os princípios da economia circular.

Análise dos Resultados

A análise revela que os riscos associados ao plástico se estendem além da poluição visível, incluindo ameaças insidiosas como os microplásticos. A economia circular emerge como uma resposta promissora, mas desafios como a consideração de riscos de longo prazo e a necessidade de regulamentações abrangentes são destacados.

Conclusão

O estudo enfatiza que a gestão de riscos na cadeia produtiva do plástico é uma responsabilidade compartilhada que requer colaboração entre governos, indústria, sociedade civil e comunidade científica. A transição para uma economia circular é essencial para abordar os desafios crescentes do plástico, mas exige compromisso contínuo e ação coletiva.

Referências Bibliográficas

ADIZES, I. Organizational Passages-Diagnosing and treating lifecycle problems of organizations. *Organizational Dynamics*, v. 8, n. 1, p. 3-25, 1979. BECK, U. Sociedade de Risco: Rumo a uma outra modernidade. São Paulo: Editora 34, 2011. GEISSDOERFER, M.; SAVAGET, P.; BOCKEN, N.; HULTINK, E.J. The Circular Economy – a new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, v. 143, p. 757-768, 2017.

Palavras Chave

Economia Circular, Cadeia do Plástico, Riscos e Efeitos Tardios

Agradecimento a órgão de fomento

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa (FUNCAP); Fundação Edson Queiroz (FEQ).

DESAFIOS DA TRANSIÇÃO PARA A ECONOMIA CIRCULAR DIANTE DE RISCOS E OS EFEITOS TARDIOS DA CADEIA DO PLÁSTICO

1 INTRODUÇÃO

O plástico é um material importante e onipresente na economia e no dia a dia das pessoas em todo o mundo, tendo várias funções que ajudam a enfrentar uma série de desafios da sociedade. Nas embalagens, por exemplo, os plásticos ajudam a garantir a segurança alimentar e a reduzir o desperdício de alimentos. A natureza versátil do plástico e sua durabilidade tornam esse produto indispensável, levando à sua alta demanda e uso globalmente (PALETTA et al., 2019).

O uso massivo do plástico ocupa o centro de um debate acalorado envolvendo cientistas, gestores públicos, políticos, bem como a sociedade civil, devido aos impactos ambientais causados por sua produção, consumo e descarte. O plástico, predominantemente derivado de recursos fósseis, desempenha um papel significativo na dependência das sociedades contemporâneas desses recursos (ERIKSEN et al., 2020). Com uma produção anual global que ultrapassa 300 milhões de toneladas, o plástico está intrinsecamente ligado a diversas preocupações ambientais, incluindo a emissão de CO₂ durante a incineração. Além disso, recentemente, surgiu uma crescente apreensão em relação à acumulação de resíduos plásticos no meio ambiente (RAMBONNET et al., 2019).

No entanto, o impacto do plástico não se limita a essas preocupações visíveis. Estudos recentes também destacaram a presença de microplásticos, partículas minúsculas de plástico com menos de cinco milímetros de tamanho, que estão amplamente dispersos no ambiente e que têm impactos profundamente insidiosos na biodiversidade, incluindo organismos humanos (GALLEGO; VENTURA, 2017; WRIGHT et al., 2021). Essas partículas diminutas, muitas vezes inadvertidamente ingeridas por animais marinhos e, eventualmente, entrando na cadeia alimentar, apresentam uma ameaça preocupante para os ecossistemas e a saúde humana, com efeitos ainda desconhecidos a longo prazo. Portanto, a problemática do plástico não se resume apenas à sua produção e gestão de resíduos imediatos, mas também a seus efeitos insidiosos e de longo alcance.

A cadeia de suprimentos do plástico tem sido discutida por meio das lentes da academia na pesquisa, da indústria na busca por outro tipo de material para substituí-lo, da sociedade na implementação de novos estilos de vida (KUMAGI, 2021; STEWART; NIERO, 2018) e no âmbito da política e da economia, pela busca de formas sustentáveis de abordar a cadeia do plástico. Repensar e melhorar o funcionamento de uma cadeia de suprimento tão complexa exige esforços e maior cooperação de todos os seus principais participantes, desde produtores de plásticos a recicladores, varejistas e consumidores, além de outros stakeholders. São necessárias abordagens urgentes para reduzir o consumo de plástico (por exemplo, por meio de sua substituição) e aumentar sua reutilização e reciclabilidade, o que, por sua vez, depende de inovações e do desenvolvimento de novas tecnologias de materiais, produtos e processos. Tais abordagens vão ao encontro dos princípios da Economia Circular (EC) (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; GEISSDOERFER et al., 2017).

Entretanto, a inserção da cadeia do plástico na lógica circular pode ser insuficiente para lidar com o passivo ambiental e até possíveis problemas de saúde pública que possam surgir nos próximos anos, pela circulação de resíduos (micro)plásticos. Neste artigo, desenvolvido na forma de ensaio teórico, analisamos as possibilidades de circularidade da cadeia do plástico, tendo em vista a premissa de que os riscos associados à produção, consumo e descarte do plástico produzem efeitos a longo prazo. Esses efeitos impõem

limitações às possibilidades de inserção do plástico na economia circular. A incerteza intrínseca à previsão dos momentos em que os riscos das atividades organizacionais se manifestarão e a extensão de seus danos abre espaço para a compreensão de que esses riscos não estão confinados ao ciclo de vida funcional das organizações (ADIZES, 1979, 2004; LESTER; PARNELL; CARRAHER, 2003; MILLER & FRIESEN, 1983; QUINN; CAMERON, 1983A; SILVA,; JESUS; MELO, 2013).

2 RISCOS ASSOCIADOS À CADEIA DO PLÁSTICO

Os resíduos plásticos representam riscos que podem ser classificados como reais e iminentes à civilização (BECK, 2011). As dificuldades no tratamento desses resíduos, assim como da transição para alternativas mais sustentáveis na indústria, têm gerado enorme passivo ambiental e dependência em relação a formas ambientalmente pouco amigáveis de descarte.

Aproximadamente 80% dos resíduos plásticos são originados de fontes terrestres (LANDON-LANE, 2018), o que se deve em grande parte ao descarte incorreto e ao gerenciamento incorreto dos resíduos na terra, causando poluição. Proximidade das indústrias de plástico a rios, oceanos e outros corpos d'água foram identificados como um dos principais facilitadores da poluição ambiental induzida pelo plástico. Resíduos de fábricas em vários locais são lixiviados para o meio ambiente, transportados por meio de chuvas, rios, oceanos, vento etc. As atividades humanas em ilhas povoadas também são fontes de poluição do plástico (MONTEIRO et al., 2018) juntamente com o modelo de consumo predominante de diversos itens de plástico, que produzem quantidade significativa de resíduos (PALETTA et al., 2019).

Os riscos podem perdurar além das operações ativas das organizações e podem se estender para o futuro. Um exemplo notável disso é a persistência dos riscos associados aos resíduos de material radioativo, produtos químicos no solo e mutações genéticas de organismos transgênicos. Esses riscos expressam efeitos tardios que se baseiam em parte na projeção dos danos atuais e em parte na perda de previsibilidade, refletindo questões de saúde, ambientais e até mesmo sociais que continuam a evoluir com o tempo (BECK, 2011).

O plástico, é um material relativamente novo na história da humanidade, mas que tem desempenhado um papel transformador e onipresente nos modos de vida contemporâneos. Seu surgimento e ascensão estão profundamente interligados com o desenvolvimento industrial e tecnológico do século XX. Inicialmente, o plástico foi saudado como uma inovação revolucionária, oferecendo soluções práticas e versáteis para uma ampla gama de aplicações. No entanto, a trajetória da cadeia produtiva do plástico está marcada por uma evolução complexa que trouxe à tona riscos significativos ao longo do tempo. Essa evolução faz da cadeia do plástico um caso exemplar de análise dos riscos tardios associados à adoção de inovações. Isso porque, atualmente, os resíduos plásticos representam riscos que podem ser classificados como reais e iminentes à civilização (BECK, 2011). As dificuldades no tratamento desses resíduos, assim como da transição para alternativas mais sustentáveis na indústria, têm gerado enorme passivo ambiental e dependência em relação a formas ambientalmente pouco amigáveis de descarte. A maior parte das consequências do uso do plástico não foram plenamente avaliadas quando esse material foi lançado pela indústria e passou a alcançar usos cada vez mais diversos na economia e sociedade.

O plástico foi inventado no início do século XX a partir de macromoléculas (resinas, elastômeros e fibras artificiais) de formaldeído e fenol. Esse polímero orgânico sintético tomou conta da vida diária humana e transformou o mundo moderno com uma

gama de aplicações, cada vez mais abrangentes. Notadamente a partir da década de 1950, o plástico se popularizou e se tornou o terceiro material mais amplamente fabricado no mundo, depois do cimento e do aço (RANGEL-BUITRAGO; NEAL; WILLIAM, 2022). Esses polímeros orgânicos sintéticos derivados de hidrocarbonetos fósseis são usados desde embalagens de alimentos e bebidas até equipamentos médicos, peças de automóveis, materiais de construção, dispositivos eletrônicos, roupas, brinquedos infantis, móveis e utensílios domésticos. Além disso, novas aplicações do plástico estão sendo desenvolvidas constantemente. Por exemplo, cientistas estão explorando maneiras de usar plástico em células solares (FONTANESI et al., 2020), em tecidos resistentes ao fogo (WU et al., 2021), em dispositivos médicos implantáveis (KHAN et al., 2019) e até em órgãos artificiais (DHAND et al., 2016).

À medida que a produção de plástico aumentou exponencialmente, também cresceram os desafios associados a sua gestão. A falta de regulamentação eficaz e a ênfase na conveniência levaram ao descarte inadequado de resíduos plásticos, gerando problemas de poluição local e regional. Com o tempo, tornou-se cada vez mais evidente que os riscos relacionados ao plástico não se limitavam apenas à poluição visível. A decomposição lenta do plástico, que pode levar centenas de anos, resultou na acumulação de resíduos em oceanos e ecossistemas terrestres. A quebra de plásticos em microplásticos, partículas minúsculas com potencial impacto devastador na biodiversidade e na saúde humana, é uma das consequências mais recentes e alarmantes (GALLEGO; VENTURA, 2017; WRIGHT et al., 2021). Esses microplásticos, provenientes de produtos de consumo diário e produtos plásticos desgastados, ilustram como os riscos associados ao plástico se manifestam de maneiras sutis e insidiosas.

Fatores como custo de produção e relativa independência em relação a commodities revelaram a vantagem do plástico sobre materiais tradicionais, como madeira, vidro e metal fizeram com que componentes plásticos penetrassem em praticamente todos os bens de consumo contemporâneos. Adicionalmente, as embalagens plásticas não apenas subsidiam praticamente todas as demais indústrias, como criaram ilimitadas possibilidades de consumo, abrindo espaço para inovações consecutivas, dependentes do plástico. Ainda que o material tivesse demonstrado formidável capacidade de inserção na indústria desde o início, tamanha dependência não pode ser prevista a priori. Isso fez com que a governança dos riscos e as ações precaucionárias ligadas à adoção dessa tecnologia partissem de um contexto em que as possibilidades de uso do material foram subestimadas.

A produção global de plástico aumentou significativamente ao longo dos anos, passando de apenas 2 toneladas métricas em 1950 para impressionantes 380 Mt em 2015 (GEYER et al., 2017), com a previsão de alcançar 1.124 Mt até 2050, de acordo com dados do Fundo Mundial para a Natureza (WWF, 2019). A degradação do plástico é um processo lento, uma vez que esses polímeros são relativamente inertes, insolúveis em água, resistentes à decomposição biológica e ao ataque químico. Estudos relatam que o plástico pode levar de 10 a 1.000 anos para se decompor na natureza (ANDRADY, 2011; GEYER; JAMBECK. LAW, 2017), dependendo do tipo. Entretanto, a exposição ao sol, à chuva e ao vento, que auxiliam o processo de decomposição, fazem com que o plástico se fragmente em microplásticos e libere substâncias químicas tóxicas no meio ambiente, como o bisfenol A (BPA), que podem ser ainda mais prejudiciais ao meio ambiente e à vida marinha. É alarmante que 83% da água potável do mundo já esteja contaminada com microplásticos (ORB MEDIA, 2018).

A persistência dos resíduos plásticos no meio ambiente também tem levado ao surgimento de novas formas de poluição, incluindo o alarmante aparecimento de rochas sintéticas em praias, denominadas de "plastiglomerados". Plastiglomerados são um tipo

relativamente novo de material formado pela fusão de resíduos plásticos com outros materiais, como madeira, rochas e areia, geralmente sob altas temperaturas (CORCORAN et al., 2013). Os plastiglomerados são um indicador alarmante da extensão da poluição plástica no meio ambiente, especialmente em áreas costeiras, onde os resíduos plásticos costumam se acumular. Estima-se que cerca de 8 milhões de toneladas de plástico acabam nos oceanos todos os anos (JAMBECK et al., 2015), prejudicando a vida marinha, afetando a saúde humana e formando anomalias como os plastiglomerados.

Além disso, o uso de plásticos descartáveis, como sacolas plásticas, copos e canudos, contribui para o aumento dos resíduos sólidos urbanos e a sobrecarga dos aterros sanitários, que podem contaminar o solo e a água subterrânea. Aproximadamente 80% dos resíduos plásticos são originados de fontes terrestres (LANDON-LANE, 2018), e sua presença nos mares se deve em grande parte ao descarte incorreto e ao gerenciamento incorreto dos resíduos na terra, causando poluição. Proximidade das indústrias de plástico a rios, oceanos e outros corpos d'água foram identificados como um dos principais facilitadores da poluição ambiental induzida pelo plástico. Resíduos de fábricas em vários locais são lixiviados para o meio ambiente, transportados por meio de chuvas, rios, oceanos, vento etc. As atividades humanas em ilhas povoadas também são fontes de poluição do plástico (MONTEIRO et al., 2018), juntamente com o modelo de consumo predominante de diversos itens de plástico, que produzem quantidade significativa de resíduos (PALETTA et al., 2019).

Nossa dependência dos plásticos, juntamente com uma relutância em reciclá-los, significa que o material já está deixando sua marca na geologia do nosso planeta. Numa figura de linguagem impressionante, podemos pensar que todos os plásticos já produzidos seriam suficientes para envolver todo o mundo em um filme plástico (REED, 2015). Essa quantidade de resíduos plásticos não apenas representa uma séria ameaça ambiental, mas também tem o potencial de, numa metáfora bastante conveniente e assustadora, asfíxiar o planeta. É crucial que tomemos medidas imediatas para abordar essa questão e encontrar maneiras mais sustentáveis de gerenciar nosso uso de plásticos. Somente por meio de esforços concertados para reduzir, reutilizar e reciclar o lixo plástico, podemos esperar impedir que ele altere permanentemente o registro geológico de nosso planeta.

Os resíduos plásticos representam riscos que podem ser classificados como reais e iminentes à civilização (BECK, 2011). As dificuldades no tratamento desses resíduos, assim como da transição para alternativas mais sustentáveis na indústria, têm gerado um enorme passivo ambiental e dependência em relação a formas ambientalmente pouco amigáveis de descarte. Aproximadamente 80% dos resíduos plásticos são originados de fontes terrestres (LANDON-LANE, 2018), o que se deve em grande parte ao descarte incorreto e ao gerenciamento inadequado dos resíduos na terra, causando poluição. Proximidade das indústrias de plástico a rios, oceanos e outros corpos d'água foram identificados como um dos principais facilitadores da poluição ambiental induzida pelo plástico. Resíduos de fábricas em vários locais são lixiviados para o meio ambiente, transportados por meio de chuvas, rios, oceanos, vento etc. As atividades humanas em ilhas povoadas também são fontes de poluição do plástico (MONTEIRO et al., 2018) juntamente com o modelo de consumo predominante de diversos itens de plástico, que produzem quantidade significativa de resíduos (PALETTA et al., 2019).

3 A POSSIBILIDADE CIRCULARIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DO PLÁSTICO

Como mencionado anteriormente, a história da cadeia produtiva do plástico é uma narrativa complexa que evoluiu de uma promessa de conveniência para um

reconhecimento crescente dos riscos ambientais e de saúde associados. As consequências acumuladas dos riscos do uso e descarte do plástico que se manifestam atualmente precisam não apenas ser compreendidas e avaliadas, mas também mitigadas e reparadas. O desafio atual reside na busca de soluções sustentáveis que equilibrem os benefícios práticos do plástico com a necessidade premente de preservar nosso ambiente e saúde humana a longo prazo.

Para mitigar os desafios associados à produção e o consumo de produtos plásticos, o conceito de economia circular, onde os materiais são reciclos na sociedade, eliminando a necessidade de materiais virgens, ganhou popularidade, especialmente na União Europeia (UE), onde o plástico foi identificado como um material prioritário para diminuir a dependência de recursos fósseis. No entanto, quase 70% dos resíduos de plástico recolhidos na UE são atualmente incinerados, depositados em aterro ou exportados para outros países. Para promover a reutilização, a UE adotou uma meta de 55% de reciclagem até 2030 para resíduos de embalagens plásticas domésticas, complementada por compromissos voluntários da indústria europeia de plásticos de reciclar 70% das embalagens plásticas e 50% dos resíduos plásticos até 2040 (EUROPEAN COMMISSION, 2018; ERIKSEN et al., 2020).

A economia circular é uma economia construída a partir de sistemas sociais de produção-consumo que maximizam o serviço produzido a partir do fluxo linear natureza-sociedade-natureza de material e energia. Isso é feito usando fluxos de materiais cíclicos, fontes de energia renováveis e fluxos de energia do tipo em cascata. Uma economia circular bem-sucedida contribui para todas as três dimensões do desenvolvimento sustentável. A economia circular limita o fluxo de produção a um nível que a natureza tolera e utiliza os ciclos do ecossistema em ciclos econômicos, respeitando suas taxas de reprodução natural (KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018).

A reflexão prática sobre a inserção do plástico na lógica da economia circular reverbera as incertezas em relação às extensões dos danos causados pelas organizações que dependem ou apenas utilizam plásticos, visto que os riscos da permanência do plástico na natureza podem ultrapassar o tempo das atividades dessas organizações (ADIZES, 1979, 2004; LESTER; PARNELL; CARRAHER, 2003; MILLER; FRIESEN, 1983; QUINN; CAMERON, 1983; SILVA; JESUS; MELO, 2013). O fato de o ciclo de vida do plástico ser muito longo coloca os pesquisadores diante da necessidade de pensar acerca de que maneira as organizações que geraram a demanda por esse material e fazem parte da cadeia de suprimento da indústria do plástico devem ter sua responsabilidade social, ambiental e jurídica prolongada, diante do fato de que os riscos não se esgotam em efeitos e danos já ocorridos e dentro do período de funcionamento das atividades organizacionais.

Esses efeitos tardios e incertos seriam essa segunda parte do risco, sobre a qual não se tem conhecimento a priori e que tem a ver com a ideia de risco de desenvolvimento (CALIXTO, 2005; WESENDONCK, 2012), no qual existe a possibilidade de que um determinado produto ou tecnologia, que venha a ser introduzido no mercado ou no meio ambiente sem nenhum defeito ou dano conhecido, ainda que exaustivamente testado de acordo com o grau de conhecimento científico disponível na época de sua introdução, possa apresentar, decorrido determinado momento de sua inserção, algum dano ou risco somente identificável em razão da evolução dos meios técnicos e científicos (WESENDONCK, 2012).

Essa perda de previsibilidade, coligada ao aparecimento de efeitos tardios do risco, trazem consequências à sociedade e ao meio ambiente, em um prazo longo, que pode suplantar o ciclo de vida das organizações que provocaram esse impacto, não estando esse componente futuro previsto dentro ciclo de nascer, desenvolver e morrer

conceituado em Adizes (1979, 2004). Essa questão da perda de previsibilidade e do prolongamento temporal dos impactos associados à produção e consumo de plásticos adiciona-se aos efeitos já percebidos, incluindo a liberação de CO₂ na atmosfera (ERIKSEN et al., 2020), a acidificação dos oceanos (TILLER et al., 2019), a poluição química (VINCE; STOETT, 2018) e a geração significativa de resíduos (PALETTA et al., 2019).

A Estratégia Europeia para Plásticos em uma Economia Circular (EUROPEAN COMMISSION, 2018) lançou as bases para uma nova economia de plásticos, na qual o design e a produção de plásticos e produtos plásticos respeitam plenamente as necessidades de reutilização, reparo e reciclagem, fomentando o desenvolvimento e promoção de materiais mais sustentáveis, indo ao encontro dos princípios da EC. A partir dessa estratégia se prevê um sistema de produção e consumo de plásticos renovado e mais sustentável, aprimorando o mercado de plásticos reciclados e o desenvolvimento de polímeros mais sustentáveis de base biológica e biodegradável, comumente conhecidos como bioplásticos.

Nesse contexto da indústria do plástico, especialmente na União Europeia, a literatura tem trazido algumas iniciativas já postas em prática, mas também barreiras, desafios e novas oportunidades que surgem, incluindo o desenvolvimento de bioplásticos (HAHLADAKIS; IACOVIDOU, 2018), iniciativas para melhorar a reciclagem dos plásticos (ERIKSEN et al., 2020), mudanças no comportamento dos consumidores de embalagens plásticas, entre outras. De acordo com Paletta et al. (2019), essas barreiras podem ser divididas em barreiras técnico-tecnológicas, legislativas, econômicas e socioculturais, ocorrendo ao longo das diferentes etapas da cadeia produtiva da indústria do plástico. Nessa questão, considera-se, no âmbito da proposta dessa reflexão, que a abordagem sobre os riscos tardios pode aumentar a percepção acerca do desafio de gerir os riscos na cadeia do plástico e abordar as limitações ou dificuldades em integrar à perspectiva circular os dados ambientais acumulados em decorrência da utilização do plástico, no âmbito da lógica da produção de novos materiais seguida do descarte sem destinação adequada para a reciclagem.

4 DISCUSSÃO

A sociedade tolera os riscos porque os benefícios da adoção das inovações são mais significativos. Além disso, a dinâmica das inovações se assenta na crença ilimitada do progresso, a qual fomenta a ideia de as consequências manifestas de riscos assumidos quando da adoção de uma inovação podem ser resolvidas com avanços tecnológicos. Essa ideia de controle é baseada em pressupostos da modernidade, como a razão e o conhecimento científico. Entretanto, a experiência da modernidade tardia com as consequências de riscos tecnológicos fomenta a reflexividade sobre tais pressupostos e a crítica às crenças modernas sobre o controle do risco. No contexto dessa crítica, Beck (2011, p.44) sugere que as inovações geram riscos num efeito bumerangue, no qual avanços tecnológicos geram novos riscos e mais pressões sobre o meio ambiente, para garantir o funcionamento do sistema econômico.

Essas incertezas em relação aos efeitos do plástico no meio ambiente e na saúde humana acabam, na prática, não sendo levadas em consideração na gestão ao longo do ciclo de vida do plástico, uma vez que tais efeitos ainda não tiveram suas relações causais plenamente confirmadas pelo corpo científico. Além disso, devido à extensão temporal desses impactos tardios, as organizações podem não conseguir acompanhar ou, talvez, nem mesmo alcançar a capacidade de monitorar os efeitos do plástico no ambiente e na saúde humana a longo prazo. Tais marcadores são fundamentais para entender as

implicações de contextos riscos persistentes nas organizações, bem como repensar medidas precaucionárias e regular a forma de explorar essas atividades organizacionais que lidam com tecnologias perigosas, cujo intervalo temporal (BIESENTHAL et al., 2015; GALAZ, 2019) pode extrapolar o ciclo de vida funcionalista das organizações (ADIZES, 1979), demonstram como os contextos de risco da atividade organizacional não se encerraram com o fim da organização.

O plástico é uma inovação que exemplifica notavelmente a incapacidade da sociedade e de seus sistemas de governança para avaliar riscos e lidar com consequências não planejadas. No início de sua adoção no mercado, não havia clareza sobre os perigos do uso do plástico, não apenas por limitações de compreensão dos riscos reais e potenciais do material, mas particularmente porque não se podia prever a pervasividade do material em diferentes cadeias produtivas. Fatores como custo de produção e relativa independência em relação a commodities revelaram a vantagem do plástico sobre materiais tradicionais, como madeira, vidro e metal fizeram com que componentes plásticos penetrassem em praticamente todos os bens de consumo contemporâneos. Adicionalmente, as embalagens plásticas não apenas subsidiam praticamente todas as demais indústrias, como criaram ilimitadas possibilidades de consumo, abrindo espaço para inovações consecutivas, dependentes do plástico. Ainda que o material tivesse demonstrado formidável capacidade de inserção na indústria desde o início, tamanha dependência não pode ser prevista a priori. Isso fez com que a governança dos riscos e as ações precaucionárias ligadas à adoção dessa tecnologia partissem de um contexto em que as possibilidades de uso do material foram subestimadas.

O caso do plástico ressalta as limitações na compreensão de como os riscos da atividade organizacional poderiam ir além do tempo da atividade organizacional, ultrapassando o ciclo de vida funcional da organização preconizado por Adizes (1979, 2004). As implicações do espriamento de resíduos plásticos e microplásticos na sociedade e no meio ambiente discutidas no escopo deste trabalho expos uma questão mais ampla em torno da associação entre os riscos das atividades organizacionais e os seus efeitos em longo prazo que é a possibilidade de ampliação do ciclo de vida da organização, associando-o às manifestações futuras imprevisíveis dos riscos de suas atividades organizacionais.

Essa possibilidade abre uma agenda e um leque de discussões sobre como as organizações poderiam prever medidas e regulamentações para precaucionar e remediar esses riscos quando nem mesmo o sistema perito científico detém esse conhecimento; sobre como evitar os efeitos tardios dos riscos quando a concepção deles está inserida em um tempo presente cujo grau de avanço tecnológico não conjectura a identificação desses efeitos tardios; sobre como arcar com custos e responsabilizações cuja a soma não se sabe *a priori* e nem por quanto tempo esses gastos serão necessários; sobre como estender o ciclo organizacional quando nem mesmo a organização sabe (ou pelo menos ainda não expos) a extensão de seus riscos.

A discussão sobre a gestão de riscos não se limita apenas ao nível das organizações, mas também se estende a uma perspectiva mais ampla e coletiva. É fundamental reconhecer que os riscos organizacionais são moldados e produzidos em contextos organizacionais, nos quais diversos grupos têm percepções distintas de risco e interpretam suas implicações de maneira diferente. O processo de gestão de riscos muitas vezes envolve decisões coletivas que são socialmente construídas, refletindo mudanças sociais, políticas e institucionais. Essa compreensão se alinha com os princípios da economia circular, que buscam uma abordagem coletiva e colaborativa para repensar e redesenhar os sistemas econômicos.

No contexto da economia circular, a avaliação e gestão de riscos adquirem uma relevância ainda maior, pois a presente discussão indica que a extensão do ciclo de vida organizacional associada aos seus riscos pode ser uma abordagem eficaz para ajustar as políticas de gestão de risco. No entanto, essa extensão do ciclo de vida organizacional deve ser acompanhada por mecanismos institucionais que abordem os desafios da profundidade temporal, ou seja, como aumentar a capacidade das instituições de governança para mobilizar regulamentações e controles que protejam a sociedade e o meio ambiente de danos futuros incertos. Essa reflexão deve alcançar a teorização sobre a economia circular, para que a perspectiva temporal do ciclo de produção, consumo, descarte e reinserção na cadeia seja redimensionada e problematizada sob a perspectiva dos riscos manifestos a longo prazo, da sua necessidade de governança e eventuais ações reparatórias e corretivas.

Assim, na economia circular, é fundamental considerar como manter ações governamentais e organizacionais ao longo de períodos de tempo suficientemente longos, mesmo que essas ações sejam uma resposta substancialmente atrasada em relação aos impactos já causados. Isso é especialmente relevante porque os efeitos tardios podem se tornar mais significativos com o tempo. Portanto, é imperativo promover mecanismos de governança de precaução e tecnologias auxiliares que não apenas evitem danos futuros, mas também reduzam os incentivos para falhas organizacionais em relação aos riscos de longo prazo associados às atividades econômicas.

Uma proposição para a operacionalização desses princípios na economia circular é a promoção de novas formas de governança das atividades organizacionais, especialmente aquelas que envolvem tecnologias com impactos significativos e prolongados na sociedade e no meio ambiente. Isso requer uma expansão das análises convencionais dos regimes regulatórios, considerando aspectos ambientais, tecnológicos, sociais e econômicos, bem como uma avaliação aprofundada das interações institucionais e dos estudos de governança, levando em consideração horizontes temporais mais distantes. Essa abordagem representa uma mudança fundamental na mentalidade, afastando-se da concentração em prazos curtos para abraçar uma visão de longo prazo, alinhada com os princípios da economia circular

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cenário contemporâneo em que as organizações operam é marcado por uma complexidade sem precedentes. A competitividade e as rápidas mudanças em diversos domínios, como economia, tecnologia e sociedade, trazem consigo a presença de riscos que desafiam as organizações. Esta complexidade não se limita ao presente, estendendo-se a uma tensão intertemporal que abrange passado, presente e futuro. É nessa intersecção que surge uma reflexão crucial sobre a associação entre os riscos das atividades organizacionais e seus efeitos a longo prazo. O que se torna evidente é que as manifestações desses riscos podem transcender a própria existência da organização que os gerou.

Em um mundo cada vez mais consciente das implicações ambientais e sociais das atividades humanas, a gestão de riscos associados à cadeia produtiva do plástico se torna uma preocupação central. O plástico, uma inovação revolucionária que transformou nossa vida cotidiana, também trouxe consigo riscos que se manifestam em diferentes escalas e horizontes temporais. Esta análise demonstra que os impactos ambientais e de saúde causados pelo plástico não se limitam apenas à poluição visível, mas incluem ameaças insidiosas, como microplásticos, que afetam ecossistemas e a saúde humana.

A transição para uma economia circular emerge como uma resposta promissora para mitigar esses riscos. A economia circular redefine o ciclo de vida do plástico, buscando reduzir o consumo, promover a reutilização, o reparo e a reciclagem, bem como repensar a concepção de produtos para torná-los mais duráveis e menos prejudiciais ao meio ambiente. No entanto, essa mudança fundamental requer uma abordagem coletiva e colaborativa, considerando horizontes temporais mais amplos.

Os desafios enfrentados na gestão de riscos na economia circular incluem a consideração de riscos imediatos e de longo prazo, bem como a necessidade de regulamentações mais abrangentes e mecanismos de governança de precaução. É imperativo que as organizações e governos adotem uma visão de longo prazo, reconhecendo que as ações de hoje podem ter implicações duradouras nas gerações futuras.

Em última análise, a gestão de riscos na cadeia produtiva do plástico não é apenas uma questão organizacional, mas uma preocupação coletiva que transcende fronteiras e setores. É uma responsabilidade compartilhada que requer a colaboração de governos, indústria, sociedade civil e comunidade científica. Somente através de uma abordagem coletiva, baseada em princípios de economia circular e comprometida com a proteção a longo prazo do meio ambiente e da saúde, podemos enfrentar os desafios crescentes e complexos que o plástico representa para nossa sociedade. A transição para uma economia circular é um passo significativo nessa direção, mas exige ação concertada e compromisso contínuo de todos os atores envolvidos.

REFERÊNCIAS

- ADIZES, I. Organizational Passages-Diagnosing and treating lifecycle problems of organizations. **Organizational Dynamics**, v. 8, n. 1, p. 3-25, 1979.
- ADIZES, I. **Managing Corporate Lifecycles: How Organizations Grow, Age, and Die**. Santa Barbara: Ed. Adizes Institute Publishing, 2004.
- ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596-1605, 2011
- BECK, U. **Sociedade de Risco: Rumo a uma outra modernidade**. São Paulo: Editora 34, 2011.
- BIESENTHAL, C., SANKARAN, S., PITSIS, T., & CLEGG, S. Temporality in Organization Studies: Implications for Strategic Project Management. *Open Economics and Management Journal*, 2, 45–52, 2015.
- CALIXTO, M. J. O artigo 931 do Código Civil de 2002 e os riscos do desenvolvimento. **Revista Trimestral de Direito Civil**, v. 6, n. 21, p. 53–93, 2005.
- DHAND, C., VENKATESAN, J., BARATHI, V. A., HARINI, S., & ANBU, P. *Biomaterials for Artificial Organs*. Woodhead Publishing. doi: 10.1016/C2014-0-02225-2, 2016
- ERIKSEN, M. K.; PIVNENKO, K.; FARACA, G.; BOLDRIN, A.; ASTRUP, T. F. Dynamic Material Flow Analysis of PET, PE, and PP Flows in Europe: Evaluation of the Potential for Circular Economy. **Environmental Science & Technology**, v. 54, n. 24, p. 16166-16175, 2020.
- EUROPEAN COMMISSION. **A European Strategy for Plastics in a Circular Economy**. 2018. Disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1516265440535&uri=COM:2018:28:FIN> Acesso em 22 Ago. 2021.
- FONTANESI, C., RIGHI, S., & GIGLI, G. Plastic Solar Cells: Overview of

Recent Progresses. *Frontiers in Energy Research*, 8, 1-18. doi: 10.3389/fenrg.2020.00010, 2020.

GALAZ, V. Time and Politics in the Anthropocene: Too Fast, Too Slow? In: Frank Biermann; Eva Lybrand, *Anthropocene Encounters: New Directions in Green Political Thinking*, 109–127. Cambridge: Cambridge University Press, 2019.

GEISSDOERFER, M.; SAVAGET, P.; BOCKEN, N.; HULTINK, E.J. The Circular Economy – a new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, v. 143, p. 757-768, 2017.

GEYER, R., JAMBECK, J. R., & LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782, 2017.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, v. 114, p. 11-32, 2016.

HAHLADAKIS, J. N.; IACOVIDOU, E. Closing the loop on plastic packaging materials: What is quality and how does it affect their circularity? *Science of the Total Environment*, v. 630, p. 1394-1400, 2018.

KHAN, M. S., AL-KATTAN, A., & AL-KHODAIRY, F. Recent Developments and Future Prospects of Polymeric Materials in Biomedical Applications. *Journal of King Saud University - Science*, 31(1), 1-14. doi: 10.1016/j.jksus.2018.10.001, 2019.

KUMAGAI, K. Sustainable plastic clothing and brand luxury: a discussion of contradictory consumer behaviour. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, v. 33, n. 4, p.994-1013, 2021.

LANDON-LANE. Corporate social responsibility in marine plastic debris governance. *Marina Pollution Bulletin*, v. 127, p. 310-319, 2018.

LESTER, D. L.; PARNELL, J. A.; CARRAHER, S. Organizational Life Cycle: a Five-Stage Empirical Scale. *The International Journal of Organizational Analysis*, v. 11, n. 4, p. 339–354, 2003.

MONTEIRO, R. C. P.; IVAR DO SUL, J. A.; COSTA, M. F. Plastic pollution in islands of the Atlantic Ocean. *Environmental Pollution*, v. 238, p. 103-110, 2018.

ORB MEDIA. Invisibles: The plastic inside us. 2018. Disponível em: <https://orbmedia.org/stories/Invisibles_plastics/>. Acesso em: 28 abr. 2023.

REED, C. Cover Story. Down of the Plasticene. *NewScientist*. p. 28-32. p. 28, 2015.

PALETTA, A.; LEAL-FILHO, W.; BALOGUN, A. L.; FOSCHI, E.; BONOLI, A. Barriers and challenges to plastic valorisation in the context of a circular economy: Case studies from Italy. *Journal of Cleaner Production*, v. 241, 118149, 2019.

RAMBONNET, L.; VINK, S. C.; LAND-ZANDSTRA, A. M.; BOSKER, T. Making citizen Science count: Best practices and challenges of citizen Science projects on plastics in aquatic environments. *Marina Pollution Bulletin*, v. 145, p. 271-277, 2019.

REED, C. Cover Story. Down of the Plasticene. *NewScientist*. p. 28-32. p. 28, 2015.

STEWART, R.; NIERO, M. Circular economy in corporate sustainability strategies: A review of corporate sustainability reports in the fast-moving consumer goods sector. *Business Strategy and the Environment*, v. 27, p. 1005–1022, 2018.

TILLER, R. et al. Who cares about ocean acidification in the Plasticene? *Ocean & Coastal Management*. 174, 170-180, 2019.

WESENDONCK, T. A responsabilidade civil pelos riscos do desenvolvimento: evolução histórica e disciplina no Direito Comparado. *Direito & Justiça*, 2, 213–227, 2012.

WU, J., LIU, H., & TANG, G. Recent Advances in Flame-Retardant

Polymeric Materials with Micro- and Nanostructures: Mechanisms, Strategies, and Future Perspectives. *Macromolecular Rapid Communications*, 42(5), 2000639. doi: 10.1002/marc.202000639, 2021.