

ANTROPOCENO: A ERA NO NOVO HUMANO E A ECONOMIA CIRCULAR

ANTHROPOCENE: THE NEW HUMAN ERA AND THE CIRCULAR ECONOMY

Homero de George Cerqueira¹

Resumo: O presente artigo tem como objetivo reconhecer o Antropoceno como a era no novo humano, bem como identificar a economia circular como modelo de negócio do futuro. Neste estudo, os princípios da economia circular, as teorias e modelos de gestão circular, e os conceitos de economia circular nas suas atuações são explanados em sua especificidade. Como metodologia, este artigo envolve uma pesquisa qualitativa, de cunho descritivo, com a realização de uma pesquisa documental, por meio da análise de documentos, bem como a pesquisa bibliográfica em doutrina nacional e estrangeira, a fim de cruzar os dados para a interpretação, fundamentando o estudo.

Palavras-chave: Antropoceno. Economia Circular. Economia Linear. Gestão Circular. Humanidade.

¹ Pós-doutorando no Programa de Direito e Políticas Pública pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Doutor e Mestre em Educação pela PUC-SP. Presidente do Instituto Chico Mendes da Biodiversidade do Governo Bolsonaro. Parecerista da Revista periódico Veredas do Direito. Comandante do Policiamento Ambiental do Estado de São Paulo, 2017-2019. Especialista em Direito Constitucional e Administrativo pela Universidade Dom Bosco. Especialista em Direito Ambiental pela Universidade Estácio de Sá. Especialista em ESG e Sustentabilidade pela FGV-SP. Especialista em Segurança e Ordem Pública pela Universidade Estadual de Goiás. Doutorado e Mestrado profissional em Ciências Policiais de Segurança e Ordem Pública pela CAES. Especialista em Tecnologia Educacional pela Faculdade Armando Alvares Penteado. Mestre em Educação e Direitos Humanos pelo Centro Universitário Capital. Bacharel em Direito pela Universidade de Guarulhos e Bacharel em Ciências Policiais de Segurança e Ordem Pública pela APMBB (1989). E-mail: homero.cerqueira@gmail.com.

Abstract: This article aims to recognize the Anthropocene as the era of the new human, as well as to identify the circular economy as a business model of the future. In this study, the principles of the circular economy, theories and models of circular management, and the concepts of circular economy in its actions are explained in their specificity. As a methodology, this article involves a qualitative, descriptive research, with the realization of a documentary research, through the analysis of documents, as well as bibliographical research in national and foreign doctrine, in order to cross-reference the data for interpretation, substantiating the study.

Keywords: Anthropocene. Circular Economy. Linear Economy. Circular Management. Humanity.

INTRODUÇÃO

Este artigo explora como as pessoas devem se preparar para proteger as gerações atuais e posteriores, sobretudo como mitigar os danos ambientais (VEIGA, 2023).

A humanidade superou na quantidade de seres vivos e na retirada de recursos naturais pela primeira vez na história do planeta. Por isso, pesquisadores, governos, parlamentares e as comunidades mundiais sugerem que entramos no período da Antropoceno², uma nova era geológica marcada pelo impacto do homem e seus efeitos no Meio ambiente³ (VILLALBA, 2022).

Além do que, o cientista político francês Bruno Villalba (2022) reafirma que o Antropoceno consiste exatamente na linha conceitual proposta pela Ciência do Sistema Terra e aceita pela Ciência da Sustentabilidade.

2 “O Antropoceno é o nome proposto para uma nova era que data do início do significativo impacto humano na geologia e nos ecossistemas da Terra. Pode-se dizer que a era Antropoceno se iniciou quando a ordem simbólica que constituía os seres humanos afetou, mesmo que em pequena escala, o metabolismo dos ecossistemas locais e territórios de vida e iniciou a coevolução da Natureza e cultura no planeta” (LEFF, 2021, p. 21).

3 Meio ambiente refere-se à relação entre elementos naturais em determinado contexto. Ele aborda aspectos relacionais mais complexos. Nesse sentido, uma árvore não pode ser apontada como meio ambiente, mas como um elemento do meio ambiente.

Devemos, portanto, mudar o paradigma (KUHN, 1962) da economia linear para a economia circular (WEETMAN, 2019) e do lixo descartável para energia limpa, isto é, a pegada ambiental.

O presente artigo tem como objetivo reconhecer o Antropoceno como a era no novo humano, bem como identificar a economia circular como modelo de negócio do futuro. Neste estudo, os princípios da economia circular, as teorias e modelos de gestão circular, e os conceitos de economia circular nas suas atuações são explanados em sua especificidade.

A ECONOMIA LINEAR: MODELO DE ORGANIZAÇÃO DA SOCIEDADE

A economia linear é um modelo de organização da sociedade baseado na extração crescente de recursos naturais, na qual os produtos feitos a partir desses recursos são utilizados até serem descartados como rejeitos. Nesta forma de economia, a maximização do valor dos produtos se dá pela maior quantidade de extração e produção. Esse modelo é considerado inviável a longo prazo, pois leva à escassez de recursos, aumento da poluição, vulnerabilidade ambiental e social, e desajuste com o consumo sustentável. Uma alternativa à economia linear é a economia circular, que busca reduzir, reutilizar, reciclar e recuperar os materiais ao longo do ciclo de vida dos produtos. A economia circular visa minimizar os impactos negativos da produção e consumo sobre o meio ambiente e a sociedade.

Figura 1 - Antropoceno



Fonte: <https://oquevocefariasesoubesse.blogspot.com/2020/03/compreender-o-antropoceno-e-com->

O paradigma de organização social pós-revolução industrial viabilizou a exploração de recursos naturais em escalas sem precedentes e com recursos limitados, por meio de novas formas de produção em massa, uma sociedade de consumo se consolidava no contexto, no qual a preocupação com os impactos ambientais não era uma prioridade e nem o lixo, ou seja, tudo podia e fazia para se obter o resultado esperado.

Todavia, essa busca desenfreada por desenvolvimento econômico, afirmação sociopolítica e obtenção de recursos a todo custo ocasionou uma série de desastres naturais e tecnológicos, os quais entraram para a história devido aos seus danos irreparáveis para a humanidade e para o meio ambiente, tornando-se em uma sociedade de risco. Alguns exemplos de riscos globais são: as mudanças climáticas, as guerras nucleares, as pandemias, o terrorismo, os acidentes industriais. Além do mais, tivemos fatos reais que mudaram o comportamento da humanidade, mas isso não foi o suficiente. Entre eles, podemos citar as explosões de bombas atômicas de Hiroshima e Nagasaki (Japão, 1945); a contaminação por dioxina em Seveso (Itália, 1976); o derramamento de petróleo em Amoco Cadiz (França, 1978); o vazamento de gás em uma fábrica de pesticidas em Bhopal (Índia, 1984); o desastre nuclear de Chernobyl (Ucrânia, 1986); o derramamento de petróleo no Golfo do México (2010); entre tantas outras tragédias que poderiam ser mencionadas.

Figura 2 - Bombas atômicas de Hiroshima e Nagasaki (Japão, 1945)



Fonte: <https://www.thoughtco.com/atomic-bombing-hiroshima-and-nagasaki-1779992>

No Brasil, temos a nossa própria parcela de graves incidentes, como a poluição decorrente de indústria química no município de Cubatão, conhecido como o “Vale da Morte”; vazamento de óleo do petroleiro Tarik Iba Ziyad na Baía de Guanabara (1975); incêndio na Vila de Socó em Cubatão (1984); acidente com césio-137 em Goiânia (1987); vazamento de óleo na Baía de Guanabara (2000); vazamento de óleo nos Rios Barigui e Iguazu no Paraná (2000); naufrágio da plataforma P-36 na Bacia de Campos (2001); rompimento de barragem Bom Jardim em Mirai (2007); vazamento de óleo na Bacia de Campos (2011); incêndio na Ultracargo no Porto de Santos (2015); a tragédia social e ambiental decorrente do rompimento de barragens em Mariana (2015) e Brumadinho (2019) – divisor de águas na gestão ambiental brasileira, levando a maior rigor na imposição da Política Nacional de Segurança de Barragens, com a proibição de construções baseadas no método a montante e previsão de multas de até R\$ 1 Bilhão em caso de descumprimento de normas de segurança, conforme art. 17-E, da Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020.

Figura 3 - Rompimento de barragens em Brumadinho (2019)



Fonte: <http://ronaldddealmeidasilva.blogspot.com/2015/11/134-barragens-e-seguranca-hidrica.html>

Toda essa conjuntura é representativa de um momento histórico que Beck (2011) convencionou chamar de “sociedade de riscos”, isto é, uma transição da sociedade industrial clássica (sociedade

de classes), em que a preocupação era com a igualdade para um modelo de sociedade em que o “desigual” dá lugar ao “inseguro”.

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), os grandes problemas ambientais no mundo são aqueles que ameaçam a saúde e o bem-estar dos seres humanos e do ecossistema global, como a poluição, as mudanças climáticas, o desmatamento, a perda de biodiversidade, entre outros. Em 2022, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) – ONU Meio Ambiente – publicou o relatório *Fronteiras 2022*⁴, que aponta riscos e temas de preocupação relacionados ao meio ambiente e desequilíbrios ambientais globais com possíveis impactos negativos para a humanidade⁵. O documento identificou a ampliação da poluição sonora nos centros urbanos, bem como os incêndios que tendem a crescer no mundo, as mudanças climáticas que impactam os ciclos de vida de plantas e animais, entre outros temas. O relatório também apresentou recomendações para enfrentar esses desafios, como promover projetos que reduzam a poluição sonora, valorizar formas alternativas de transporte, prevenir e combater os incêndios, proteger a biodiversidade e promover a economia circular⁶. Além disso, a ONU também tem como uma de suas prioridades o cumprimento dos ODS, que são 17 metas globais para alcançar um desenvolvimento humano mais justo e sustentável até 2030. Entre esses objetivos, há vários que estão relacionados ao meio ambiente, como o ODS 6 (Água potável e saneamento), ODS 7 (Energia limpa e acessível), ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis), ODS 12 (Consumo e produção responsáveis), ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima), ODS 14 (Vida na água) e ODS 15 (Vida terrestre).

Ainda, haveria uma mudança na fundamentação social, que passa a dar mais lugar para o medo e o risco⁷. Em outras palavras, trata-se de uma sociedade apoiada na busca por soluções para os riscos que se fazem cada vez mais presentes, sobretudo no descarte de lixo, na economia linear e na

4 Relatório mostra como crises ambientais colocam gerações futuras (ONU, 2021).

5 Relatório da ONU aponta ameaças ao meio ambiente (AGÊNCIA BRASIL, 2022).

6 A ONU e o meio ambiente | As Nações Unidas no Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente> Acesso em: 30 ago. 2023.

7 Risco é o multiplicação do perigo e vulnerabilidade na seguinte formula $R=P \times V$, sendo a vulnerabilidade na seguinte graduação: baixo, médio, alto e muito alta.

preservação do meio ambiente.

Beck (2011, p. 59-60) explica sobre a sociedade de classes:

Enquanto a utopia da igualdade contém uma abundância de metas conteúdo-positivas de alteração social, a utopia da segurança continua sendo peculiarmente negativa e defensiva: nesse caso, já não se trata de alcançar efetivamente algo “bom”, mas tão somente de evitar o pior. O sonho da sociedade de classes é: todos querem e devem compartilhar do bolo. A meta da sociedade de riscos é: todos devem ser poupados do veneno.

A sociedade de risco, descrita por Beck (2011, p. 141), seria aquela em que “cada vez mais se vive em uma fronteira tecnológica que ninguém compreende inteiramente e que gera uma diversidade de futuros possíveis”. Sociedade essa baseada em grande influência da ciência e da tecnologia e baseada no “fim da natureza” e no “fim da tradição”. Segundo Beck (2011, p. 141): “o fim da natureza não significa um mundo onde o meio natural tenha desaparecido. Significa que atualmente são raríssimos os aspectos do mundo físico que não sofreram intervenção humana”. Isto é, passa-se a ter um novo tipo de preocupação. Em vez de nos preocuparmos com o que a natureza pode causar a nós, passamos a nos preocupar com o impacto das nossas ações sobre a natureza (BECK, 2011). Além do que, os resíduos sólidos encontram-se no topo dos 3 (três) grandes problemas da humanidade por mais que o Brasil faça sua reciclagem por meio das cooperativas existentes nas cidades sustentáveis.

As cooperativas de reciclagem e os outros elos desta corrente conseguem reciclar apenas 4% dos resíduos sólidos no Brasil (ISWA, 2022). Para termos uma ideia, na Alemanha são 68%. Apesar de recolhermos 92% dos resíduos gerados pelas coletas (ABRELPE, 2021), estima-se que 12 milhões de toneladas para aterros e lugares não credenciados (para se ter uma comparação são quase 15.000 carros populares descartados por ano que demoram décadas para serem operacionalizadas e viabilizadas pelos elos da corrente). Quando chegar ao patamar da Alemanha (68%) já terão se passado uns 25 anos, e o meio ambiente não terá mais recuperação. Apesar do esforço diário das Cooperativas o risco é iminente.

Evidentemente, a noção de perigo já existe em outras culturas tradicionais até mesmo na

Idade Média. Todavia, a ideia de “risco” parece ser uma concepção mais moderna. Não se trata de uma sociedade mais perigosa do que outros modos de organização social preexistentes, mas de uma sociedade com fortes intenções de controlar o futuro.

A ideia de sociedade de risco pode dar a entender um mundo em que se tornou mais perigoso, mas não é necessariamente assim. Trata-se, antes, de uma sociedade cada vez mais preocupada com o futuro (e também com a segurança), donde a noção de risco (BECK, 2011, p. 142).

Nesse sentido, “risco”:

[...] se refere a um mundo que estamos explorando e ao mesmo tempo procurando normalizar e controlar. “Risco” sempre tem, basicamente, conotação negativa, já que se refere à possibilidade de evitar um resultado indesejável; mas também pode ser visto positivamente, no sentido de tomar iniciativas ousadas diante de um futuro problemático. Os que assumem riscos com sucesso, seja nas explorações, nos negócios ou no alpinismo, são alvo de admiração (BECK, 2011, 142)

Tal desejo de controle é fruto de uma mudança de percepção que se deu na modernidade, ocasião na qual as pessoas passaram a ter maior consciência a respeito dos impactos da tecnologia e do escopo transformativo da ação humana. Desse modo, o poder explicativo das chamadas “cosmologias religiosas” no que se refere aos fenômenos do mundo se esvaziou, abrindo espaço para as nações de risco e acaso. Além do mais, passou-se a ter um conhecimento construído com base empírica e pensamento lógico, tendo-se uma denominada reflexividade social moderna (GIDDENS, 1991), isto é, um exame e uma reforma constante das práticas sociais à luz de novas informações sobre as elas, o que leva a uma alteração constitutiva do seu caráter, a partir do que se ocasiona uma “contínua geração de autoconhecimento sistemático” (BECK, 2011, p. 143).

Todavia, considerando-se a existência de uma economia linear talhada no uso e descarte, importante pensar na economia circular construída na reflexividade e no reconhecimento da hipercomplexidade da sociedade em que vivemos, para a qual os instrumentos regulatórios tradicionais se

mostram insatisfatórios. A humanidade brasileira não poderá esperar por mais 25 anos para termos soluções sustentáveis. Aliás, as cidades têm um papel fundamental na busca pela tomada de decisão aos problemas ambientais. Elas são responsáveis por uma grande parcela das emissões de GEE, consumo de energia e uso de recursos naturais. Portanto, as cidades devem adotar medidas sustentáveis para reduzir seu impacto ambiental.

As cidades devem conduzir periodicamente estudos sobre a composição dos resíduos sólidos, de forma a conhecer e acompanhar as mudanças ao longo dos anos, bem como para orientar as melhores ações e processos a serem desenvolvidos na gestão pública, a fim de alcançar a economia circular, mas a economia linear construindo ideologia criada após a Revolução Industrial que constitui a cultura humana.

ECONOMIA CIRCULAR: MODELO DE NEGÓCIO DO FUTURO

A economia linear (pega-usa-descarta) trouxe progresso para a humanidade na produção de materiais a todas as pessoas do planeta (ADAMS et al., 2017). Aliás, a primeira revolução industrial construiu as bases da produção que o objetivo principal era o lucro, tendo como início a matéria-prima dos recursos naturais e o descarte, não se importando com a natureza e sua destinação ambientalmente adequada. Além disso, o fluxo linear que são extraídas da natureza, processadas e transformadas em produtos/bens que são disponibilizados para consumo e, na sequência, são descartados (LIEDER; RASHID, 2016; PRESTON, 2012). Para diminuirmos os resíduos sólidos⁸, devemos repensar no fluxo linear dos produtos produzidos pelas empresas e na modelagem do Estado⁹. No entanto, com o cresci-

8 “Resíduos Sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível”, conforme art. 3º, da Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.

9 Modulagem do estado constitui numa abordagem que visa criar representações do fundamento do Estado e suas estruturas e processos, a fim de entender e melhorar a eficiência e eficácia das

mento constante da formação de resíduos sólidos, mais de 3.300 cidades brasileiras precisam recorrer a depósitos irregulares, como lixões, para realizar seus descartes (ABRELPE, 2023).

A dimensão da economia linear consiste em 6 (seis) etapas das matérias produzidas: 1) Extração: o recurso natural é retirado na natureza; 2) Fabricação: os recursos passam pelo preparo e são tratados para se tornarem matéria-prima; 3) Distribuição: as matérias-primas vão para as indústrias, a fim de serem transformadas nos bens de consumo; 4) Consumo: uma ou mais pessoas fazem a aquisição do produto e o consomem; 5) Descarte: é quando um bem de consumo é descartado por diversas motivos. Em muitos casos, ainda servindo para alguns indivíduos, o objeto não é adaptado nem reciclado; e 6) Disposição final: etapa final da economia linear, após o descarte, a matéria-prima utilizada perde seu valor, já que não será reaproveitada, e entra no estágio de disposição final.

Figura 4 – Economia Linear



Fonte: <https://carinhoecogreen.com.br/economia-circular-linear-um-jeito-de-produzir-realmente-sustentavel/>

A economia linear continua tendo um peso muito grande na insustentabilidade global. Além disso, o desequilíbrio entre descarte de resíduos sólidos e a produção natural de recursos é um dos principais motivos das alternativas necessárias na forma de consumo. Ora, o foco será a redução de extrações de recursos naturais limitados e a otimização máxima das possibilidades de utilização dos bens de consumo.

A Fundação Ellen MacArthur (2013), organização independente com o objetivo de acelerar a políticas públicas. Da mesma forma, na área de saneamento básico, a modelagem poder ser demanda por diferentes modos de destinação ambiental adequada.

transição para a economia circular, listou os 3 (três) princípios que precisam ser considerados na sustentabilidade formado por: 1) Eliminar desperdícios e poluição; 2) Fazer uso de produtos e materiais em seus maiores valores; e 3) Regenerar a natureza, isto é, produção, consumo, coleta, reciclagem e descarte.

A economia circular traz como princípio a redução, reutilização ou a reciclagem (STAHEL, 2016) para aumentar a fabricação e o consumo responsável, a fim de permitir a diminuição dos resíduos, economizar energia e reduzir os danos ambientais. Apresentaremos um conjunto de tópicos necessários à implementação de paradigmas circulares, com identificação de processos, procedimentos e ações pertinentes à adoção de fluxos circulares (BONCIU, 2014), fazendo uso de energias mais limpas, renováveis. Para utilizar sistemas que gerem eletricidade, adubo orgânico por meio de fontes inesgotáveis – como o sol com o uso oferecidos por fazendas solares, bem como por Usina Sustentável aterra zero com o uso de gerenciamento sustentável de RSU, usando a recuperação energética de resíduos ou Waste-to- Energy (WTE). A conversão de resíduos em energia elétrica é a melhor alternativa ao aterro controlado e sanitário para a gestão de RSU que não é reciclado.

Figura 5 - Economia Circular



Fonte: <https://carinhoecogreen.com.br/economia-circular-linear-um-jeito-de-produzir-realmente-sustentavel/>

Inspirada no modelo perfeito da natureza em que nada é desperdiçado e há uma total harmonia entre os diferentes ciclos ecossistêmicos, a Economia Circular assenta em um paradigma de buscar eliminação dos resíduos sólidos dos processos com a máxima utilização dos recursos, em todas as fases da cadeia de valor (GHISELLINI, CIALANI; ULGIATI, 2016).

As organizações estão operacionalizando as atividades e até novas linhas de negócio, segundo os preceitos da Economia Circular (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017). Os processos e as fases experienciados por outras organizações poderiam conferir um diferencial aos gestores que pretendem, ou mesmo, que já estão em processo de confrontar os atuais modelos com as migrações para as práticas circulares (KORHOKEN et al., 2018; KORHONEN; HONKASALO; SEPPALA, 2018).

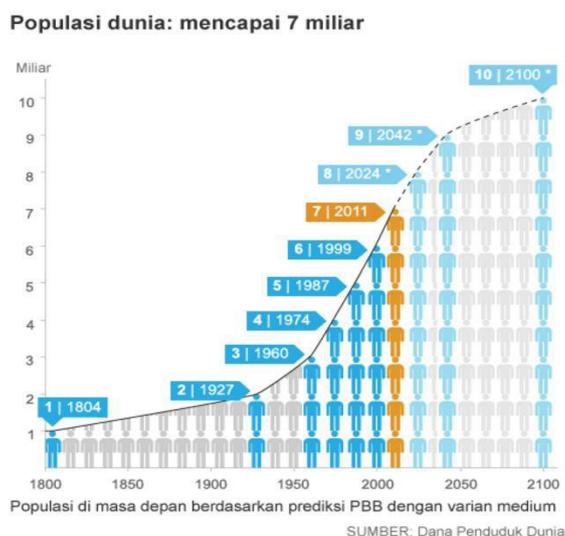
A Revolução Industrial conquistou o progresso e a humanização da sociedade (ABRAMOVAY, 2012). Ela trouxe vários benefícios à sociedade civil, aos empresários e ao cidadão, mas, do século XVII até os dias atuais, a matéria-prima era descarte no planeta. Além de tudo, a humanidade cresceu em progressos geométricas e a matéria-prima para produção de alimentos desenvolveu-se de forma aritmética (COMISSÃO EUROPEIA, 2015). A população do planeta cresceu geometricamente em pouco tempo, mais do que dobrando durante a minha existência, passando de 3,3 bilhões, em 1966, para mais de 8,6 bilhões de habitantes em 2023. No século XX, a população quadruplicou e o Produto Interno Bruto (PIB) per capita decuplicou a renda (ONU, 2023).

Nesse turno, o preço médio dos recursos diminuiu em quase 50% do total produzido para alimentar às pessoas. O comércio global aumentou e as atividades fabris se deslocaram para as economias em desenvolvimento, e as populações migraram do meio rural para as cidades urbanas (KORHONEN et al., 2018), as cidades.

A “classe consumidora” começou a se expandir rapidamente. A OCDE prevê que esse grupo de classe média, com renda disponível, inchará de 1,8 bilhões passando para quase 8 bilhões (7,840,952,880), em 2022, para mais de 8 bilhões (8,614,532,744), em 2031 (ONU, 2023), fora 10 bilhões de pessoas, em 2050 (EMMOTT, 2013). O desafio de expandir a oferta para atender à demanda futura não tem precedentes (WORLD ECONOMIC FORUM, 2014); isso significa 1 bilhão de

habitantes só nos próximos doze anos, assim teremos uma pressão considerável por mais consumo de recursos.

Figura 6 - 10 bilhões de pessoas em 2050



Fonte: https://www.bbc.com/indonesia/majalah/2011/10/111027_tujuhmiliar

Esses consumidores neófitos oferecem oportunidades fantásticas para as empreendedoras e a próxima Revolução Industrial está em percurso, com as big techs em vias de transformação de muitos produtos e setores de atividade (O'NEIL, 2020). Entretanto, as políticas públicas impõem desafios e os tomadores de decisão expressam profunda preocupação com a volatilidade dos despesas de muitos recursos, inclusive recursos básicos, como água, alimentos, metais e energia (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

A demanda está superando a oferta, acarretando muitos problemas de pobreza, fome, acesso à água potável e saneamento: 836 milhões de pessoas ainda vivem em pobreza extrema (ONU, 2016a) e 1 (uma) a cada 9 (nove) pessoas da população mundial está subnutrida (ONU, 2016b).

A escassez de água afeta mais de 40% da população mundial, e a situação tende a piorar (ONU, 2016c) enquanto 1 (uma) em cada 5 (cinco) pessoas ainda vive em áreas não eletrificadas

(ONU, 2016d), portanto, devemos mudar a lógica da economia linear para a economia circular e sustentável (BRAUNGART; BRAUNGAR, 2013), e isto é o futuro.

O fluxo de extração-processamento-uso-descarte foi considerado pressupostos incompatíveis com a realidade, cuja natureza seria uma constante e eterna fonte de recursos. Por conseguinte, poderia absorver a carga de poluição e rejeitos gerados. Somando-se ao aumento da população e ao aumento do consumo, sobretudo um maior poder aquisitivo da classe média, em especial, nos mercados emergentes e cultura do consumo descartável. Além de tudo, o fluxo linear e o consumo inconsciente dos produtos são fatores que elevaram a pressão, promovendo, em proporção geométrica, o esgotamento de diversas fontes de recursos, causando um enorme acúmulo de recursos rejeitados a nível global (ADAMS et al., 2017; LIEDER; RASCHID, 2016; PRESTON, 2012), sendo o vilão do futuro das cidades os aterros, que danificam o lençol freático, e as destinações não credenciada (lixões), que poluem e matam os seres vivos. Além disso, são vertedouros de animais e insetos que produzem doenças e mortes.

Figura 7 - Aterro



Fonte: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2017/04/aterro.jpg>

O relatório The Circularity Gap (COLLORICCHIO et al., 2023) afirmou que a economia

está inserida na natureza, e a natureza tem limites. Devemos, portanto, também priorizar a transformação eficiente de materiais em benefícios sociais e ambientais. Isso significa que, uma economia circular deve empurrar para estilos de vida que se afastam de consumo excessivo, e para aqueles que investem em sistemas que apoiem a prosperar enquanto reduz sistematicamente desperdício e produzem poluição, e usar materiais mais eficiente. Além de tudo, extraímos 26,7 Geração, Transmissão e Distribuição (GTD) do planeta entre 1900 e 1970, mas o resultado antrópico tem transformado o planeta com tanta intensidade que os cientistas discutem que entramos em uma nova era Geológica ou Antropoceno¹⁰.

A academia científica e o grupo de pesquisadores relatam que, a cada ano que passa, “[...] vivemos em uma mundo mais perigoso, com mais gente, mais consumo, mais desperdício e mais pobreza, mas também com menos biodiversidade, menos água potável e menos recursos” (HÉRIZ, 2018, p. 19).

Hugo (1910 apud PALOMO TRIGUERO, 2014) afirmou que é triste pensar que a biodiversidade fala enquanto a humanidade não a ouve, porque primeiro consistia civilizar a pessoa humana em sua relação com o homem. Agora é necessário civilizar o homem em sua relação com a natureza e os animais.

Não podemos manter as premissas do modelo linear de extração-processamento-uso-descarte, porque as necessidades de consumo da população estima de 9,6 bilhões (EMMOTT, 2013), em 2050, e serão desastrosas ao meio ambiente, também a geração de resíduos sólidos. Assim, não só o alto consumo como também os seus padrões fomentam o rápido descarte e a compra de novos

10 Devido às alterações que os humanos estão gerando no clima e na biodiversidade do planeta, alguns especialistas consideram que entramos no antropoceno, uma nova época geológica que se seguiria ao holoceno, o período com temperaturas mais quentes após a última glaciação. O conceito "antropoceno" — do grego *anthropos*, que significa humano, e *kainos*, que significa novo — foi popularizado, em 2000, pelo químico holandês Paul Crutzen, vencedor do Prêmio Nobel de química, em 1995, para designar uma nova época geológica caracterizada pelo impacto do homem na Terra. Paul Crutzen, Prêmio Nobel de química em 1995, afirmou que “estava em uma conferência e alguém mencionou o holoceno. De repente, pensei que esse termo era incorreto. O mundo tinha mudado muito. Eu disse não, estamos no antropoceno”.

produtos a todo instante, mesmo que por questões não funcionais, como estéticas, trazendo problemas sensíveis quanto ao descarte de materiais. Conclui-se que o elevado desperdício de recursos¹¹ representa não só altos custos econômicos como acarreta forte pressão social e altíssimos impactos ambientais. Outrossim, o aterro controlado e sanitário deve ser extinto na gestão pública e privada para a sobrevivência da humanidade e para o futuro das pessoas.

A Economia Circular tem sido apontada como um sistema passível de promover o desenvolvimento dos negócios e de responder às demandas não completas ou suficientemente endereçadas pelas práticas de sustentabilidade, mas em uma dinâmica baseada em restauração e regeneração dos ecossistemas (BONCIU, 2014; GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). Ainda, as medidas de redução, de minimização dos impactos ou mesmo as suas compensações não representaram o ponto de inflexão necessário ao tamanho do ajuste.

Por conseguinte, a economia circular constitui a premissa de economia sustentável, que age sem resíduos sólidos, mitiga os recursos e funciona em energia com a biosfera (STAHEL, 2010). Em vez de encarar as emissões, os subprodutos e os bens danificados ou indesejados como lixo, esses itens, na economia circular, tornam-se matéria-prima e insumos para novo ciclo de produção. Além do que, a destinação ambientalmente adequada deverá ser a oxirredução e a compostagem acelerada.

Princípios da economia circular

Os princípios constituem um conjunto de normas ou paradigmas de conduta a serem seguidos por uma pessoa ou instituição; portanto, a mudança de economia linear para circular deve seguir os princípios que normatizam a economia circular.

Ela consiste em uma estrutura de resoluções de sistemas para o desenvolvimento econômico, que aborda as causas profundas dos desafios globais, como: mudanças climáticas, perda de biodiversidade, resíduos e poluição em consonância com melhores resultados de crescimento, alavancado pelo

¹¹ Os resíduos sólidos, portanto, são tratados como recursos, porque podem ser transformados em adubo orgânico ou em energia elétrica.

design e sustentada por energia renovável e uso de materiais renováveis.

A economia circular traz a forma como projetamos, produzimos e consumimos tudo ao nosso redor. As definições baseiam-se nos princípios de: destinação ambientalmente adequada aos resíduos sólidos e eliminação da poluição, manutenção de produtos e materiais em uso e regeneração de sistemas naturais (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; KIRCHHERR; REIKE; HERKKERT, 2017; KORHONEN et al., 2018; KORHONEN; HONKASALO; SEPPALA, 2018).

Eles se convergem para uma conceituação em que os princípios são norteados por: 1) Conceber produtos, serviços e modelos de negócios que excluam a produção de resíduos e de poluição; 2) Manter produtos e materiais em utilização, preferencialmente no seu valor econômico e utilizá-los mais elevado, pelo máximo tempo possível; 3) Garantir a regeneração dos recursos materiais utilizados e dos sistemas naturais subjacentes (COMISSÃO EUROPEIA, 2015); 4) Preserva e aumenta o capital natural, sendo fundamental controlar os estoques finitos e equilibrar o uso de recursos renováveis; 5) Otimizar a produção com recursos, em que a ênfase se dá em circular produtos e materiais com o máximo de utilização (ciclo técnico e ciclo biológico); 6) Fomentar a eficácia do sistema, pela eliminação de externalidades negativas dos processo (EMF, 2013).

Figura 8 - Representação da Economia Circular



Fonte: CE, 2014a.

A figura 9 ilustra os princípios da Economia Circular, cuja ideia apresentada centra-se no maior uso dos recursos na construção da cidadania social e na modelagem do Estado. Além disso, o desenho de processos e de produtos constitui a fase inicial em que a funcionalidade é a parte-chave do sistema e a sustentabilidade é o objetivo humano.

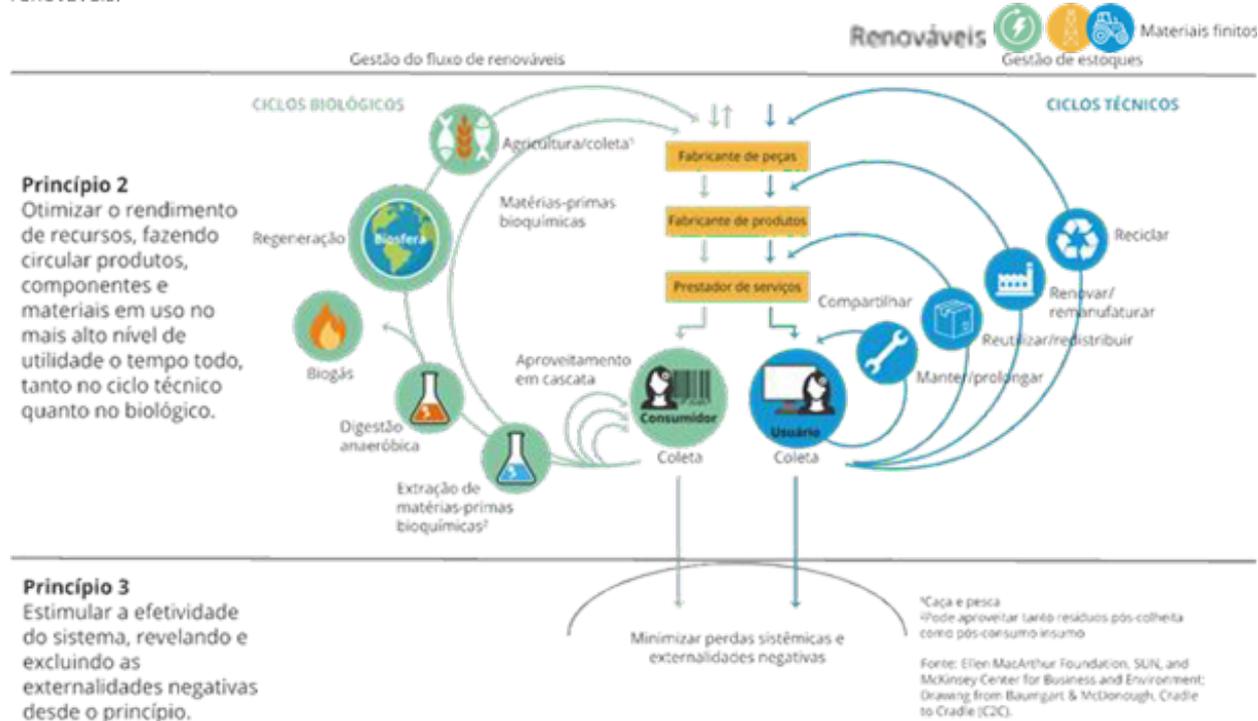
A fase inicial da matéria-prima deve ser escolhida e concebida dentro dos princípios da economia circular, sobretudo na consciência de que os estoques são finitos, a fim de equilibrar o uso de recursos renováveis, aliás, excluir a produção de resíduos e de poluição que causem danos ao meio ambiente. Dessa forma, o gerador terá outro olhar diferente da economia linear, buscando formas de estender o reuso de produtos, diminuir a geração de resíduos e o uso de novas matérias-primas, a fim de dar uma destinação ambientalmente adequada aos rejeito, isto é, oxirredução, compostagem acelerada e biomassa, dentre outras.

Na fase de concepção, a cadeia de design e suprimento é importante para estabelecer a sua durabilidade, sua capacidade de reuso e de reparação e, por fim, a reciclagem. Os 4 (quatro) blocos do fluxo central do framework são: inputs circulares, design do produto, design do processo e fluxos circulares. Focamos primeiro na reconsideração e no aprimoramento dos produtos e processos para adequá-los a um modelo circular (como reciclador ou revendedor).

Figura 9 - Fluxo de materiais na Economia Circular

Princípio 1

Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis.



Princípio 2
Otimizar o rendimento de recursos, fazendo circular produtos, componentes e materiais em uso no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico.

Princípio 3
Estimular a efetividade do sistema, revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio.

Fonte: EMF, 2015.

O conceito Cradle to Cradle, do berço ao berço, constitui um princípio de meios de fechar o ciclo das cadeias produtivas, da mesma forma como se fecham os ciclos da natureza, onde o lixo não existe, tudo é reaproveitado, já que o fim de um ciclo é o início de outro, já que o que seria resíduo serve, na verdade, para ser assimilado pelo meio para realimentar o início de outro ciclo. Além do mais, para criarmos nas cidades sustentáveis as Usinas Sustentáveis a zero, sem o metano que são 20% dos poluentes do que o combustível fóssil.

O ciclo biológico (produtos com origem agrícola e animal com viés mais de consumo) compreende a gestão de fluxo de materiais renováveis, isto é, as atividades relativas ao uso de insumos biológicos, como a biomassa, para a obtenção de bioprodutos, como o biogás, por exemplo, de modo a

regenerar os componentes da biosfera. O ciclo técnico (produtos mais destinados ao uso) compreende a gestão dos estoques de materiais finitos, de modo que os produtos obtidos por via sintética possam ser compartilhados, reutilizados, remanufaturados, ou reciclados, isto é, restaurando os componentes e, assim, fechando o ciclo. Além da circularidade dos produtos, a economia circular também inclui a circularidade dos serviços, quando o produto passa a ser visto como um serviço e o consumidor como um usuário. A Airbnb e a Uber são grandes exemplos desta nova concepção de consumo, caracterizado pela servitização de quartos e de carros, respectivamente. As cooperativas de reciclagem são outro exemplo importante na reutilização nas grandes cidades sustentáveis. A cooperativa “Rainha da Reciclagem” constitui em um grande exemplo de acolhimento e preservação do meio ambiente.

Um estudo realizado pela Ellen MacArthur Foundation, a SUN e a McKinsey verificou que a adoção do modelo circular na Europa pode reduzir pela metade os custos anuais com recursos primários, outros custos financeiros e externalidades negativas até 2030. No Reino Unido, por exemplo, os custos com aterros sanitários podem ser economizados em US\$ 1,1 bilhão por ano. A geração de empregos também é potencializada com o desenvolvimento da logística reversa e uma nova economia baseada em serviços. A modelagem feita no estudo estimou na Dinamarca, por exemplo, a geração de 7.300 – 11.300 vagas de trabalho até 2035 em relação ao cenário atual (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015).

Na figura 9, é possível verificar os 3 (três) princípios apresentados na definição em que o ciclo biológico tem, na sua vertente central, o início do fluxo que deve repensar o tipo de recurso a ser introduzido. Após percorrer os diferentes agentes da cadeia até o pós- consumo, deve ser possível reabsorver os elementos restantes, como previsto no aproveitamento em cascata.

A aplicação da economia circular tem um impacto direto no combate às alterações climáticas e na prevenção do desperdício. Por exemplo, apenas mudar a forma como produzimos e usamos aço, cimento, alumínio e plástico poderia levar a uma redução das emissões de GEE dessas indústrias em até 40% até 2050. Usando aço reciclado ou reutilizado para construção civil, pode gerar até 25% em economia de custo de material por tonelada de aço. Da mesma forma, aplicar princípios de cir-

cularidade à construção pode significar reduções de materiais (e custos) usando produção modular e impressão 3D, otimizando o uso de energia e reutilizando ou reciclando materiais de alto valor na fase de desconstrução. Reduzir a produção e o consumo de plástico podem evitar um terço dos resíduos plásticos globais projetados até 2040. Dado o atual e previsto aumento da geração de resíduos, transição para uma economia circular, tornou-se crucial, em especial, a cadeia de consumo e na destinação dos resíduos sólidos.

O modelo de economia circular da Ellen MacArthur Foundation tem 4 (quatro) loops de nutrientes técnicos, como mostra o diagrama borboleta da figura 9. O loop interno do modelo “manter” envolve atividades que estendem ou prolongam a vida do produto no primeiro ciclo de uso. Este é o loop mais capaz de nos afastar da abordagem “extrair, produzir e descartar”, e depende muito do design do produto, da qualidade dos materiais e dos processos de fabricação.

A cadeia de design e suprimentos é fundamental para a economia circular, com maiores implicações para a estratégia empresarial e para o sucesso futuro. Ela pode reduzir os custos operacionais; atenuar os riscos dos recursos (custos e garantia de fornecimento); oferecer bens e serviços mais seguros e saudáveis; contribuir para a restauração do ecossistema; e fabricar produtos desejáveis, bem desenhados e duráveis para os usuários.

McDonough e Braungart (2002, p. 62) argumentam que o design para ecoeficiência (ou eficiência dos recursos) “só funciona para tornar o velho sistema destrutivo um pouco menos destrutivo”. O design para a ecoeficiência deve visar a: liberar menos resíduos tóxicos no solo, na água, no ar e na atmosfera; produzir menos desses materiais perigosos, a ponto de requerer vigilância constante pelas gerações futuras; atender às especificações legislativas para evitar que as pessoas e os sistemas vivos sejam envenenados com rapidez; produzir quantidades menores de resíduos inúteis; reduzir a quantidade de materiais valiosos depositados em buracos por todo o planeta, misturados com outros materiais, tornando sua recuperação muito difícil ou impossível; almejar a prosperidade com menos atividade.

Figura 10 - 5R



Fonte: <https://blog.sdwforall.com/4-dicas-para-reduzir-impactos-ambientais/>

O sucesso envolve reenquadrar a maneira como vemos o design, adotando o conceito de nutrientes para focar no valor de todos os inputs. Também significa reconsiderar o modelo de negócio. O propósito é gerar novo valor-recuperando o valor perdido ou destruído e descobrindo novas maneiras de agregar valor para os stakeholders¹². Pensamento sistêmico e projetos colaborativos são inerentes à prosperidade no futuro. Dessa forma, devemos não extrair nada, não descartar nada, não prejudicar; e fazer bem não às custas do planeta, mas sim face à falta de atenção dos concorrentes (ANDERSON, 2011). Do mesmo modo, devemos observar os modelos de negócio circulares.

Teorias e modelos de gestão circular

A tendência ascendente e a volatilidade crescente dos preços dos recursos estimulam a adoção de diferentes abordagens pelas empresas. Comunidades e governos buscam maneiras de financiar infraestrutura e serviços, idealmente enquanto melhoram a igualdade social. Daí surgem oportunidades para o desenvolvimento de novas formas de financiamento e de novos modelos comerciais. Os consumidores e as empresas estão valorizando o acesso e o desempenho, em lugar da propriedade.

¹² Stakeholders significa público estratégico e descreve todas as pessoas ou "grupo de interesse" que são impactados pelas ações de um empreendimento, projeto, empresa ou negócio.

Os modelos de propriedade apenas fazem sentido para bens que aumentam de valor, em vez de se depreciarem durante a vida útil. Empreendedores e start-up (com fins lucrativos ou sociais) estão tirando proveito dessas novas abordagens para melhorar o fluxo de caixa, oferecendo maior variedade de serviços ou simplesmente precipitar a disrupção dos modelos existentes, baseados em produtos.

Os modelos de negócios concebidos para promover a economia circular têm muitas implicações para as cadeias de suprimentos, como o aumento dos fluxos de consumíveis de manutenção e dos fluxos reversos dos modelos de aluguel e serviços, além da necessidade de acompanhar os ativos e os produtos dos sistemas de compartilhamento, garantido que estejam acessíveis e prontos para o próximo usuário. Após seguir o processamento na cadeia de produção, tal como no sistema linear (centro da figura), para atender aos princípios da economia circular, o ideal é manter os recursos em uso por máximo de tempo possível. Para tal, o usuário deve promover a manutenção para alongar a vida útil e pode promover o compartilhamento do uso para que o bem seja usado o mais próximo da sua capacidade plena. Se não for possível o próprio usuário fazer a manutenção, deverá recorrer a serviços de assistência técnica junto a um prestador de serviços. Quando o usuário não tem mais interesse no bem, pode destiná-lo para uma recomercialização em um mercado de segunda mão e o produto permanecerá em uso por mais tempo. Depois de esgotada a sua capacidade, deve retornar ao fabricante para sofrer remanufatura e voltar ao mercado para mais um novo ciclo de vida.

Só depois de esgotadas todas as etapas, e quando não houver mais possibilidade de aproveitamento do produto, esse deverá seguir para a reciclagem em que parte dos recursos poderá ser aproveitada na própria cadeia ou alimentar novas cadeias de produção.

Quanto mais longo for o fluxo, mais recursos são necessários (como tempo, energia, mão de obra, transporte, intermediários) para preservar os produtos e recursos em uso. Com essa retroalimentação do fluxo de materiais, não há tanta pressão por extração de novos recursos, não há uma considerável massa de eliminação de recursos valiosos destinada para aterro que destroem a natureza. Há manutenção de valor econômico, menor impacto ambiental e maior benefício social.

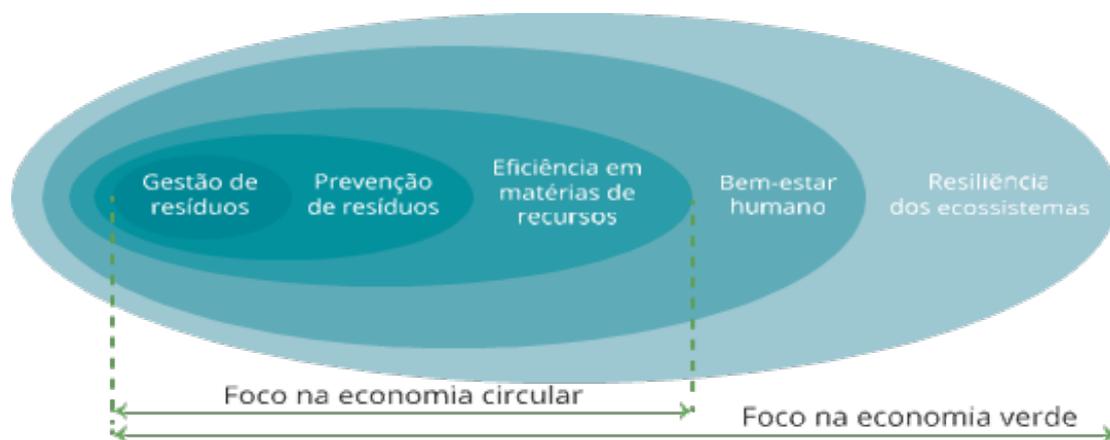
Os princípios da Economia Circular têm como foco o uso ótimo dos recursos, a preservação

e a regeneração dos sistemas naturais, e a não geração de desperdícios e resíduos, a fim de não causar externalidades negativas. É certo que, todas as estratégias e políticas elaboradas e estabelecidas a partir da inclusão dos princípios de circularidade devem contemplar e respeitar as agendas mundiais, isto é, o ODS.

Isso parece simples, entretanto, há diferentes enquadramentos que acabam por resultar em condicionantes distintas. Tem sido comum o posicionamento entre alguns autores e estudiosos, ou mesmo entidades, que a Economia Circular é um nível menor e está contida na Economia Verde. Isso porque, nessa abordagem, a Economia Circular estaria centrada em operacionalizar os fluxos de recursos e materiais, com entendimentos restritos à lógica de impacto ambiental.

A Economia Verde estaria em uma posição de maior abrangência, não só no quesito de recursos e meio ambiente, mas tendo em conta, além dos critérios ambientais, os aspectos de cunho social e econômico. Essa é a leitura expressada pela Agência Europeia do Ambiente (AEA, 2015), que apresenta, nos seus relatórios, a Economia Circular como um subnível da Economia Verde, conforme a figura 11.

Figura 11 - A economia verde como quadro da integração das políticas relativas à utilização de materiais



Fonte: AEA, 2015.

Na lógica ilustrada na figura 11, a gestão de resíduos (ainda mais voltada para a reciclagem), a prevenção e a não geração de resíduos mais trabalhadas pelo design e pela modelagem de processos, que potencializam o uso ótimo dos recursos, dentre os princípios de circularidade, seriam direcionadas para a vertente de redução de impactos ambientais, não contemplando as vertentes sociais, sendo estas últimas pertencentes à esfera da Economia Verde.

Em contrapartida, entende-se que a Economia Circular tanto possui como também reforça as mesmas ambições contidas nos ODS em nível global. Ou seja, entende-se que, além de trabalhar na vertente ambiental com ênfase na redução dos impactos nessa área pelas estratégias voltadas para processos, produtos e serviços, há claramente a redução dos riscos aos seres humanos, com resultados sobre a saúde e o bem-estar, além de incidir diretamente na eficiência do sistema econômico (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017). Assim, a questão ambiental está intrinsecamente relacionada aos impactos e aos benefícios causados nas vertentes socioeconômicas, não havendo dissociação entre elas. Essa compreensão está bastante presente, por exemplo, em relatórios da Organização de Desenvolvimento Industrial das Nações Unidas (United Nations Industrial Development Organizations – UNIDO): Circular Economy, 2017 (UNIDO, 2017a); Driving towards circularity, 2017 (UNIDO, 2017b); Addressing the challenge of Marine Plastic Litter using Circular Economy Methods, 2019 (UNIDO, 2019a); Development of recycling industries within the UNIDO circular economy approach, 2019 (UNIDO, 2019b).

Fica claro o interesse em apoiar a adoção dos princípios da Economia Circular por parte dessa agência da ONU, sendo um caminho possível para que se viabilize o atingimento das metas dos ODS.

Figura 12 - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM)



Fonte: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-09/saiba-quais-sao-os-objetivos-do-desenvolvimento-sustentavel>

Conceito e economia circular nas suas atuações

Uma vez tendo sido trabalhada a parte conceitual com os princípios e as premissas da Economia Circular, e tendo sido apresentado um conjunto de elementos, ferramentas e técnicas de gestão que muito contribuem e até viabilizam a implementação das ações para o sistema circular, é chegada a etapa de verificar como as organizações estão operacionalizando as atividades e até novas linhas de negócio, segundo os preceitos da Economia Circular.

Imputar ao mercado demandas pelos critérios da Economia circular, sobretudo às organizações que não foram inicialmente pensadas e projetadas para tal, e esperar que, a partir de então, todas as estratégias, as estruturas e as rotinas de negócio contemplem e operem em fluxos circulares, tendo em conta a restauração e a regeneração dos ecossistemas, não é uma realidade absolutamente fácil. Até porque, não é possível que apenas um dos elos da cadeia passe a operar de forma circular,

principalmente em uma economia globalizada. Apesar disso, tal medida não deve ser tachada como impossível. Longe disso.

Passa-se a operar, segundo a ótica da otimização, da restauração e da regeneração dos sistemas, implicando a reprogramação de toda a dinâmica dos negócios, não mais pautados pela obsolescência programada, mas pelo alargamento dos ciclos de vida dos produtos, ou mesmo a própria relação de consumo em que o produto deixa de ser propriedade e passa a constituir uma relação de consumidor-usuário dos serviços.

Dessa forma, as ações que auxiliam a implementação do conceito da Economia Circular são descritas 6 (seis) ações: regenerar, compartilhar, otimizar, circular, virtualizar e trocar, tidas como as mais adotadas pelo mercado. Centrado nos processos produtivos, os modelos de negócios estruturados segundo as entradas (inputs) e as saídas (outputs) dos processos mais voltados a uma otimização do uso dos produtos e recursos, por mais tempo possível, por uma nova estratégia.

A construção de uma economia circular demanda uma série de mudanças, muitos esforços em diferentes níveis internos e externos, em todas as esferas (local, regional, nacional e global). Alguns países, por meio das suas políticas públicas, ou por metas de longo prazo – como no caso da União Europeia (UE), conforme apresentado no módulo 1 – tentam incentivar o mercado a operar cada vez mais pela adoção da circularidade.

Em 2016, a Mckinsey divulgou um relatório com uma estrutura suportada em 6 (seis) ações que auxiliam a adoção e a implementação dos critérios para um sistema circular. As palavras (em inglês) determinam as ações que devem ser perseguidas pelas organizações, sendo elas percebidas como aceleradoras da migração dos negócios lineares para os circulares. A estrutura ReSOLVE [Regenerate (Regenerar), Share (Compartilhar), Optimise (Otimizar), Loop (Circular), Virtualise (Virtualizar) e Exchange (Trocar)] traz os princípios fundamentais que devem ser aplicados pelas organizações:

- regenerar – diferente das ações lineares, que apenas extraem e descartam os recursos, as práticas da circularidade devem possibilitar que os recursos sejam trabalhados como

nutrientes, que, em último caso, são reabsorvidos e retroalimentam o ecossistema. Assim, as ações, aqui pretendidas, devem manter a biocapacidade do planeta, sobretudo pela mudança da matriz energética de fóssil (finito e poluente) para renovável, tal como a mudança de uso para materiais renováveis;

- compartilhar – tem na maximização do uso de um bem à ideia central, sendo essa utilização do produto pelo máximo de tempo possível, na sua plena capacidade. Isso quer dizer que, o produto deve ser usado e reutilizado durante toda a vida útil, sendo também necessário prolongá-la por meio de manutenção, reparo e design para maior durabilidade. A questão focada no compartilhamento permite que um bem, que ficaria ocioso, possa ser usado por mais de um usuário, possibilitando, assim, atingir o mais próximo da plena utilização. Exemplos incluem modelos de negócios de compartilhamento como contribuintes ao melhor uso dos bens. Estudos mostraram que na Europa um veículo fica em média 92% da vida útil estacionado (EMF, 2015) e uma furadeira de uso doméstico não chega a duas horas completas de uso em toda a vida de utilização (EMF; MCKINSEY, 2011). Esses exemplos indicam claramente a necessidade de remodelar os tipos de negócio para que os produtos tenham um melhor uso e os recursos sejam mais bem aproveitados;
- otimizar – atuar de forma a melhorar o desempenho dos produtos e desenvolver mecanismos para uso ótimo e efetivo dos recursos, inclusive pela remoção da geração de resíduos nas cadeias de valor, tal como a natureza. São apontadas como ações pertinentes a atualização de versões dos sistemas, a alavancagem de big data, a automação, a sensorização (uso de sensores) e a detecção remota (JABBOUR et al., 2018, 2019);
- circular – manter os materiais e componentes em perpetuidade, pela adoção de processos cíclicos, preferencialmente em ciclos fechados (internos ou pós-consumo como apresentado na unidade 2.5). Recondicionar, remanufaturar são os fluxos mais indicados para produtos finitos. Como último recurso, a reciclagem para os elementos do ciclo técnico e a extração de substâncias bioquímicas para os resíduos orgânicos no ciclo biológico

(KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017). Aqui, a ideia de valorização energética não é incluída, uma vez que não será mais permitido nenhum ciclo, dada a eliminação dos recursos;

- virtualizar – transformar o uso de meios físicos para virtuais, pela via da desmaterialização com recurso digital, pode representar substanciais poupanças de diversos elementos (recursos naturais, energia, estruturas, tempo, espaço, entre outros) (HEYES et al., 2018) e
- trocar – ação que tem um sentido bastante amplo, uma vez que há diversas maneiras de empregar essa troca. Pode representar a substituição de materiais não renováveis ou de base fóssil por outros materiais de fonte renovável; pode passar pela troca de utilização de determinadas tecnologias anteriormente mais impactantes e agora chamadas de tecnologias limpas; ou mesmo pode significar a troca de estratégias em operar com produtos e serviços de cunho em fluxos circulares (JABBOUR et al., 2019).

O quadro 1 descreve, de maneira resumida, essas ações:

Quadro 1 - Estrutura resolve: ações circulares

REGENERATE REGENERAR	Mudar para energia e materiais renováveis Recuperar, reter e restaurar a saúde dos ecossistemas Devolver recursos biológicos recuperados à biosfera
SHARE COMPARTILHAR	Compartilhar ativos (p. ex.: automóveis, salas, eletrodomésticos) Reutilizar/usar produtos de segunda mão Prolongar a vida dos produtos por meio de manutenção, projetar visando à durabilidade, possibilidade de atualização etc.
OPTIMISE OTIMIZAR	Aumentar o desempenho/eficiência do produto Remover resíduos na produção e na cadeia de suprimentos Alavancar big data, automação, sensoriamento e direção remotos
LOOP CICLAR	Remanufaturar produtos ou componentes Reciclar materiais Usar digestão anaeróbica Extrair substâncias bioquímicas dos resíduos orgânicos

VIRTUALISE VIRTUALIZAR	Desmaterializar diretamente (p. ex.: livros, CDs, DVDs, viagens) Desmaterializar indiretamente (p. ex.: compras on-line)
EXCHANGE TROCAR	Substituir materiais não renováveis antigos por outros mais avançados Aplicar novas tecnologias (p. ex.: impressão 3D) Optar por novos produtos/serviços (p. ex.: transporte multimodal)

Fonte: Elaboração própria.

Quando as organizações passam a introduzir mudanças nas suas atividades, contemplando as ações que promovem fluxos circulares com vistas ao atingimento de estratégias de Economia Circular, é esperado que os novos modelos de negócio:

- ofereçam novas oportunidades comerciais;
- contribuam para o crescimento dos negócios e para o desenvolvimento sustentável (a longo prazo);
- tragam novas fontes de receitas;
- transformem o relacionamento de uma organização com os stakeholders; e
- protejam a economia contra a escassez de recursos e o crescente custo dos materiais.

Essa estrutura de ações é bastante aceita pelos gestores e tem sido largamente empregada nas organizações (MENDOZA et al., 2017). Levando isso em conta, passa-se a descrever os tipos de modelos de negócios que as organizações podem desenvolver segundo as suas abordagens e as estratégias de Economia Circular aplicando tais ações.

Foi aqui apresentado o termo originalmente instituído no inglês e feita a tradução livre para o português, sendo, então, essa a terminologia a ser descrita. Tal razão deriva da possibilidade de cada gestor vir a aprofundar-se (caso haja maior interesse) nos respectivos termos de cada modelo. Em materiais de teor público, que foram traduzidos e estão disponíveis para consulta em português,

nem sempre as terminologias são as mesmas. A figura 13 ilustra os 5 (cinco) modelos que podem estar inter-relacionados, a depender das ações circulares adotadas, além de indicar a necessidade de ter em conta o auxílio das tecnologias disruptivas: digital, física ou biológica.

Figura 13 - Cinco modelos de negócios e três tecnologias disruptivas



Fonte: WBCSD, 2017.

Modelos:

1. Insumos Circulares – tem como função fornecer material de entrada (inputs) renovável, com base biológica ou totalmente reciclável para substituir entradas de ciclo único;
2. Valorização de Recursos – a principal atividade é a valorização de recursos úteis (em último caso pela transformação em energia) de produtos descartados ou subprodutos;
3. Extensão da Vida Útil do Produto – nesse modelo, o interesse está em aumentar o ciclo

- de vida útil de produtos e componentes por meio de ações de reparação, atualização, remanufatura e revenda para novas utilizações em mais de um ciclo;
4. Plataformas de Compartilhamento – essencialmente busca reduzir a ociosidade dos produtos pelo aumento da sua taxa de utilização, possibilitando o uso/acesso/propriedade compartilhada; e
 5. Produto como Serviço – esse modelo trabalha com a servitização pela oferta de acesso à função do produto, sendo mantida a propriedade do bem para internalizar os benefícios da produtividade circular de recursos, como atualizações, reparações etc.

Tecnologias:

1. Tecnologias digitais – Internet das Coisas (IoT), big data e blockchain ajudam as organizações a rastrear recursos e monitorar a utilização e a capacidade de resíduos;
2. Tecnologias físicas – impressão 3D, robótica, armazenamento e coleta de energia, tecnologia de projeto modular e nanotecnologia ajudam as organizações a reduzir custos de produção e materiais, além de reduzir o impacto ambiental; e
3. Tecnologias biológicas – bioenergia, materiais orgânicos, hidroponia e aeroponia, por exemplo, ajudam organizações a reduzir fontes de energia baseadas em combustíveis fósseis.

A Economia Circular tem sido apontada como a maior revolução dos últimos 250 anos, conferindo oportunidades únicas na reorganização entre produção e consumo na economia global (LACY; RUTQVIST, 2015). Por meio de processos disruptivos e de inovação nos modelos de negócio, com a agregação de tecnologias digitais, a formação de novas cadeias diretas e reversas, muito pautados em otimização de recursos, novas capacidades estão sendo abordadas e desenvolvidas, a fim de contribuir com o sistema circular.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto no decorrer do presente artigo, o formato assumido na economia linear para gerar riqueza trouxe muitos avanços e benefícios, mas também causou muitos impactos negativos. À medida que a pressão por mais recursos naturais para fazer frente à demanda do consumo aumenta, há uma relação direta dos esforços necessários para que o planeta e a sociedade suportem os seus efeitos. Pensar em evoluir e em continuar a permitir o crescimento econômico sem causar impactos socioambientais foi a busca realizada pelo mercado nas últimas cinco décadas com a associação da temática da sustentabilidade. Entretanto, os resultados não se mostraram suficientes. Mudar a lógica de linear para circular parece ser um caminho mais assertivo em proporcionar o desenvolvimento sustentável a longo prazo. Como alguns teóricos apontam, é preciso que haja uma mudança considerável: passar da era do crescimento baseado na exploração de recursos para a era do crescimento baseado em performance (LACY; RUTQVIST, 2015; STAHEL, 2010). Isso quer dizer que, cada recurso tem um potencial valor além daquele do estado corrente de uso, sendo enquadrado para além da vertente econômica, permitindo que os negócios e a economia evoluam sem causar constrangimentos ou impactos negativos aos sistemas social e natural.

Todos são agentes responsáveis pelo atual e pelo que pode vir a ser uma alternativa viável de sistema de produção e consumo. Isso significa dizer que, o peso maior não deve ser atribuído às empresas. Todos os gestores e líderes são igualmente responsáveis. Os governantes, nas suas várias instâncias, diferentes níveis, tanto legislativo, executivo, autarquias, departamentos, ministérios, repartições de toda ordem, não só nas questões de regramentos e normas, mas também como compradores e utilizadores diretos de produtos e serviços do mercado, têm o dever de primar pela restauração e regeneração dos ecossistemas, e impedir o avanço das externalidades negativas. As compras públicas sustentáveis devem ser estressadas ao limite e alinhadas à Economia Circular.

O conjunto de informações apresentado teve como principal interesse despertar a curio-

sidade, trazer a correta abordagem conceitual e mostrar os diferentes caminhos que o mercado e a sociedade têm percorrido, por meio de modelos de negócios e práticas de circularidade, sem esgotar as muitas formas de operar segundo a lógica que parece estar mais alinhada com as demandas e com os desafios do presente e do futuro próximo.

Aliás, as próximas gerações devem cumprir com os conceitos, princípios e modelos apresentados, mas para a mudança de paradigma devemos ter políticas públicas para o meio ambiente, sem o interesse partidário, e a sustentabilidade na construção da cidadania e na modelagem do Estado, a fim de construir a base da sociedade brasileira com valores humanos, sociais e ambientais, porque o Brasil é uma nação rica na biodiversidade e terá papel importante da condução do planeta.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. Muito além da economia verde. São Paulo: Abril, 2012.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2020. São Paulo: Abrelpe, 2021.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2022. São Paulo: Abrelpe, 2023.

ADAMS, Katherine Tebbatt et al. Circular economy in construction: current awareness, challenges and enablers. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Waste and Resource Management. Thomas Telford Ltd, 2017.

AEA. Agência Europeia do Ambiente. O ambiente na Europa: estado e perspectivas 2015: Relatório síntese. Copenhague: AEA, 2015.

AEA. Agência Europeia do Ambiente. Circular economy in Europe: developing the knowledge base. Luxembourg: AEA, 2016.

AGÊNCIA BRASIL. Relatório da ONU aponta ameaças ao meio ambiente. 2022. Disponível em: ht-

[tps://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-02/relatorio-da-onu-aponta-ameacas-ao-meio-ambiente](https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-02/relatorio-da-onu-aponta-ameacas-ao-meio-ambiente) Acesso em: 30 ago. 2023.

ANDERSON, J. Architectural Design: Basics architecture. Lausanne: AVA Publishing, 2011.

BECK, Ulrich. Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade. São Paulo: editora 34, 2011.

BONCIU, Florin I. The European Economy: From a Linear to a Circular Economy (5 de dezembro de 2014). Revista Romena de Assuntos Europeus, v. 14, n. 4, dez. 2014. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2534405>. Acesso em: 20 mar. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm Acesso em: 12 set. 2023.

BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20192022/2020/lei/114066.htm#:~:text=Fica%20proibida%20a%20constru%C3%A7%C3%A3o%20ou,minera%C3%A7%C3%A3o%20pelo%20m%C3%A9todo%20a%20montante Acesso em: 12 set. 2023.

BRAUNGART, Michael; BRAUNGAR, Michael. Cradle to cradle: criar e reciclar ilimitadamente. São Paulo: Editorial Gustavo Gili, 2013.

COMISSÃO EUROPEIA. Fechar o ciclo: plano de ação da UE para a economia circular. Bruxelas: Comissão Europeia, 2015.

EMF. Ellen Macarthur Foundation. Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe. Mann, 2013.

EMF. Ellen Macarthur Foundation. Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe. Mann, 2015.

EMMOTT, Stephen. Dez Bilhões. Rio de Janeiro: Editora Intrínseca, 2013.

GHISELLINI, Patrizia; CIALANI, Catia; ULGIATI, Sergio. 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.

GIDDENS, Anthony. *As conseqüências da modernidade*. São Paulo: Editora UNESP, 1991.

HEYES, Graeme et al. Developing and implementing circular economy business models in service-oriented technology companies. *Journal of Cleaner Production*, v. 177, p. 621-632, 2018.

ISWA. International Solid Waste Association. Task Force 2022: Circular Economy: Energy and Fuels. Disponível em: <https://www.iswa.org/wp-content/uploads/2022/09/ISWA-Future-of-the-Waste-Management-Sector-Portuguese.pdf?&v=19d3326f3137>. Acesso em: 24 abr. 2023.

JABBOUR, Ana Beatriz Lopes de Sousa et al. When titans meet—Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 132, p. 18-25, 2018.

JABBOUR, Ana Beatriz Lopes de Sousa. Circular economy business models and operations management. *Journal of cleaner production*, v. 235, p. 1525-1539, 2019.

JABBOUR, Charbel Jose Chiappetta et al. Unlocking the circular economy through new business models based on large-scale data: an integrative framework and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 144, p. 546-552, 2019.

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

KORHONEN, Jouni et al. Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of cleaner production*, v. 175, p. 544-552, 2018.

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

KUHN, Thomas. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo: Perspectiva, 1962.

LACY, Peter; RUTQVIST, Jakob. Waste to wealth: The circular economy advantage. London: Palgrave Macmillan, 2015.

LEFF, Enrique. Racionalidade Ambiental: a reapropriação social da natureza. Rio de Janeiro: Ciliação Brasileira, 2021. Disponível em: https://www.academia.edu/37170084/Racionalidade_ambiental_a_reapropria%C3%A7ao_soc_ial_da_natureza. Acesso em: 07 out. 2023.

LIEDER, Michael; RASHID, Amir. Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. Journal of cleaner production, v. 115, p. 36-51, 2016.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. Resource Revolution: Meeting the World's Energy, Materials, Food, and Water Needs. 2011. Disponível em: <http://www.mckingy.com/business-functions/sustainabilityand-resource-productivity/ourinsgths/resource-revolution> Acesso em: 16 abr. 2023.

MENDOZA, Joan Manuel F. et al. Integrating backcasting and eco-design for the circular economy: The BECE framework. Journal of Industrial Ecology, v. 21, n. 3, p. 526-544, 2017.

O'NEIL, Cathy. Algoritmos de destruição em massa: como o big data aumenta a desigualdade e ameaça à democracia. Trad. Rafael Abraham. Santo André, SP: Editora Rua do Sabão, 2020.

ONU. Organização das Nações Unidas. Relatório mostra como crises ambientais colocam gerações futuras. 2021. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2021/04/1748862> Acesso em: 30 ago. 2023.

PRESTON, F. A global redesign? Shaping the circular economy. London: Chatham House, 2012.

STAHEL, W. The performance economy. New York: Palgrave Macmillan, 2010.

STAHEL, W. The circular economy. Nature, v. 531, n. 7595, p. 435-438, 2016.

UNIDO. Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial. Circular economy. Vienna, 2017a. Disponível em: https://www.unido.org/sites/default/files/201707/Circular_Economy_UNIDO_0.pdf Acesso em: 18 set. 2019.

UNIDO. Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial. Driving towards circularity. Bratislava, 2017b. Disponível em: http://www.t2ge.eu/sites/www.t2ge.eu/files/attachments/final_report_driving_towards_circularity.pdf Acesso em: 18 set. 2019.

UNIDO. Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial. Development of recycling industries within the UNIDO circular economy approach. Viena, 2019b. Disponível em: <https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-07/DevelopmentofrecyclingindustriesthroughtheUNIDOCircularEconomyApproach.pdf> Acesso em: 18 set. 2019.

VEIGA, José Eli da. O Antropoceno e as Humanidade. São Paulo: Editora 34, 2023.

VILLALBA, Bruno. L'Écologie politique em France. Paris: La Découverte, 2022.

WEETMAN, Catherine. Economia Circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa. Autêntica Business, 2019.

WORLD ECONOMIC FORUM. The Global Competitiveness Report 2014–2015. [S. l.]: World Economic Forum, 2014. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.pdf. Acesso em: 1º jun. 2023.

WORLD ECONOMIC FORUM. The Global Risks Report 2023. 18. ed. [S. l.]: World Economic Forum, 2023. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2023.pdf. Acesso em: 1º jun. 2023.