

Isabel Lausanne Fontgalland

ECONOMIA CIRCULAR E CONSUMO SUSTENTÁVEL



Isabel Lausanne Fontgalland

ECONOMIA CIRCULAR E CONSUMO SUSTENTÁVEL



AMPLLA
EDITORA



2022 - Editora Ampla

Copyright da Edição © Editora Ampla

Copyright do Texto © Isabel Lausanne Fontgalland

Editor Chefe: Leonardo Pereira Tavares

Design da Capa: Editora Ampla

Diagramação: Higor Costa de Brito

Revisão: Isabel Lausanne Fontgalland

Economia Circular e Consumo Sustentável está licenciado sob CC BY 4.0.



Esta licença exige que as reutilizações deem crédito aos criadores. Ele permite que os reutilizadores distribuam, remixem, adaptem e construam o material em qualquer meio ou formato, mesmo para fins comerciais.

O conteúdo da obra e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, não representando a posição oficial da Editora Ampla. É permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores. Todos os direitos para esta edição foram cedidos à Editora Ampla.

ISBN: 978-65-5381-017-4

DOI: 10.51859/ampla.ecc174.1122-0

Editora Ampla

Campina Grande – PB – Brasil

contato@amplaeditora.com.br

www.amplaeditora.com.br



2022

CONSELHO EDITORIAL

Andréa Cátia Leal Badaró – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Andréia Monique Lermen – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Antoniele Silvana de Melo Souza – Universidade Estadual do Ceará

Aryane de Azevedo Pinheiro – Universidade Federal do Ceará

Bergson Rodrigo Siqueira de Melo – Universidade Estadual do Ceará

Bruna Beatriz da Rocha – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Bruno Ferreira – Universidade Federal da Bahia

Caio César Costa Santos – Universidade Federal de Sergipe

Carina Alexandra Rondini – Universidade Estadual Paulista

Carla Caroline Alves Carvalho – Universidade Federal de Campina Grande

Carlos Augusto Trojaner – Prefeitura de Venâncio Aires

Carolina Carbonell Demori – Universidade Federal de Pelotas

Cícero Batista do Nascimento Filho – Universidade Federal do Ceará

Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Dandara Scarlet Sousa Gomes Bacelar – Universidade Federal do Piauí

Daniela de Freitas Lima – Universidade Federal de Campina Grande

Darlei Gutierrez Dantas Bernardo Oliveira – Universidade Estadual da Paraíba

Denise Barguil Nepomuceno – Universidade Federal de Minas Gerais

Dylan Ávila Alves – Instituto Federal Goiano

Edson Lourenço da Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

Elane da Silva Barbosa – Universidade Estadual do Ceará

Érica Rios de Carvalho – Universidade Católica do Salvador

Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Gabriel Gomes de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas

Gilberto de Melo Junior – Instituto Federal do Pará

Givanildo de Oliveira Santos – Instituto Brasileiro de Educação e Cultura

Higor Costa de Brito – Universidade Federal de Campina Grande

Isabel Fontgalland – Universidade Federal de Campina Grande

Isane Vera Karsburg – Universidade do Estado de Mato Grosso

Israel Gondres Torné – Universidade do Estado do Amazonas

Italan Carneiro Bezerra – Instituto Federal da Paraíba

Ivo Batista Conde – Universidade Estadual do Ceará

Jaqueline Rocha Borges dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Jessica Wanderley Souza do Nascimento – Instituto de Especialização do Amazonas

João Henriques de Sousa Júnior – Universidade Federal de Santa Catarina

João Manoel Da Silva – Universidade Federal de Alagoas

João Vitor Andrade – Universidade de São Paulo

Joilson Silva de Sousa – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

José Cândido Rodrigues Neto – Universidade Estadual da Paraíba

Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Josenita Luiz da Silva – Faculdade Frassinetti do Recife

Josiney Farias de Araújo – Universidade Federal do Pará

Karina de Araújo Dias – SME/Prefeitura Municipal de Florianópolis

Katia Fernanda Alves Moreira – Universidade Federal de Rondônia

Lais Portugal Rios da Costa Pereira – Universidade Federal de São Carlos

Láize Lantyer Luz – Universidade Católica do Salvador

Lindon Johnson Pontes Portela -
Universidade Federal do Oeste do Pará

Lucas Araújo Ferreira - Universidade Federal
do Pará

Lucas Capita Quarto - Universidade Federal
do Oeste do Pará

Lúcia Magnólia Albuquerque Soares de
Camargo - Unifacisa Centro Universitário

Luciana de Jesus Botelho Sodré dos Santos -
Universidade Estadual do Maranhão

Luís Paulo Souza e Souza - Universidade
Federal do Amazonas

Luiza Catarina Sobreira de Souza - Faculdade
de Ciências Humanas do Sertão Central

Manoel Mariano Neto da Silva - Universidade
Federal de Campina Grande

Marcelo Alves Pereira Eufrasio - Centro
Universitário Unifacisa

Marcelo Williams Oliveira de Souza -
Universidade Federal do Pará

Marcos Pereira dos Santos - Faculdade Rachel
de Queiroz

Marcus Vinicius Peralva Santos -
Universidade Federal da Bahia

Marina Magalhães de Moraes - Universidade
Federal do Amazonas

Mário C zar de Oliveira - Universidade
Federal de Uberlândia

Michele Antunes - Universidade Feevale

Milena Roberta Freire da Silva - Universidade
Federal de Pernambuco

Nadja Maria Mourão - Universidade do Estado
de Minas Gerais

Natan Galves Santana - Universidade
Paranaense

Nathalia Bezerra da Silva Ferreira -
Universidade do Estado do Rio Grande do
Norte

Neide Kazue Sakugawa Shinohara -
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Neudson Johnson Martinho - Faculdade de
Medicina da Universidade Federal de Mato
Grosso

Patrícia Appelt - Universidade Tecnológica
Federal do Paraná

Paula Milena Melo Casais - Universidade
Federal da Bahia

Paulo Henrique Matos de Jesus - Universidade
Federal do Maranhão

Rafael Rodrigues Gomides - Faculdade de
Quatro Marcos

Re ngela Cíntia Rodrigues de Oliveira Lima -
Universidade Federal do Ceará

Rebeca Freitas Ivanicska - Universidade
Federal de Lavras

Renan Gustavo Pacheco Soares - Autarquia do
Ensino Superior de Garanhuns

Renan Monteiro do Nascimento -
Universidade de Brasília

Ricardo Leoni Gonçalves Bastos -
Universidade Federal do Ceará

Rodrigo da Rosa Pereira - Universidade
Federal do Rio Grande

Sabrynna Brito Oliveira - Universidade
Federal de Minas Gerais

Samuel Miranda Mattos - Universidade
Estadual do Ceará

Shirley Santos Nascimento - Universidade
Estadual Do Sudoeste Da Bahia

Silvana Carloto Andres - Universidade
Federal de Santa Maria

Silvio de Almeida Junior - Universidade de
Franca

Tatiana Paschoalette R. Bachur -
Universidade Estadual do Ceará | Centro
Universitário Christus

Telma Regina Stroparo - Universidade
Estadual do Centro-Oeste

Thayla Amorim Santino - Universidade
Federal do Rio Grande do Norte

Virgínia Maia de Araújo Oliveira - Instituto
Federal da Paraíba

Virginia Tomaz Machado - Faculdade Santa
Maria de Cajazeiras

Walmir Fernandes Pereira - Miami University
of Science and Technology

Wanessa Dunga de Assis - Universidade
Federal de Campina Grande

Wellington Alves Silva - Universidade
Estadual de Roraima

Y scara Maia Araújo de Brito - Universidade
Federal de Campina Grande

Yasmin da Silva Santos - Fundação Oswaldo
Cruz

Yuciara Barbosa Costa Ferreira -
Universidade Federal de Campina Grande



2022 - Editora Ampla

Copyright da Edição © Editora Ampla

Copyright do Texto © Raquel da Silva Guedes

Editor Chefe: Leonardo Pereira Tavares

Design da Capa: Editora Ampla

Diagramação: Higor Costa de Brito

Revisão: Raquel da Silva Guedes

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Fontgalland, Isabel Lausanne

Economia circular e consumo sustentável [livro eletrônico] /
Isabel Lausanne Fontgalland. -- Campina Grande : Editora Ampla,
2022.

86 p.

Formato: PDF

ISBN: 978-65-5381-017-4

1. Economia. 2. Sustentabilidade. 3. Sociedade. 4. Ciclo de
vida. 5. Consumo. I. Título.

CDD-628.445

Sueli Costa - Bibliotecária - CRB-8/5213

(SC Assessoria Editorial, SP, Brasil)

Índices para catálogo sistemático:

1. Economia circular : Sustentabilidade 628.445

Editora Ampla

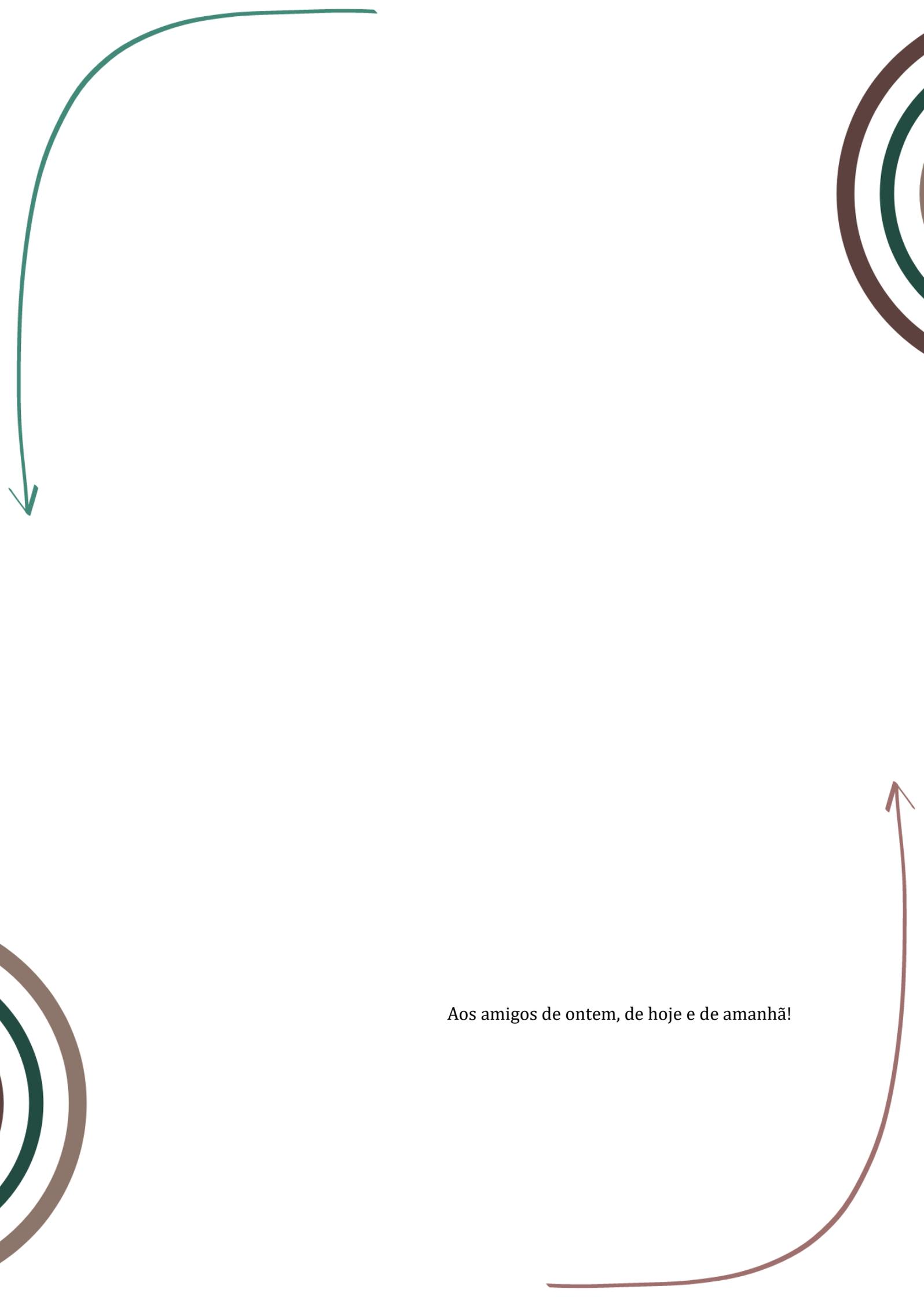
Campina Grande - PB - Brasil

contato@ampllaeditora.com.br

www.ampllaeditora.com.br



2022



Aos amigos de ontem, de hoje e de amanhã!

EM LUGAR DOS AGRADECIMENTOS

Venho dizendo esta frase há anos e parece que foi ontem quando da conclusão de meu doutorado, meu orientador, Professor Emérito, Dr. Allan Alcouffe, me fez uma deferência ao que eu havia acabado de dizer: “Escrever é sempre um ato solitário e inquietante, portanto, não se pode esperar aplausos do silêncio.”

De fato, escrever é solitário e inquietante, pois parece que a solvência dos pleitos iniciais fica sempre à desejar. Mas no momento, em que nos tornamos autores, a cumplicidade dos leitores, e hoje, dos seguidores que esperam deglutir nossas palavras, são a recompensa dessa solidão.

Esse livro, me consumiu muito! Pois foi uma viagem no tempo à França de 1999. Foi uma viagem ao GERPISA – Grupo de Estudos do Automóvel, o qual fiz parte através de Patrick Friendenson e tantos outros. Consumiu-me, no sentido, em que descobri, a minha própria importância no *Reseau* e como eu tinha ido longe demais sem mesmo me dar conta.

Quero por isso agradecer as imensas oportunidades que tive, enquanto, aluna do LIRHE- Laboratoire Interdisciplinaire de Ressource Industrielle and Humaine de l’Université de Toulouse 1.

Quero agradecer a tantos contatos feitos e tantas visitas técnicas à Renault.

Quero agradecer as oportunidades, por exemplo de ter conhecido M. Aoki, de ter sentado à mesa com o gigante Michel Freyssenet e ter tido a honra de ter no meu *jury de Thèse* Sir Christophe Midler.

De fato, muito para a brasileira do Nordeste do Brasil...

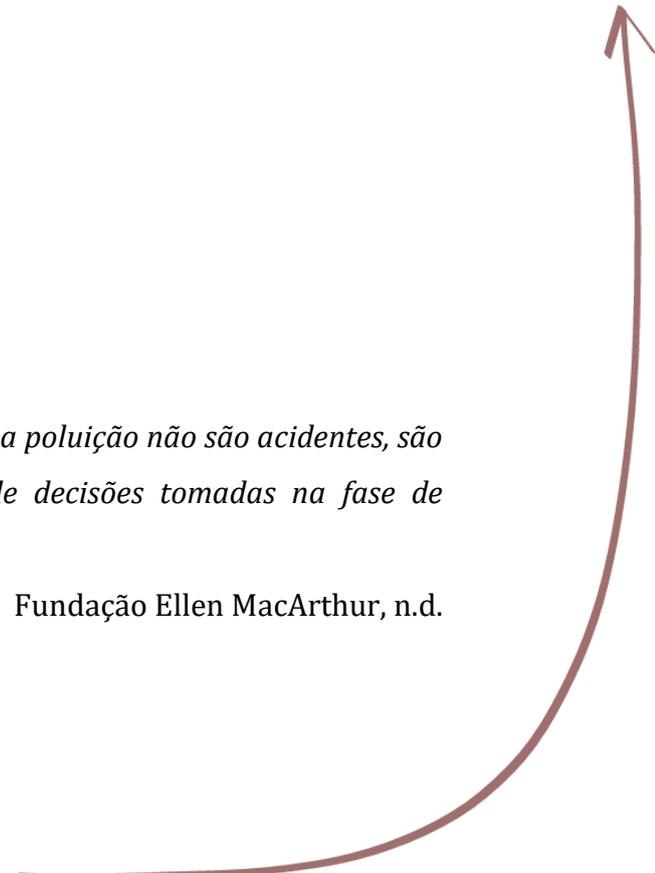
Mas não tenho mais 29 anos e isso eu senti hoje, escrevendo esse texto....

Sou grata a tudo e inclusive aos 51 de hoje...

Obrigada a todos os gigantes e as mais maravilhosas organizações com quem trabalhei, visitei e trabalho.

E por fim, obrigada à cumplicidade de minha família, amo todos vocês.

Isabel Fontgalland



"O desperdício e a poluição não são acidentes, são consequências de decisões tomadas na fase de projeto".

Fundação Ellen MacArthur, n.d.

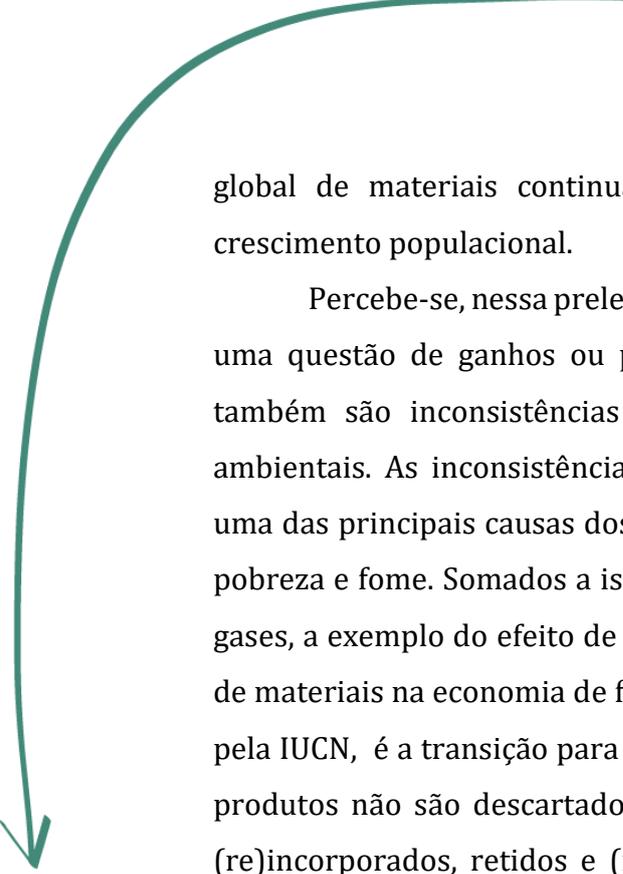
APRESENTAÇÃO

Diante dos crescentes desafios ambientais e sociais, os projetos sustentáveis avançaram substancialmente nos últimos anos, ao ponto das preocupações com a sustentabilidade não serem mais consideradas como uma questão de uma área de conhecimento específica, mas multidisciplinar, multidivisional e multifacetada.

Os Estados Unidos, com a herança de Carson e Hardin, saem na frente criando um dualismo de ideias, no momento em que a circularidade é abraçada, no âmbito da abordagem da gestão sustentável de materiais (GSM), pela maior agência de meio ambiente do mundo a EPA – (Escritório para Assuntos Ambientais) e, integrando desse modo as demais agências americanas que começam em 2009, à perseguir o modelo circular sustentável. No Brasil, a economia circular começou recentemente, já na era *millennial*, através da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305/2010, e como atores intervenientes tem-se os governos federal (os ministérios), estaduais e municipais, o setor privado e a sociedade civil (ONG e civis). No entanto, esse efeito só é sentido em 2018.

A "Economia Circular", alcinhou-se em diferentes formas e formatos e, à primeira vista, aparece como uma abordagem inovadora. A discussão sobre a circularidade dos recursos *de per se* faz refletir, *lato sensu*, sobre questões como: **Onde estamos na prática? No discurso cotidiano se fala sobre a sustentabilidade? Quais os modais de uso sustentável?** e o mais importante **O que é necessário, em termos de conhecimento e ferramentas, para enfrentar os complexos desafios interdisciplinares que este discurso impõe?**

É do senso comum que em várias potências mundiais tenham, nas bases de suas economias, fluxos lineares de materiais, principalmente nos setores de transformação mais ligados as inovações tecnológicas como: eletro-eletrônicos, comunicação, transportes, materiais de construção e têxteis. Isso posto, sem uma ação imperativa, espera-se que os resíduos globais apenas aumentem e se aglomerem, à guisa disso a IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) disse que até 2060, 70% das áreas habitáveis seriam cobertas de lixo descartável, e o mais dramático é que se espera ainda muito mais do que isso, pois a utilização



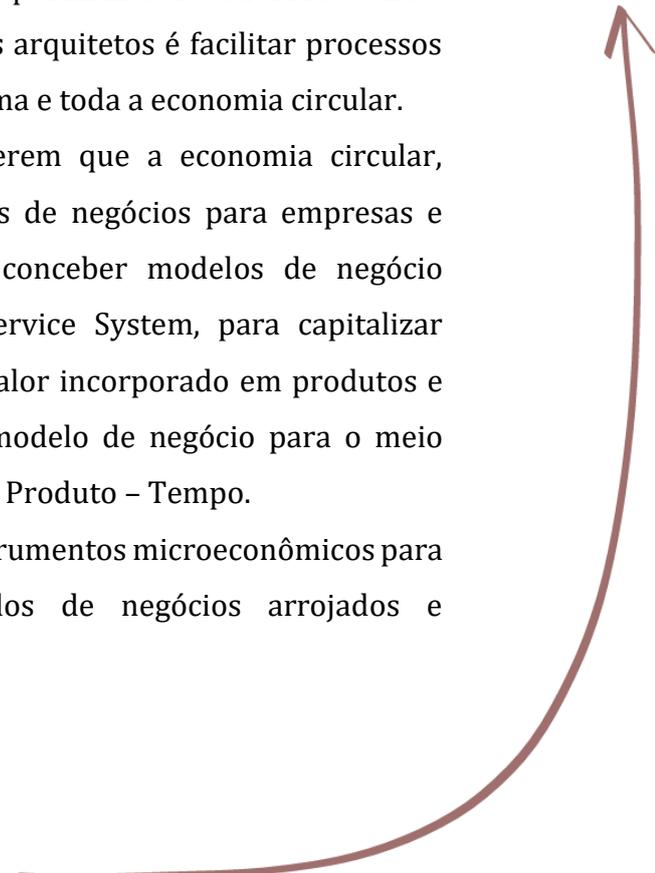
global de materiais continua crescente a uma taxa para mais do dobro do crescimento populacional.

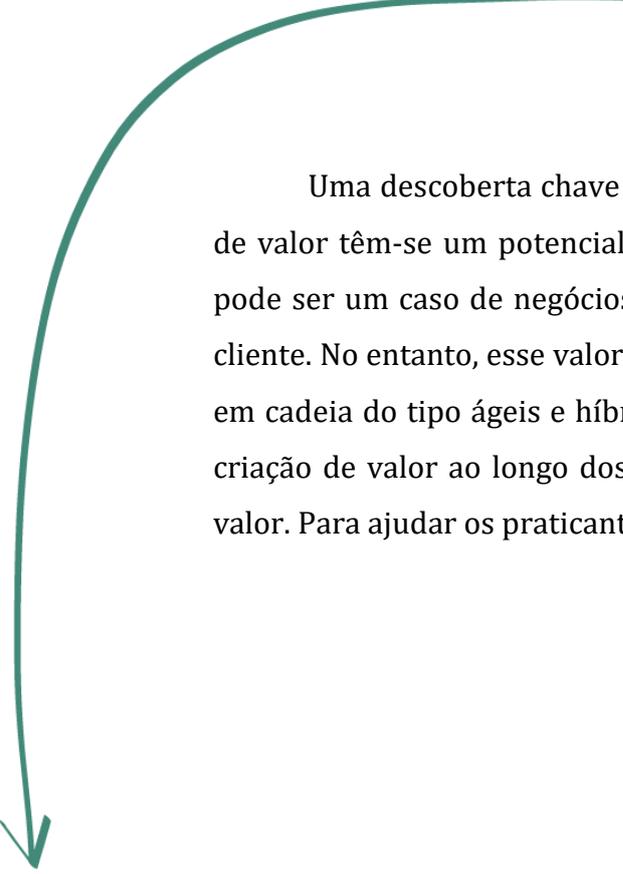
Percebe-se, nessa preleção que os fluxos lineares de materiais não são apenas uma questão de ganhos ou perdas (econômicos) de produtos e materiais, mas também são inconsistências informacionais que afetam as políticas sociais e ambientais. As inconsistências econômicas dadas as "fronteiras planetárias" são uma das principais causas dos desafios do não sustentáculo humanos, e provocam pobreza e fome. Somados a isso, os fatores climáticos de mais de 50% de todos os gases, a exemplo do efeito de estufa, são estimados como derivações da má-gestão de materiais na economia de forma genérica. Uma solução proposta, pelo PNUMA e pela IUCN, é a transição para uma nova economia, chamada de circular, na qual os produtos não são descartados, ao invés, o seu valor econômico e ambiental são (re)incorporados, retidos e (re)valorados, durante o maior tempo possível num sistema de ciclo fechado. Isto é conseguido através, por exemplo, da re-utilização, da re-paração e da re-fabricação de produtos, ou re-ciclagem.

Nas últimas décadas, os projetistas, cada vez mais, realizam atividades estratégicas, tais como desenvolver visões estratégicas, facilitar diálogos entre os atores econômicos, oportunizar o debate de novos negócios (empreendedorismo), utilizando abordagens do chamado design participativo (por exemplo, codesign). Logo, o sucesso desses esforços de design, enquanto circularidade econômica, prevê a relação de objetos físicos, em rede de empresas, permitindo rotatividade e não-perecibilidade de insumos. O papel destes novos arquitetos é facilitar processos de design colaborativo no contexto de todo o sistema e toda a economia circular.

Muitos dos autores aqui abordados, sugerem que a economia circular, contribui radicalmente para novas oportunidades de negócios para empresas e países. As novas formas de empresas podem conceber modelos de negócio 'circulares', chamados de Lean PSS- Product Service System, para capitalizar oportunidades, concentrando-se na retenção de valor incorporado em produtos e materiais. Levantou-se aqui a tese do valor do modelo de negócio para o meio ambiente, é criado pela relação inovativa: Cliente – Produto – Tempo.

O nosso texto, também explora diversos instrumentos microeconômicos para ajudar a integrar à circularidade em modelos de negócios arrojados e multidivisionais.





Uma descoberta chave são as metas-foco no cliente (MFC). Para a retenção de valor têm-se um potencial de redução significativo de impacto ambiental, que pode ser um caso de negócios que pode gerar emprego, e valor adicional para o cliente. No entanto, esse valor não é criado por defeito, mas por ações de valoração em cadeia do tipo ágeis e híbridas. Várias são as recomendações para assegurar a criação de valor ao longo dos vários processos e são fornecidas as dimensões de valor. Para ajudar os praticantes a integrar a circularidade no contexto atual.



SUMÁRIO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO II - O CONCEITO DE ECONOMIA CIRCULAR: ORIGEM E PRÉAMBULOS	18
2.1. O QUE É O DESIGN?	27
2.2. DO CONCEITO ECONÔMICO TRADICIONAL AO CONCEITO DE ECONOMIA CIRCULAR	33
CAPÍTULO III - O PROJETO DA ECONOMIA CIRCULAR: O CICLO DE VIDA DO PRODUTO	37
3.1. ETAPAS DO NOVO DESIGN CIRCULAR	39
3.1.1. CONCEPÇÃO E ENGENHARIA CIRCULAR LEAN PSS	42
3.1.2. GESTÃO DE OPERAÇÕES CIRCULAR LEAN PSS	45
3.2. DIFERENTES ESCALAS DE IMPLEMENTAÇÃO	46
3.3. CARACTERIZAÇÃO DO LEAN NA CRIAÇÃO DE VALOR:	49
3.3.1. NÍVEL MICRO - PROJETO CIRCULAR DE PRODUTOS	52
3.3.2. NÍVEL MESO - PROJETO CIRCULAR DE EDIFÍCIOS	53
3.3.3. NÍVEL MACRO - PROJETO CIRCULAR DAS CIDADES	53
CAPÍTULO IV - CONSUMO SUSTENTÁVEL A PARTIR DA CONCEPÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR	55
4.1. A VISÃO DOS STAKEHOLDERS	59
CAPÍTULO V - SUSTENTABILIDADE DA SOCIEDADE	64
CAPÍTULO VI - PONTOS FINAIS	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
SOBRE A AUTORA	70

INTRODUÇÃO

As economias industrializadas fundamentaram-se na ótica da transformação de recursos em desperdício. As matérias-primas (in-puts) são transformadas em artefatos como produtos (out-puts) e edificações, e são então vendidos, usados e descartados (ou desconstruídos), esse modelo econômico, também, é chamado de economia linear, pois no seu esteio basilar fundamenta-se no princípio *take-make-dispose*. Esse princípio sobrepujou um consumo perpétuo de recursos para sustentar a viabilidade econômica *ad infinitum*. Creditou-se à essa época, a ideia de recursos naturais, portanto, infinitos, onde estes embarcavam, em uma concepção sistêmica descartável e destruidora da capacidade regenerativa da natureza (grandes lotes de produção em curto e médio prazos). Consequentemente, isso também contribuiu para que alguns dos maiores reptos globais, enfrentados pela sociedade humana, hodiernamente, tivessem culminância no esgotamento dos recursos naturais, nas endemias, na desagregação, e num mundo mais pobre. O lixo, *stricto sensu*, deriva tudo isso: problemas significativos de desperdício e degradação ambiental criados por um agigantamento industrial intenso, sem percepção das condições de limitação ambiental.

Apesar das diligências substanciais para promover, o desenvolvimento sustentável nas últimas quatro décadas, e mais fortemente, na era *millennial* (formação de ilhas de lixo), principalmente nos países consumidores de produtos, e àqueles com abundância de recursos naturais, causam externalidades e queda na retroalimentação, pois estes materiais são integrantes de uma cadeia de transformação direta e indireta, o lixo continua sendo produzido mais e mais. Essa dificuldade associa-se, também, ao trato das políticas públicas de manejo e do processamento circular.

Outrossim, a crescente demanda por mais recursos para atender a dinâmica das cidades. A demanda global por recursos materiais tem aumentado de forma constante nas últimas décadas, e está projetada para dobrar até 2050 (IBGE). Em 2005, apenas 6% de todos os materiais processados pela economia global foram reciclados e contribuíram para o fechamento de circuitos de recursos (Haas, 2015).

Nos últimos anos, o modelo de **economia circular**, tornou-se aliado ao movimento de sustentabilidade global e ganhou pujança através da compreensão de que o desperdício é um conceito econômico de custo, e não é eliminado senão atribuindo valoração econômica e

mantendo produtos, componentes e materiais na sua maior utilidade e previsão de valor em todos os momentos de reinserção industrial.

Um projeto sustentável requer manutenção, reparo, reutilização, remanufatura e reciclagem de longa duração, e, portanto, a natureza da visão circular da economia.

A dissociação dos conceitos de crescimento econômico e desenvolvimento econômico é fator chave para se compreender o esgotamento dos recursos naturais e a degradação ambiental. Embora, a ideia de fechar circuitos de recursos não seja necessariamente nova, ela tem sido popularizada nos últimos anos por ONGs (organizações não governamentais) como a Fundação EllenMacArthur e ganhou um lugar nas agendas políticas de toda a Europa, pois é vista como uma forma de implementar o desenvolvimento sustentável, sem limitar o crescimento econômico (Comissão Européia, 2014a, 2020a). Apesar dos ambiciosos planos, em nível global, dadas as diferentes agendas de desempenho (agendas 21 e derivações), ainda há confusão entre os índices econômicos e seus resultados.

Um elemento extraordinário são as barreiras técnico-econômicas que vários estudos levam em consideração e que são importantes para se delimitar as cadeias de valor, e o interesse dos consumidores. Esse desafio adicional para a implementação da Economia Circular é próprio do conceito interpretado pelos diferentes atores (Blomsma & Brennan, 2017) e o tema da falta de clareza e debate conceitual e terminológico (Kirchherr, Reike, & Hekkert, 2017; Korhonen, Nuur, Feldmann, & Birkie, 2018). Portanto, a abordagem da EC não é imune às falhas, mau uso, ambivalência e lavagem verde (Sauvé, Bernard, & Sloan, 2016).

Isto levanta questões sobre "que versão" de uma Economia Circular (EC) irá se consumir no futuro próximo, e se de fato esta abordagem carrega as preocupações ambientais, estabelecendo uma mudança sistêmica na forma como se percebe os recursos e seus ciclos de vida, seja nas mudanças incrementais, ou na mudança do design.

A economia circular vem se tornando mais do que uma "palavra-chave no jargão da sustentabilidade", onde comumente se levanta questões sobre o papel o qual o design¹ poderia desempenhar, na transição econômica, e o que os designers poderiam contribuir para a implementação holística, do conceito desta, abordando para tanto as barreiras que existentes.

Apesar da ambivalência em torno da EC, parece haver um consenso na academia e na política econômica de maneira generalizada, de que o design desempenha um papel importante na transição para uma EC (De los Rios, Charnley, Sundin, Lindahl, & Ijomah, 2017). O design²,

¹ Entenda-se aqui por desenhistas industriais, engenheiros civis, engenheiros de produção, arquitetos.

² Esta visão é frequentemente apoiada pela alegação de que 80% do impacto ambiental dos produtos é determinado na fase de projeto (De los Rios et al. 2017), e o papel do projeto na transição EC também é considerado particularmente impactante no contexto do ambiente construído.

definido como o processo pelo qual criamos os ambientes materiais, espaciais, visuais e experimentais, tem influência direta no impacto ambiental de artefatos como produtos de consumo e edifícios.

No entanto, para os projetistas, que incluem tanto designers de produtos quanto arquitetos, a EC impõe muitos desafios que exigem abordagens inovadoras. Projetar produtos e edifícios que funcionam em um ciclo fechado de recursos exigirá que os projetistas, mais do que nunca, antecipem como tais artefatos poderão funcionar e mudar ao longo do tempo e conceitualizar todo o ciclo de vida do produto, incluindo o projeto, a produção, o uso e a fase de fim de vida (EoL³) de forma simultânea e coerente. Entretanto, estudos recentes indicam que estes desafios técnicos podem não formar as principais barreiras para uma EC (Kirchherr et al., 2018; Ritzén & Sandström, 2017; Rizos et al., 2016). Ao invés disso, após décadas de operação em silos tradicionais, a EC desafia as empresas tradicionais e entrantes a colaborar em nível sistêmico (Pieroni, McAloone, & Pigosso, 2019). Afinal, a implementação bem sucedida de uma EC não depende somente de atores individuais que já nascem 'circulares', mas sim do projeto de sistemas que são 'circulares', que dependem de numerosos interessados e também exigirão novas formas de trabalho, novos parceiros comerciais, novos papéis para parceiros existentes e novos tipos de colaboração entre os interessados (Aminoff, Valkokari, & Kettunen, 2016). Portanto, o sucesso dos esforços da EC depende do estabelecimento de redes de colaboração resilientes dentro da cadeia de valor para fechar o ciclo.

Chama-se a atenção, para o papel que os projetistas (poderiam) desempenham conectando os atores (stakeholders) e promovendo a colaboração para a inovação orientada pela EC e como esta colaboração é abordada dentro do processo de design. Além disso, a colaboração não é importante apenas durante o processo de design, mas também durante e após os ciclos de vida dos produtos, edifícios, componentes e materiais. No projeto, representa tanto um desafio quanto uma oportunidade. Na verdade, a colaboração não é novidade no processo de projeto, que sempre foi um processo dinâmico que apresenta trabalho em equipe, interação com as partes interessadas e o equilíbrio das demandas (muitas vezes conflitantes).

Os estudos antecedentes, sobre economia circular, convergiram principalmente para o desenvolvimento de métodos, ferramentas e estruturas para apoiar o design circular e investigaram as mudanças nas funções e competências exigidas aos designers em uma EC (Andrews, 2020; N. M. P. Bocken, de Pauw, Bakker, & van der Grinten, 2016; De los Rios et al, 2017; den Hollander, Bakker, & Hultink, 2017; Mestre & Cooper, 2017; Moreno, De los Rios,

³ Acróstico que significa End of life – última parte do ciclo de vida do projeto, o que se considera decision-making methods.

Rowe, & Charnley, 2016; Sumter, Bakker, & Balkenende, 2018; Wastling, Charnley, & Moreno, 2018). A questão de hoje, portanto, se direciona para questionar se os conhecimentos, ferramentas e métodos disponíveis apoiam **suficientemente** a prática de projetos e currículos⁴ para enfrentar os complicados desafios encontrados na prática, que muitas vezes exigem colaboração interdisciplinar e co-criação.

A noção de fluxos de recursos, em circuito fechado, e o papel do design, na formulação de soluções (tangíveis e intangíveis) que podem ajudar na transição circular de muitas maneiras representam um "problema perverso" (Rittel & Webber, 1973). A transição para tal sistema não é (apenas) um desafio para engenheiros ou desenhistas industriais, mas um desafio complexo que encampa a sociedade como um todo e, portanto, requer uma mudança sistêmica na maneira como todos percebem e utilizam os recursos naturais e a energia, isso posto não parece ter uma solução clara que derivada de métodos científicos ou de engenharia de investigação, pois trata-se de um problema perverso.

Um problema perverso⁵, não tem uma solução clara, porque é parte do tecido social em que não se encontra uma solução simples, pois trata-se de um quebra-cabeça, que gera ondas de consequências, produzindo repercussões potencialmente indesejáveis, gerando novos problemas que requerem constantemente novas soluções.

Embora a ideia de fluxos de recursos em circuito fechado não seja nova, o recente ressurgimento do conceito na forma da abordagem contemporânea da Economia Circular tem sido liderado principalmente por profissionais em ambientes empresariais, políticos e societários como a Fundação Ellen MacArthur, a Comissão Européia para o meio ambiente, a UNEP (PNUMA), o GreenPeace, a WWF e WWF-Brasil, UNCTAD, constituindo, juntamente com o pensamento dos 10 Rs.

Do ponto de vista acadêmico, as discussões conceituais sobre a EC ainda estão em sua infância (Korhonen, Nuur, et al., 2018) e existe uma pluralidade de interpretações e definições (Kirchherr et al., 2017). É, portanto, improvável que os primeiros adotantes e líderes de pensamento na prática de design circular tenham formado suas próprias interpretações e definições dentro do contexto de suas próprias práticas individuais, e que podem não estar

⁴ Aqui nos referimos de fato aos currículos acadêmicos. Está a academia, preparada para lançar profissionais para atuar na economia circular.

⁵ Pesquisas anteriores indicaram que as principais barreiras para uma transição para uma EC não estão relacionadas à tecnologia, mas sim à cultura (por exemplo, culturas empresariais hesitantes, falta de interesse e conscientização do consumidor e uma vontade limitada de colaborar dentro da cadeia de valor; Kirchherr et al. 2018). Tais "problemas perversos" não podem ser modelados com precisão e tratados através das abordagens reducionistas da ciência e da engenharia devido às perspectivas conflitantes das partes interessadas e, portanto, uma abordagem de engenharia para tal problema fracassaria (Zimmerman, Forlizzi, & Evenson, 2007).

evidentemente alinhadas com os objetivos subjacentes de uma EC e desenvolvimento sustentável.

O CONCEITO DE ECONOMIA CIRCULAR: ORIGEM E PREÂMBULOS

A economia de ciclo fechado (circular) surgiu pela primeira vez no trabalho de Boulding (1966), e foi mais tarde desenvolvido por Stahel e Reday-Mulvey (1976). Foi esta conceitualização que a tornou influente nas políticas industrial alemã e japonesa⁶, durante as décadas de 1980 e 1990 (Moriguchi 2007; Bilitewski 2007) e encorajou a adoção de princípios circulares (como por exemplo a economia guiada puxada pela demanda e a redefinição de processos enxutos, Fontgalland (1999)). As ideias foram mais desenvolvidas, nos anos 90, por ecologistas industriais (Chertow, 2007), resultando no surgimento dos conceitos de simbiose industrial com economias baseadas em serviços PSS.

A ideia, da economia circular, alerta para os limites da capacidade dos recursos naturais no planeta, alinhando-a às ideias da Agenda 21. De acordo com o PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) 2012, os recursos estão acabando e muitos padrões de consumo são fundamentalmente insustentáveis (Shove 2010; McDonagh e Prothero 2014).

Mapa 1 – Espalhamento Global da EC



⁶ O volvismo e o toyotismo. De acordo com Fontgalland (1999) O Volvismo centralizou-se mais na Alemanha e França, enquanto que o toyotismo centrou-se no Japão e depois trouxe os princípios do Kan-ban e Kaizen a reboque. Ambas versões criaram o que se chama de produção horizontal em oposição à vertical. Clássico modelo de prédio e modelo de linha.

As pressões sobre a terra (Chappells e Trentmann 2015) em termos da produção massiva industrial⁷ sem um olhar para o futuro, produziu as chamadas “ilhas de lixo”⁸ em vários lugares do mundo e aterros sanitários que produziam emissões de chorume e outros gases de maneira acelerada. Por exemplo, após o século XVIII, a taxa de emissões de dióxido de carbono para a atmosfera acelerou, a utilização global da água aumentou, e a população mundial cresceu mais de seis vezes entre 1700 e 2000 (Chappells e Trentman 2015). Devido a isso tudo, a sustentabilidade tornou-se uma megatendência (Lubin e Esty 2010). A literatura sobre sustentabilidade tornou-se vasta e largamente estudada, em economia, tornando-se o que hoje se denomina: a economia ambiental. Por conseguinte, o discurso da sustentabilidade teve vozes múltiplas na década de 60 (contestadas como as de Rachael Carson, and Garret Hardin) mas só veio a de fato imprimir sua versão de impacto nas duas primeiras décadas do milênio.

Quadro 1 – Evolução do conceito de economia circular

Elementos	Base teórica	Referências
Origem da Economia Circular	- Ecologia industrial - Economia Industrial	- Pearce e Turner (1990); - Boulding (1966)
Conceitos adjacentes	- <i>Cradle to Cradle</i> (C2C) - do Berço ao berço	- McDounough & Braungart, 2002; Esposito et al, 2017; Geisendorf & Pietrulla, 2017.
	- Biomimética	- Reap, Baumeister e Bras, 2005; Geisendorf & Pietrulla, 2017
	- Economia azul	- Pauli, 2010; Geisendorf & Pietrulla, 2017
	- Closed loop supply chain	Geisendorf & Pietrulla, 2017
	- Design regenerativo	- Cole, 2012; Geisendorf & Pietrulla, 2017.
	- Capitalismo natural	- Hawken, Lovins e Lovins, 2013; Geisendorf & Pietrulla, 2017.
Níveis de implementação	- Micro (empresas) - Meso (Eco parques) -Macro (Eco-cidades)	- Pomponi & Moncaster, 2017; Geisendorf & Pietrulla, 2017;

⁷ O fordismo adotado genuinamente nas indústrias automotivas promoveu toda essa discussão ver Fontgalland, I. **Contribution à l'étude de la formation ouvrière dans un contexte d'organisation flexible : l'exemple des UET chez Renault, Abes, l'Université de Toulouse 1, 1999.**

⁸ Chamadas “ilhas de lixo” se situam a meio caminho entre as costas da Califórnia e o Havaí, se estende por cerca de 1.000 Km e é formada por aproximadamente 4 milhões de toneladas de todo tipo de objeto plástico conhecida como a Ilha de Soninha.

Novos Modelos de negócios	- Colaboração e Economia colaborativa; - PSS(Servitização)	- Pomponi & Moncaster, 2017; Spring & Araújo, 2017; Korhonen et al, 2018.
Novas Tecnologias	- Identificação por Rádio frequência (RfId); - Internet das coisas - Big Data - PLM, RDBMS	- Jabbour et al, 2017; ; Spring & Araújo, 2017; Moreno et al, 2017; Pagoropoulos et al, 2017; Geisendorf & Pietrulla, 2017; Parajuly & Wenzel, 2017.
Inovação	- De produto - De processo - Organizacional	- Jabbour et al, 2017; ; Spring & Araújo, 2017; Ghisellini, 2016; Geisendorf & Pietrulla, 2017; Das, 2017.

Fonte: Adaptado de BACOVIS, Marcia Maria C in Synthesizing the research on Circular Economy through the use of conceptual maps, 2019.

A definição de sustentabilidade mais frequentemente referenciada é a do Relatório da Comissão Brundtland, define que o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras é o desenvolvimento sustentável (WCED 1987, p. 8). No entanto, uma abordagem bem conhecida como sustentabilidade é chamada de tripla linha de fundo, que divide a sustentabilidade em três dimensões: ambiental, econômica e social (Munasinghe, 2004, apud Felix & Fontgalland, 2021).

Figura 1 – Trade-off entre os Três Objetivos Principais do Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Adaptado de Munasinghe, 2004 por Felix, A.C. T. & Fontgalland, I. Valoração Ambiental, 2021, Amplla Editora.

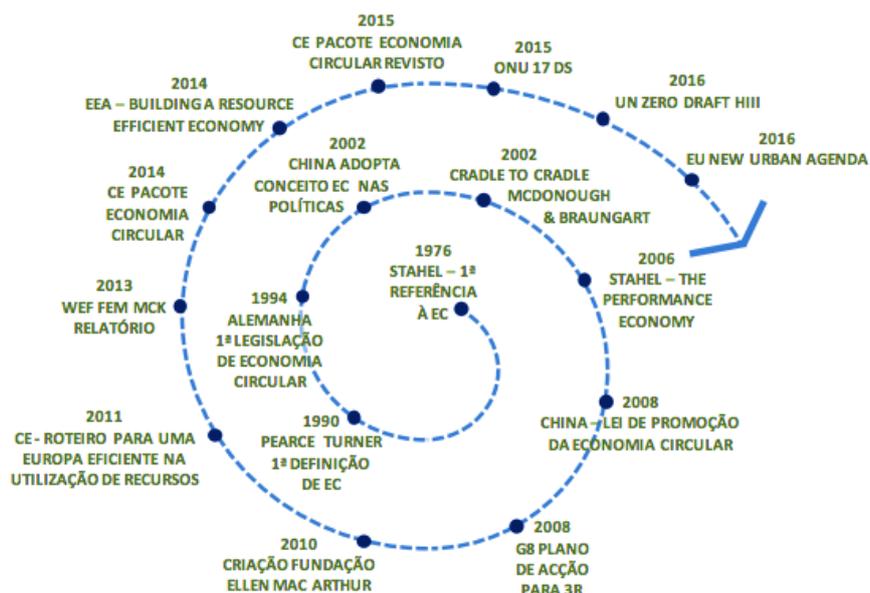
A economia circular tendo por ponto basilar a sustentabilidade, e a economia tradicional, a monetária, foi criticada (EC) por não incluir uma unidade de medida comum⁹ (Slaper et al. 2011), dado que os países trabalham com matrizes diversas e que estas são afetadas pelo arranjo próprio relativo ao teor específico de seus comércios externo e interno. Isso posto, embora a sustentabilidade econômica seja fácil de se relatar, refere-se a uma medição do capital social que se revela problemática (Slaper et al. 2011). O relatório Brundtland fez do desenvolvimento sustentável, o foco da política ambiental global, à guisa da Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento (Earth Summit), no Rio de Janeiro em 1992, onde se operacionalizou a abordagem desse relatório, para uma tentativa de medidas comuns e possíveis de serem mensuráveis (Chappells e Trentmann 2015). Por exemplo, a Agenda 21 deu atenção aos fluxos de materiais, apelando para uma avaliação dos impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos (ONU, 1993). Assim, mais discussão sobre sustentabilidade foi orientada para a economia circular.

Segundo a Agenda 21 (1992) “Um sistema comercial multilateral aberto, equitativo, seguro, não discriminatório e previsível que seja coerente com os objetivos de desenvolvimento sustentável e conduz a uma distribuição ótima da produção de acordo com a vantagem comparativa é vantajosa para todos os parceiros comerciais. Além disso, é o melhor acesso ao mercado para as exportações dos países em desenvolvimento, em conjunção com uma sólida macroeconomia e políticas ambientais teriam um impacto ambiental positivo e, por conseguinte, fariam uma contribuição importante para o desenvolvimento sustentável. Todos os compromissos para um desenvolvimento econômico sólido encampam políticas e uma gestão, eficaz e previsível, onde haja integração de preocupações ambientais na tomada de decisões à luz das condições específicas de cada país, o que permite a plena participação de todas as partes envolvidas”.

O desenvolvimento de um quadro de medição circular deve percorrer a linha tênue entre flexibilidade e padronização para assegurar a comparabilidade sem desencorajar a circulação dos negócios em direção à circularidade. Portanto, deve-se aplicar às empresas de todas as posições na cadeia de valor e níveis de maturidade no seu pensamento circular. Reconhecendo e adaptando-as às diferenças de como as empresas medem seus específicos desempenhos. Além disso, as posições diferentes, na mesma cadeia de valor, podem têm duas formas de medir a circularidade ou os impactos. Essas podem ser através da categorização do setor privado para dar conta de vários papéis na circular economia e o desempenho individual ao longo do tempo.

⁹ O PIB que é medido em unidades monetárias de cada país e a proposta era a medida em pegadas de carbono ou de uso de recursos naturais diversos.

Figura 2 – A espiral histórica: a roteirização da EC

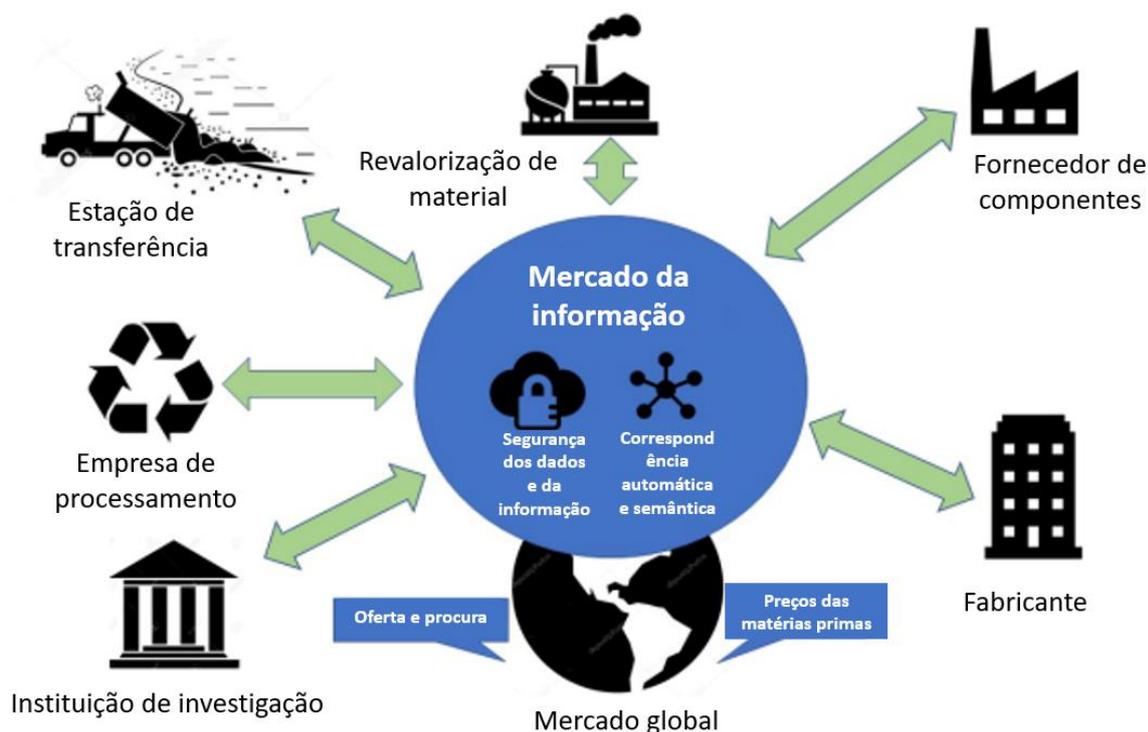


Fonte: DSDR Dossier Prospectivo, CCDRLVT 2016.

Os profissionais e estudiosos da sustentabilidade têm-se interessado cada vez mais pelo conceito de economia circular como uma forma de operacionalizar o conceito de desenvolvimento sustentável (Ghisellini et al. 2016; Murray, Skene e Haynes 2017), que é visto como demasiado vago para ser implementado (van der Brande et al. 2011). Aqui, a economia circular é vista como uma condição do modelo de sustentabilidade (Geissdoerfer et al. 2017).

Dessa forma se utiliza de indicadores multicritério para a definição. A análise multicritério (MCA) representa uma abordagem estruturada utilizada para analisar alternativas e preferências globais possíveis e avaliá-las sob diferentes critérios ao mesmo tempo. Nesta metodologia, os alvos e objetivos preferenciais são particularizados e as características e indicadores correspondentes são reconhecidos (Análise multicritério MCA: um manual. 2009). Uma das características importantes da MCA é que a avaliação dos indicadores depende geralmente de uma análise quantitativa de várias categorias de impacto qualitativo; contudo, em muitos casos, a avaliação dos indicadores não é expressa em termos monetários. Na MCA, são utilizadas várias abordagens para classificar, comparar e seleccionar as alternativas mais apropriadas em relação aos critérios dados. Com base no método seleccionado, cada critério pode ser avaliado qualitativa ou qualitativamente (Caravaggio et al., 2019). A MCA atua como um instrumento e pode ser efetivamente aplicado às áreas e sectores onde metodologias baseadas em critérios únicos são consideradas ineficazes, e impactos sociais e ambientais importantes não podem ser expressos em termos de valores monetários.

Figura 3 – Esboço do mercado da informação



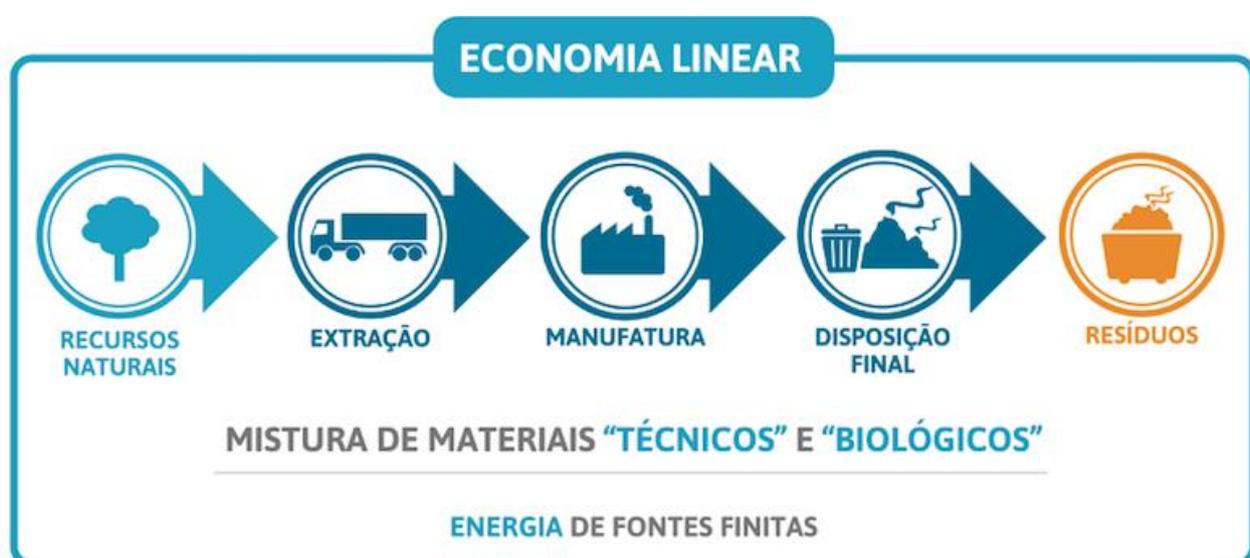
Fonte: Knieke et al. 2019.

Na concepção de Economia Circular existe três entes recorrentes nas definições revistas, designados os atores, os artefatos, e as instituições. Além disso, são também pertinentes, as atividades e as relações, especialmente incluindo as de caráter colaborativas/complementares e competitivas/substitutivas, bem como a visualização do conceito: **ecossistemas de inovação**. Este último destaca-se por elucidar componentes importantes do conceito de inovação justapostos à visão parcimoniosa e logística.

Os componentes substitutos são (produtos, tecnologias, peças e pedaços de sistemas etc.) os que vão determinar a valoração dos novos produtos e que estão obviamente implantados à definição de ecossistemas naturais/biológicos, que é a inspiração por detrás do conceito de ecossistemas de inovação. Nos ecossistemas naturais, as diferentes espécies competem frequentemente pela mesma fonte de existência (seja alimento, água ou luz), e quando um recurso diminui, a espécie pode recorrer a outro recurso, substituto, que poderá então levar a mais a continuidade e crescimento. Desse modo, os ecossistemas de inovação são o conjunto evolutivo de atores (stakeholders), atividades, artefatos, instituições e relações incluindo os complementares e relações de substituição, que são importantes para a performance do inovador/ator ou de uma população de atores (multistakeholders). Nesta

definição, os artefatos incluem produtos e serviços, tangíveis e recursos intangíveis, tecnológicos e não tecnológicos e outros tipos de entradas e saídas do sistema, incluindo em inovações. Um ecossistema de inovação poderia, por outras palavras, incluir um sistema de atores com colaboração (complementar) e competitivo (substituto) contando com relações com ou sem uma empresa focal. Num sistema circular de artefato, as relações seriam complementares e substitutas. A performance do inovador é utilizada ao invés das inovações ou “inovatividade”, a fim de incluir imitações relacionadas no sistema e para facilitar a operacionalizações em termos econômicos e, ao fazê-lo, também se exclui potenciais riscos e externalidades. A definição é finalmente sintética e semanticamente compatível com várias definições de sistemas de inovação e de ecossistemas.

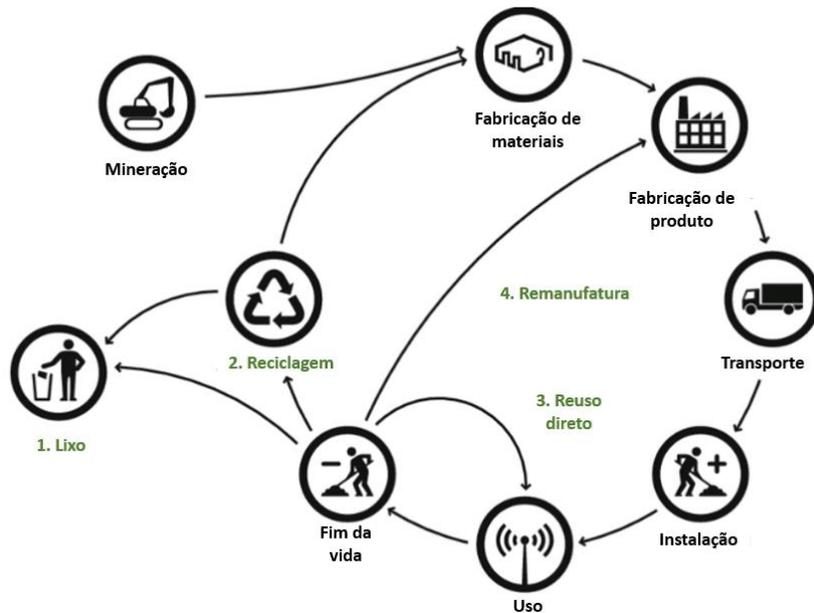
Figura 4 – Etapas da economia circular



Fonte: Circular Economy Portugal. Org 2021.

O crescente interesse em se estudar e utilizar o conceito de EC, resultou numa difusão da descrição do seu conceito (Kirchherr et al. 2017). Kirchherr et al. (2017, p. 229 : "Um sistema econômico que substitui o conceito de 'fim de vida' com a redução, alternativamente reutilização, reciclagem e recuperação de materiais nos processos de produção/distribuição e consumo. Funciona **a nível micro** (produtos, empresas, consumidores), **a nível meso** (parques eco-industriais) e **a nível macro** (cidade, região, nação e mais além), com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável, criando assim simultaneamente qualidade ambiental, econômica prosperidade e equidade social, em benefício das gerações atuais e futuras.

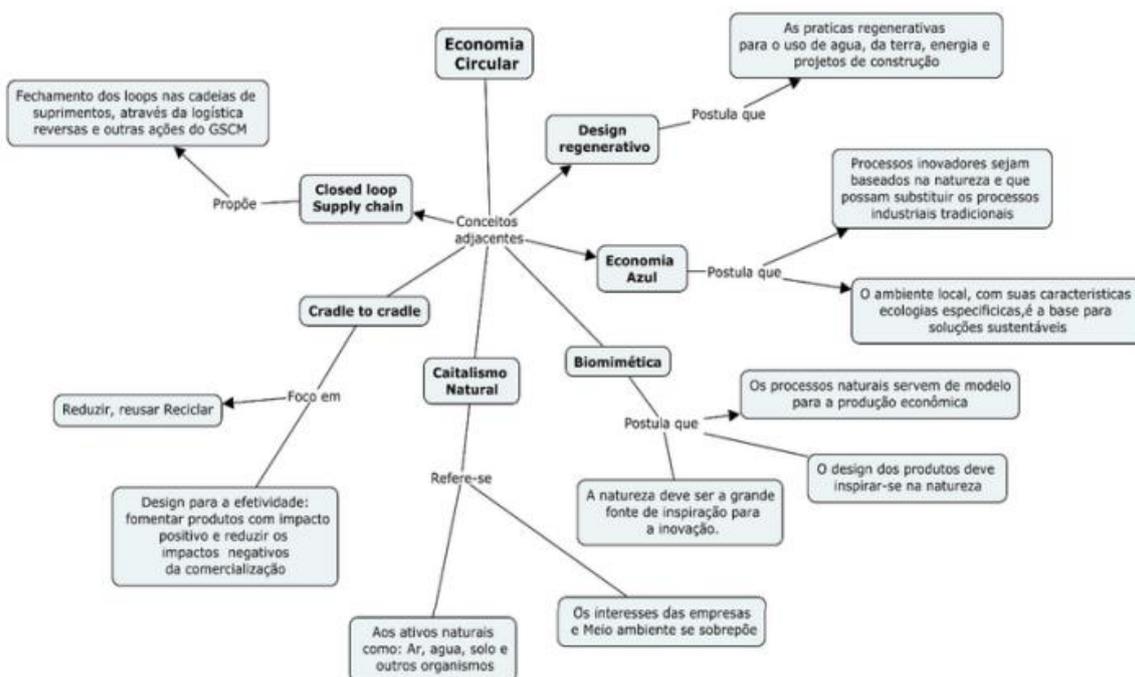
Figura 5 – Ciclo de Uso e Reuso da EC



Fonte: Tom Bauer et al. **Design for High Added-Value End-of-Life Strategies**, 2017, adapted of Zang 2014.

A definição fornece um sentido de hierarquia entre as diferentes atividades, dando prioridade à redução e reutilização sobre a reciclagem e a recuperação, e enfatiza o papel dos consumidores e das organizações como facilitadores (Kirchherr et al. 2017).

Fluxograma 1 – Cadeira de Suprimento e Cadeira de Valor de uma EC

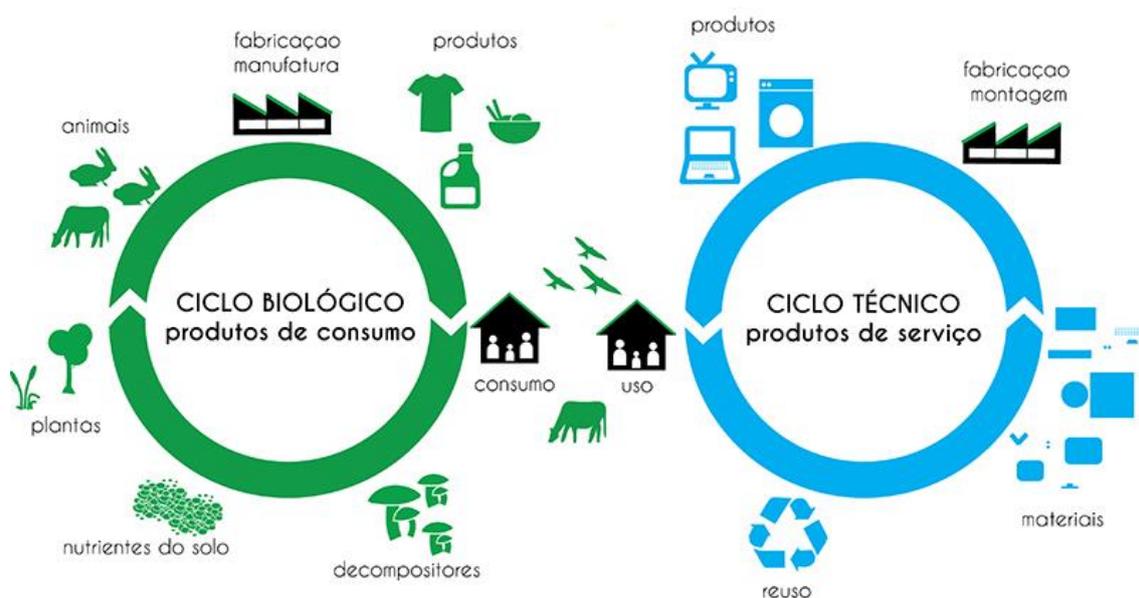


Fonte: Adaptado de BACOVIS, Marcia Maria C in Synthesizing the research on Circular Economy through the use of conceptual maps, 2019.

Logo, no processamento de negócios criam-se uma ou várias soluções que serão definidoras das necessidades do cliente e que, por conseguinte definirão uma solução ótima e que se encaixará no plano estratégico da produção. A solução Proposta deve incluir uma avaliação de todas as alternativas consideradas, e uma justificação da solução selecionada. A base de tempo e estimativas de custos é imperativa e juntamente com estratégias de mitigação. Uma avaliação inicial do impacto do projeto na organização é feita, estabelecendo uma base para uma transição bem sucedida no final do projeto chamada de **Execução e Controle**. Estas estarão no centro da definição do ciclo de vida do produto.

O ciclo de vida dos produtos, é estudado a fim de diminuir as externalidades ambientais negativas da mentalidade descartável (Cooper 2004; 2005).

Figura 6 – Ciclos biológicos e técnicos do produto

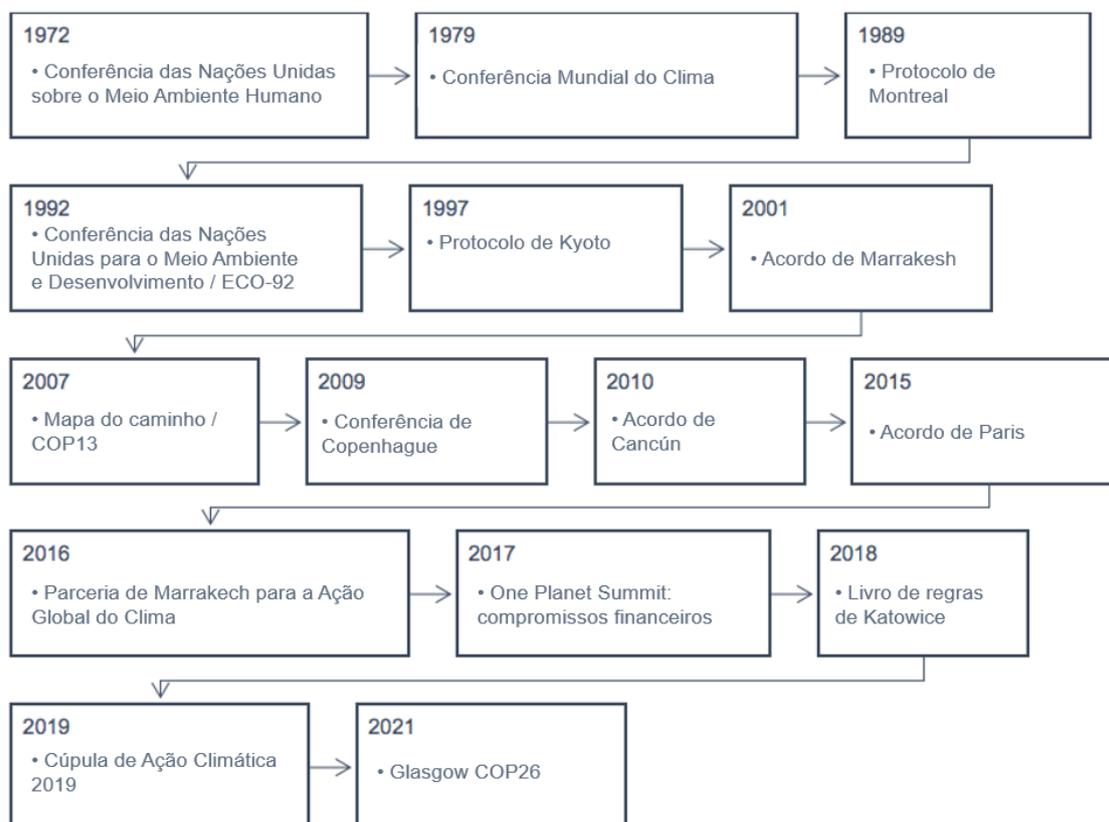


Fonte: UNCTAD, 2021.

Apesar dos ambiciosos planos em nível global, dadas as diferentes agendas ambientais (agendas 21 e derivações, Fig. XX), estão frequentemente relacionados às barreiras técnicas, por exemplo, os produtos de consumo que não são projetados corretamente para suportar longevidade, manutenção, desmontagem e reutilização (Pheifer, 2017). As principais barreiras não são técnicas, mas de natureza cultural, como a colaboração limitada entre cadeias de valor, a cultura hesitante da empresa e a falta de conscientização e interesse dos consumidores. Além disso, um desafio adicional para a implementação da Economia Circular é o seu próprio

conceito que deve ser interpretado de diferentes maneiras por diferentes atores (Blomsma & Brennan, 2017), portanto, o tema também é de debate conceitual e terminológico.

Fluxograma 2 – Agendas ambientais que afetaram a economia circular



Fonte: Madureira, R. et al. 2021

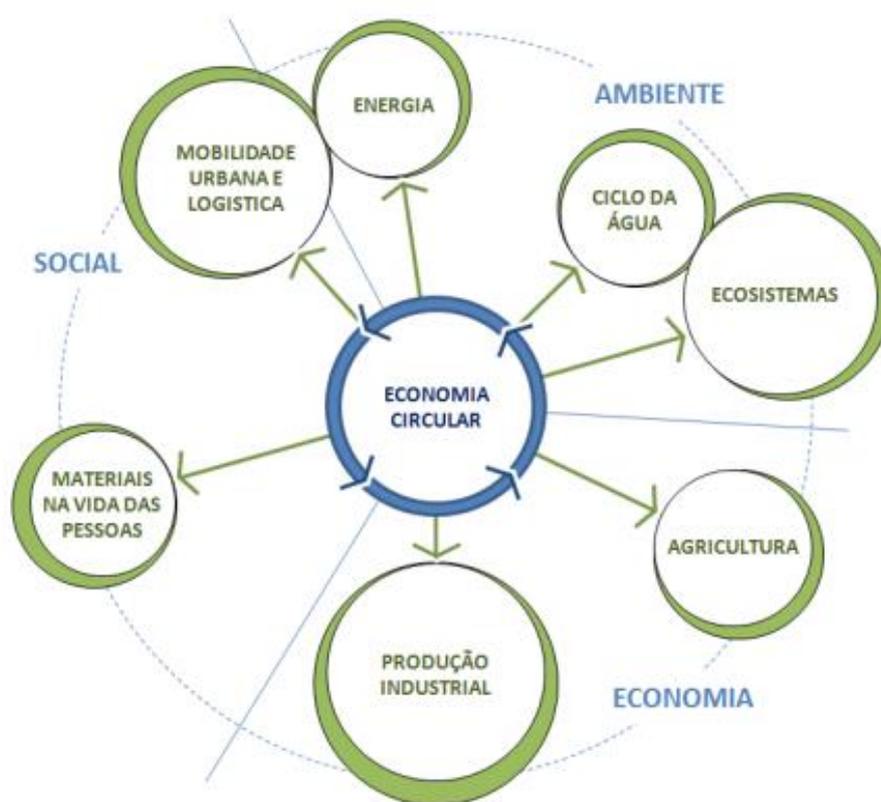
2.1. O que é o design?

O design, é definido como o processo pelo qual se cria os ambientes materiais, espaciais, visuais e experimentais, e tem influência direta no impacto ambiental de artefatos como produtos de consumo e edifícios. Esta visão é frequentemente apoiada pela alegação de que 80% do impacto ambiental dos produtos é determinado na fase de projeto (Comissão Europeia, 2014c), e o papel do projeto na transição EC também é considerado particularmente impactante no contexto do ambiente construído (Comissão Europeia, 2020b).

No entanto, projetar produtos e edifícios que funcionam em um ciclo fechado de recursos, exigirá, mais do que nunca, que se antecipem os projetos de como poderão funcionar e mudar ao longo do tempo e conceitualizar todo o ciclo de vida do produto, incluindo o

projeto, a produção, o uso e a fase de fim de vida (EoL¹⁰) de forma simultânea e coerente. A EC não depende somente de que os atores individuais se tornarem 'circulares', mas sim de que o projeto de sistemas 'circulares', dependam de numerosos interessados e que estes exigem novas formas de trabalho, novos parceiros comerciais, novos papéis para parceiros existentes e novos tipos de colaboração entre os interessados (Aminoff, Valkokari, & Kettunen, 2016). Portanto, o sucesso dos esforços de projeto com foco na EC dependerá em grande parte do estabelecimento de redes de colaboração resilientes dentro da cadeia de valor para fechar o ciclo.

Figura 7 – Ciclos da rede de colaboração da Economia Circular

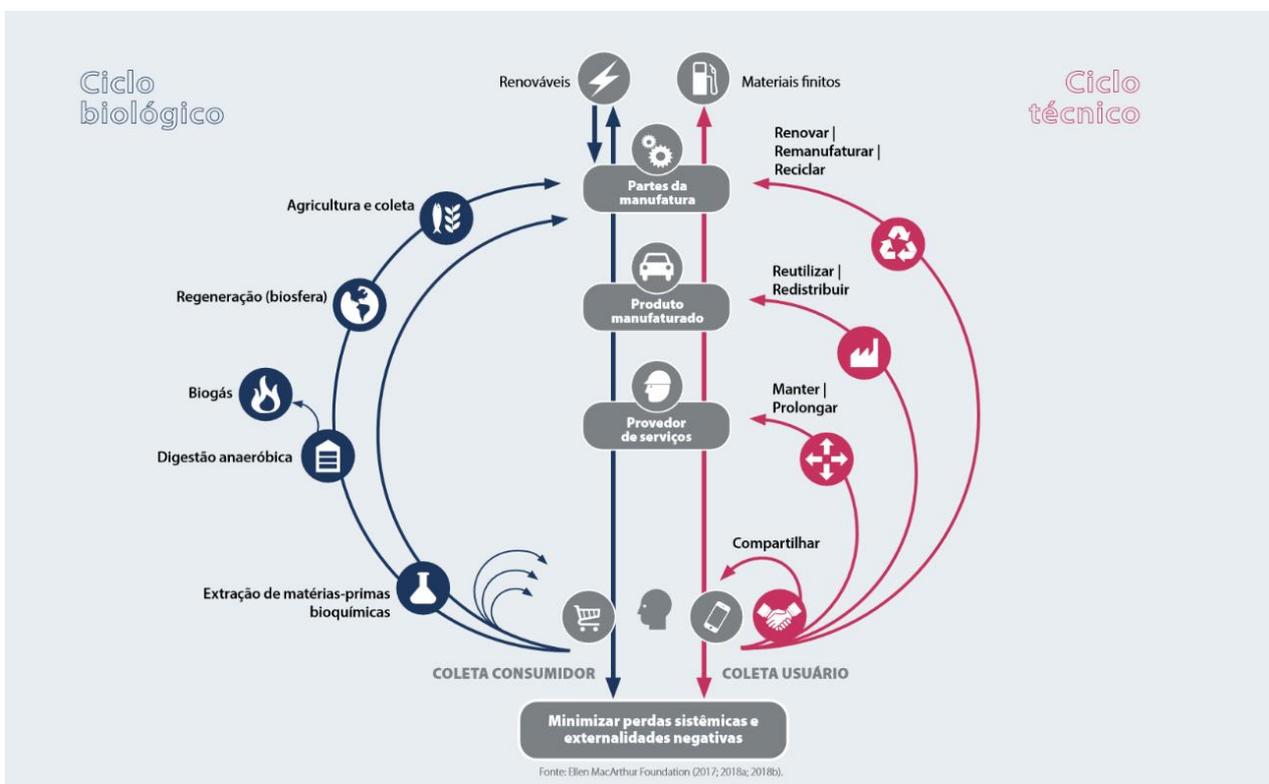


Fonte: Estudos para uma Região RICA Resiliente, Inteligente, Circular e Atractiva, 2018, Portugal.

¹⁰ EoL simboliza o último estágio do ciclo de vida de um produto, começando com o design, desenvolvimento e eventual liberação e uso. O rápido surgimento de tecnologia e outros fatores levaram a problemas maiores em torno dos produtos de EoL, o que significa que fabricantes e fornecedores devem antecipar as consequências da designação de um produto de EoL. Algumas das principais questões envolvem descarte. Para dispositivos de hardware, isso significa descartar fisicamente os dispositivos antigos e instalar versões mais recentes. Para sistemas de software, significa "desmamar" sistemas legados ou migrar aplicativos para plataformas mais novas, a fim de descartar ou alterar sistemas antigos (<https://pt.theastrologypage.com/end-life-product>).

Isto chama a atenção para o papel que a re-engenharia desempenha para conectar atores, promover a colaboração, para a inovação orientada pela EC, e como esta colaboração é abordada dentro do processo de design. Além disso, a colaboração não é importante apenas durante o processo de design, mas também durante e após os ciclos de vida dos produtos, edifícios, componentes e materiais. No projeto, isso representa tanto um desafio, quanto uma oportunidade. Na verdade, a colaboração não é novidade no processo de projeto, que sempre foi um processo dinâmico que apresenta trabalho em equipe, interação com as partes interessadas e o equilíbrio das demandas (muitas vezes conflitantes). Nas últimas décadas, o escopo do design passou do pensamento centrado em objetos para abordagens de design baseadas em sistemas (Ceschin & Gaziulusoy, 2016). Os projetistas, cada vez mais, realizam atividades estratégicas, tais como desenvolver visões estratégicas, facilitar diálogos entre os atores, desenvolvimento de negócios e utilizar abordagens de design participativo (por exemplo, codesign). Ainda assim, o sucesso dos esforços de design é frequentemente medido em resultados físicos e tangíveis, enquanto no contexto de uma EC, a chave do sucesso não é apenas o design de objetos físicos, mas o design da rede e suas relações (Pedersen & Clausen, 2019).

Figura 8 – Ciclo biológico e Ciclo técnico do Produto em Economia Circular



Fonte: SENAI -ES, 2021.

A noção de fluxos de recursos, em circuito fechado, e o papel do design na formulação de soluções (tangíveis e intangíveis) que podem ajudar na transição para uma EC, de muitas maneiras, representam o que se chama de "transição de problema perverso" (Rittel & Webber, 1973). A transição para tal sistema não é (apenas) um desafio para o projeto, mas um desafio complexo da sociedade que requer uma mudança sistêmica, na maneira como as pessoas percebem e utilizam os recursos e energia e que não parece ter uma solução clara que possa ser derivada através de métodos científicos ou de engenharia de investigação. Um problema perverso¹¹ não tem uma solução clara porque é parte do tecido social em que se encontra (V. A. Brown, 2008), portanto, qualquer solução para um problema perverso gera ondas de consequências, produzindo repercussões potencialmente indesejáveis e gerando novos problemas que requerem novas soluções.

Figura 9 – Circuito fechado – Principais etapas do produto



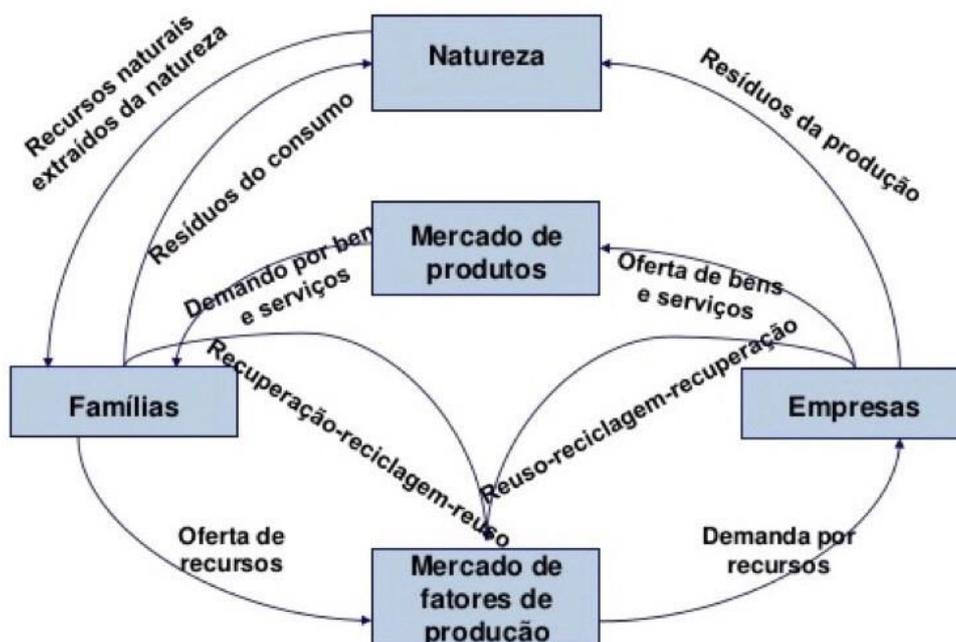
Fonte: Trilho ambiental, 2021;

¹¹ Pesquisas anteriores indicaram que as principais barreiras para uma transição para uma EC não estão relacionadas à tecnologia, mas sim à cultura (por exemplo, culturas empresariais hesitantes, falta de interesse e conscientização do consumidor e uma vontade limitada de colaborar dentro da cadeia de valor; Kirchherr et al. 2018). Tais "problemas perversos" não podem ser modelados com precisão e tratados através das abordagens reducionistas da ciência e da engenharia devido às perspectivas conflitantes das partes interessadas e, portanto, uma abordagem de engenharia para tal problema fracassaria (Zimmerman, Forlizzi, & Evenson, 2007).

Embora, a ideia de fluxos de recursos em circuito fechado não seja nova, o recente ressurgimento do conceito, na forma da abordagem contemporânea da EC, tem sido liderado principalmente por profissionais em ambientes empresariais e políticos (por exemplo, ver Ellen MacArthur Foundation 2013; Comissão Européia 2014b, 2015). Do ponto de vista conceitual, a EC ainda está em sua infância (Korhonen, Nuur, et al., 2018) e existe uma pluralidade de interpretações e definições (Kirchherr et al., 2017). Não é, portanto, improvável que os primeiros adotantes e líderes de pensamento, tenham formado suas próprias interpretações e definições dentro do contexto de suas próprias práticas individuais, que podem não estar evidentemente alinhadas com os objetivos subjacentes de uma EC e desenvolvimento sustentável.

Figura 10 – Circuito fechado de uma Economia Circular

Modelo de Fluxo de Balanço de Materiais

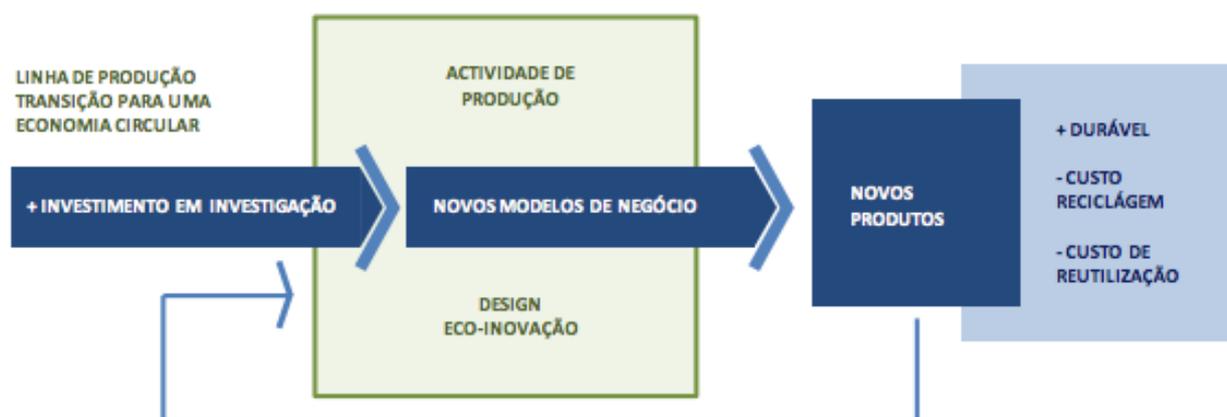


Fonte: Keneese; Ayres; e D'Arge, 1970, apud Almeida de Pontes - O NEXO: ENERGIA E SUSTENTABILIDADE – UMA ABORDAGEM CONGRUENTE E CONTRADITÓRIA, 2017.

A Economia Circular é, portanto, um modelo econômico alternativo que prevê um sistema industrial que gira em torno da noção de estabelecer fluxos cíclicos de recursos para que produtos, componentes e materiais sejam mantidos sempre em sua maior utilidade e valor (Webster, 2015), e o conceito de desperdício é essencialmente eliminado. O conceito circular

não é necessariamente um conceito novo, mas sim um conceito guarda-chuva que sintetiza uma série de princípios pré-existentes para fechar laços de material e reduzir a produção de matéria-prima e energia, estes princípios se referem a uma economia de ciclo fechado (Murray et al., 2017), tirando partido de ideias de substituição de energia por trabalho. No início dos anos 70, o aumento dos preços da energia e o alto desemprego foram marcados e, segundo o arquiteto Stahel, "foi preciso mais mão-de-obra e menos recursos para reformar os edifícios do que para erguer novos", que é um princípio que se aplica a qualquer forma de capital - de bens de consumo como o telefone celular a edifícios (p. 435) (Stahel, 2016). A singularidade da EC é que ela combina as ideias interligadas de uma economia de ciclo fechado com uma abordagem de design "restauradora" (Murray et al., 2017).

Fluxograma 3 – Atividades de produção em EC

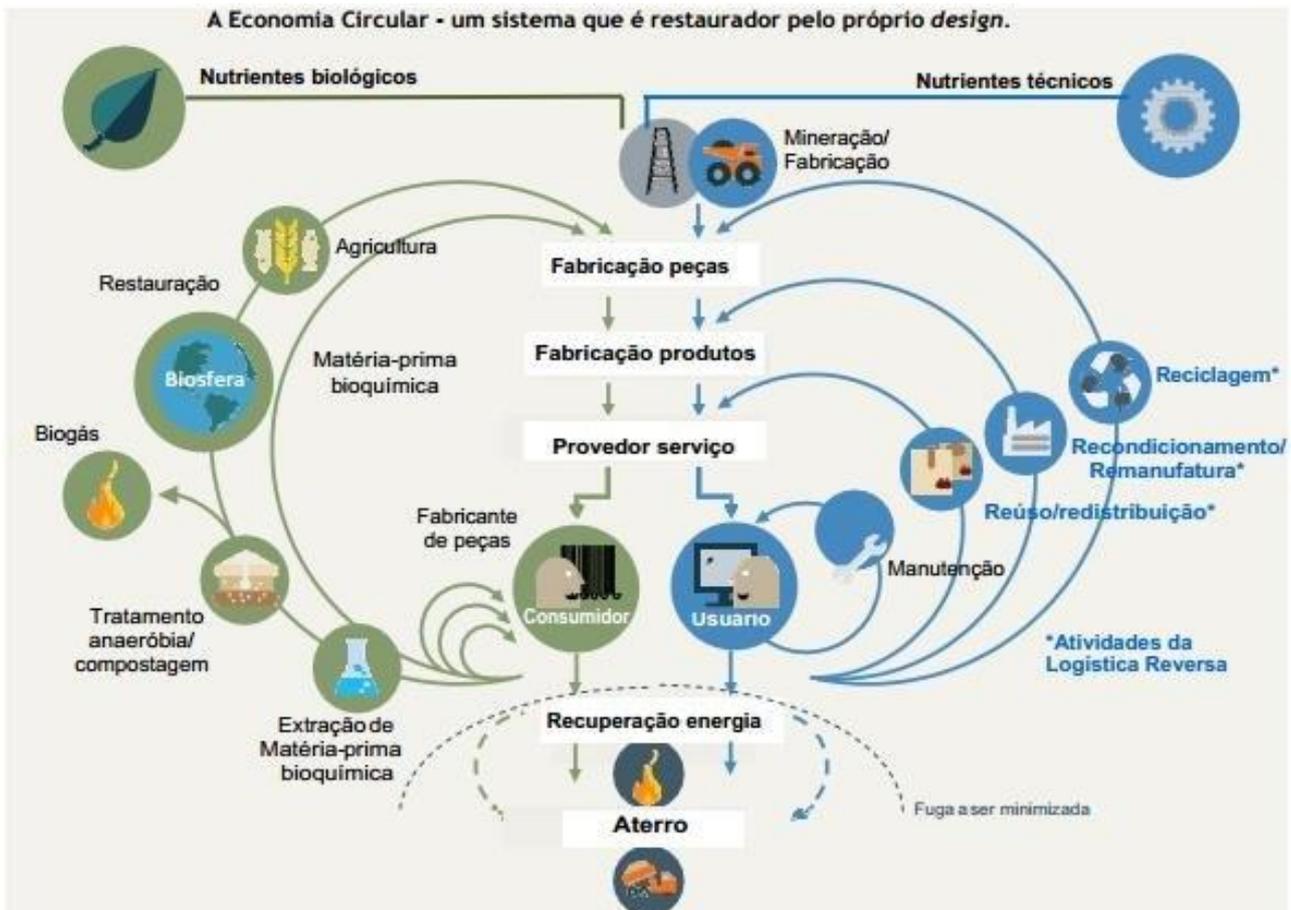


Fonte: A partir da Fundação EllenMacArthur, 2013.

Nos últimos anos, a Fundação EllenMacArthur¹² popularizou, ainda mais o conceito de EC, enfatizando os limites da economia linear, e transmitindo o seu valor comercial (Fundação Ellen MacArthur, 2013). Seu diagrama 'borboleta' é amplamente utilizado para comunicar como o sistema de uma EC funciona e distingue os ciclos biológicos e técnicos.

¹² Além disso, a fundação atua como um centro de colaboração para empresas, formuladores de políticas e academia (Geissdoerfer et al., 2017). De fato, o discurso contemporâneo da EC, em grande parte, tem sido conduzido por profissionais em ambientes empresariais e políticos (por exemplo, ver Ellen MacArthur Foundation 2013; Comissão Européia 2014b, 2015), e as discussões conceituais a partir de uma perspectiva acadêmica ainda estão em um estado emergente (Korhonen, Nuur, et al., 2018). O conceito EC tem suas raízes em muitos campos disciplinares diferentes, e diferentes interpretações e definições coexistem dentro da indústria e do meio acadêmico (Blomsma Brennan, 2017), o que pode tornar o conceito difícil de ser compreendido e capturado em uma única definição universal.

Figura 11 – Pré-estágio borboleta da Economia Circular



Fonte: Diagrama sistêmico do Processo Industrial baseado em uma Economia Circular. Fonte: Fundação Ellen MacArthur (2015) in Bacovis, Marcia Maria & Sellitto, Miguel. (2018). icpr-americas-2018-Economia circular-art81.

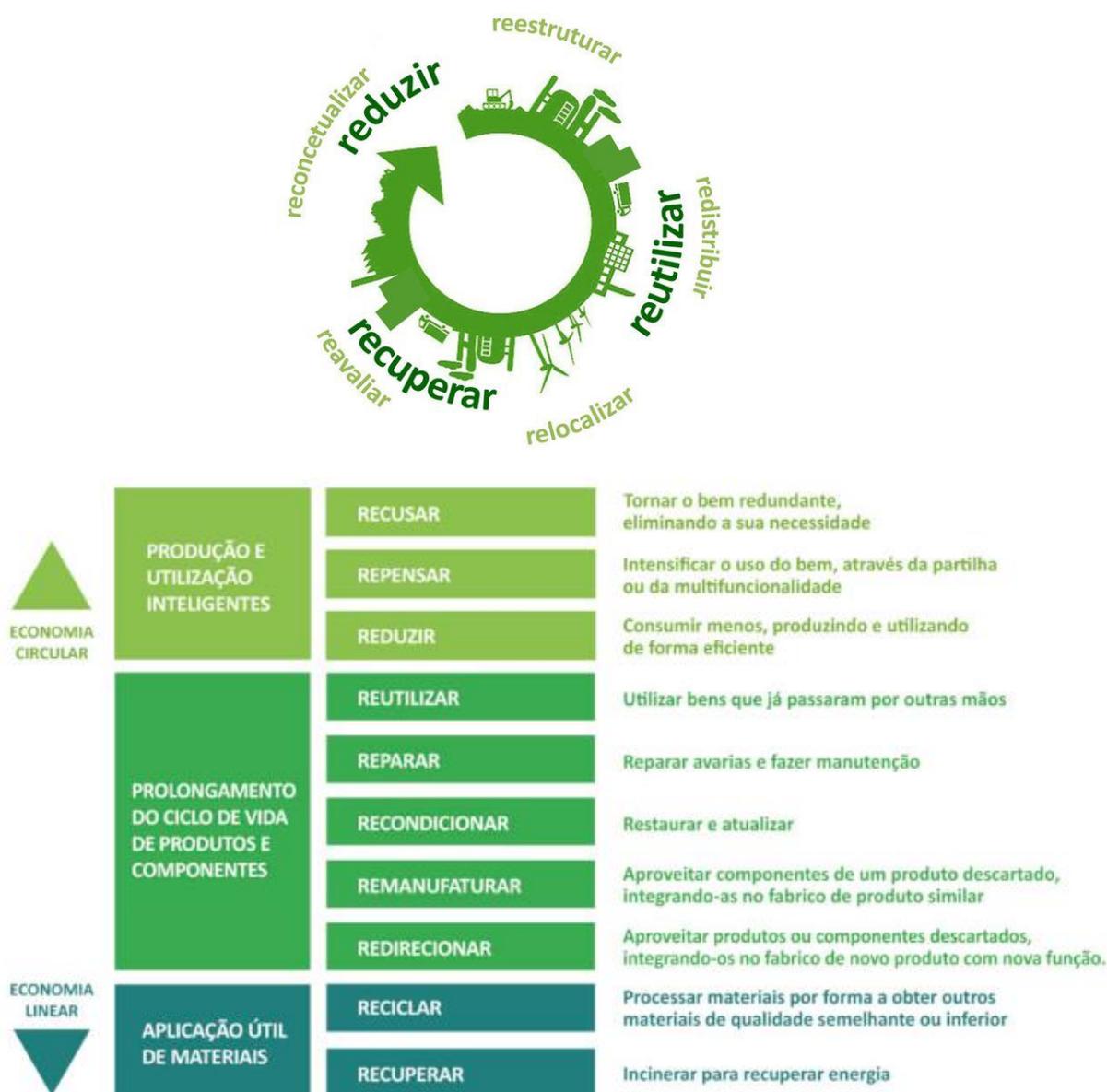
2.2. Do conceito econômico tradicional ao conceito da economia circular

As estratégias de circularidade, também referidas como "estratégias de prolongamento da vida útil dos recursos" (Blomsma & Brennan, 2017) ou "opções de retenção do valor dos recursos" (Reike, Vermeulen, & Witjes, 2018), têm a capacidade de preservar o valor dos recursos.

Estas estratégias são tipicamente agrupadas e conceitualizadas em várias estruturas R dos 3Rs (reduzir, reutilizar, reciclar), os 9Rs (Potting, Hekkert, Worrell, & Hanemaaijer, 2017) até os 10 Rs (Reike et al., 2018), nos quais eles estão posicionados em uma hierarquia que se baseia na medida em que retêm o valor dos recursos. Por exemplo, é principalmente mais eficiente em termos de recursos e menos desperdício manter uma cadeira desempenhando sua

função original através de reparos e reformas do que quebrá-la e reciclar os materiais (isto significaria uma maior perda de valor e este processo exigiria uma maior quantidade de energia e recursos).

Figura 12 – Os 3Rs

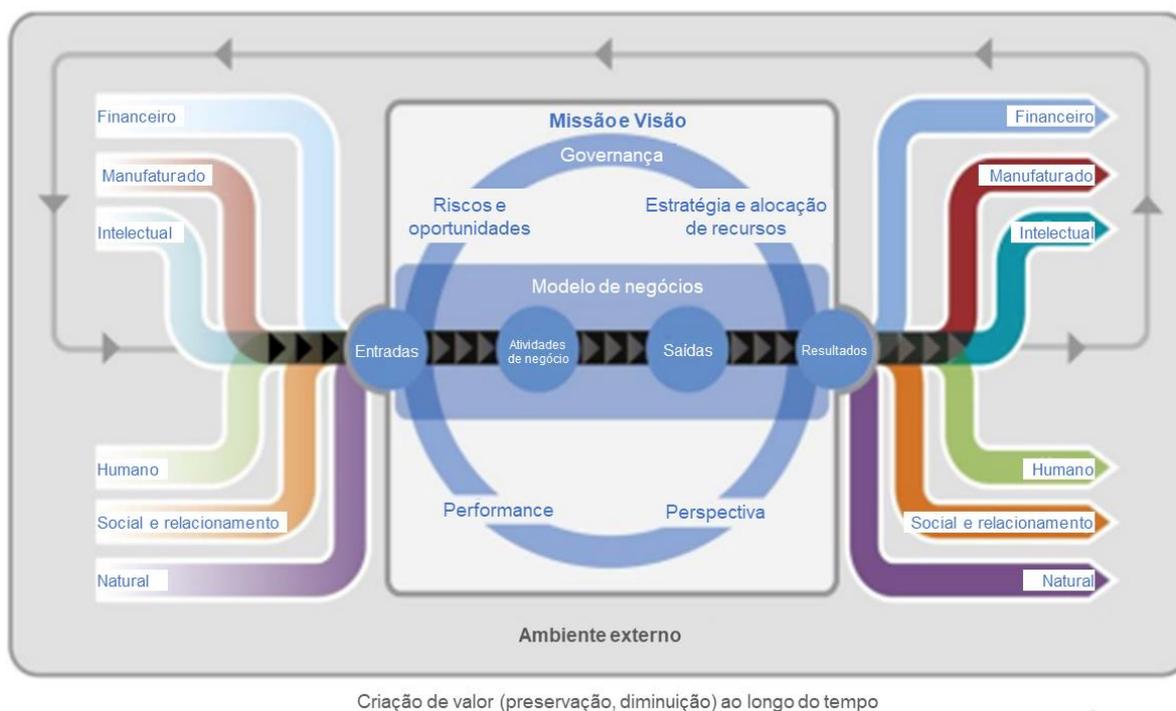


Fonte: Circular economia Portugal.org, 2021

De uma certa perspectiva, o aumento da Economia Circular é visto como crucial para alcançar a neutralidade climática até 2050 e implementar as Metas de Desenvolvimento Sustentável de 2030 (Comissão Europeia, 2014a, 2020a) no que tange à ênfase das necessidades em se reduzir a demanda por materiais, facilitando a extensão da vida útil,

reutilizando produtos e componentes e reutilizando materiais sem o processamento intensivo de energia.

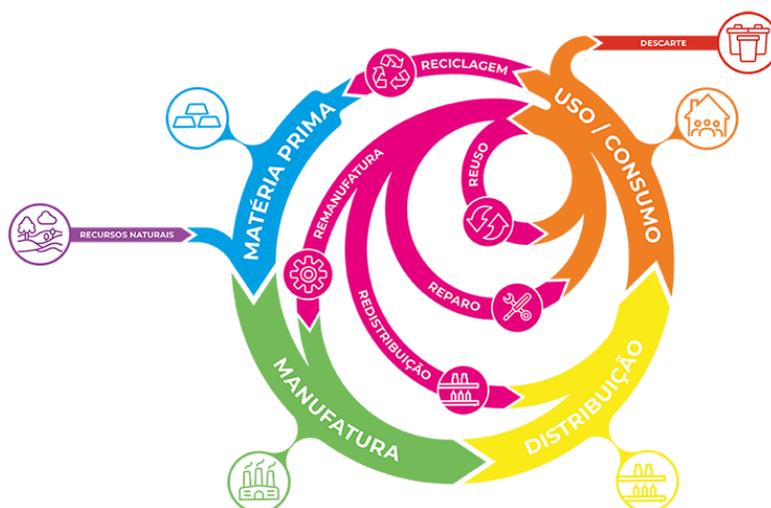
Figura 13 – Entrada, saída e resultados



Fonte: Adaptado de European board – 2018 (WBCSD - eit climate)

A EC é geralmente considerada a operar em diferentes escalas ou "níveis" de implementação, desde os níveis: **micro** (produtos, componentes), **meso** (edifícios e parques eco-industriais) e **macro** (cidades, ambiente construído). Em todas as escalas, o objetivo final de uma EC é desacoplar o crescimento econômico do consumo de recursos. Neste sentido, um fator frequentemente discutido no discurso da EC, particularmente em relação ao nível micro, é o papel dos modelos de negócios circulares e baseados em serviços, que visam aumentar a eficiência dos recursos e diminuir os impactos ambientais através da venda de serviços em vez de produtos (Nakajima, 2000). Nos modelos de negócios orientados para produtos, as empresas são incentivadas a maximizar as vendas de produtos. Nos modelos de negócios orientados a serviços ou sistemas de serviço de produto (PSS), as empresas são recompensadas por prestar um serviço que, por sua vez, incentiva o prolongamento da vida útil dos produtos e assegura que os produtos sejam utilizados com a maior eficiência possível de custo e material, pois os materiais e consumíveis tornam-se fatores de custo para a empresa e não para o consumidor (Tukker, 2015).

Figura 14 – Espiral técnica na EC



Fonte: Aterra ambiental, 2021 in <https://aterraambiental.com/economia-circular>

Além disso, o discurso contemporâneo da EC, em grande parte, tem sido conduzido por profissionais em ambientes empresariais e políticos (por exemplo, ver Fundação EllenMacArthur 2013), e as discussões conceituais a partir de uma perspectiva acadêmica ainda estão em um estado emergente (Korhonen, Nuur, et al., 2018). O conceito EC tem suas raízes em muitos campos disciplinares diferentes, e diferentes interpretações e definições coexistem dentro da indústria e do meio acadêmico (Blomsma & Brennan, 2017), o que pode tornar o conceito difícil de ser compreendido e capturado em uma única definição universal.

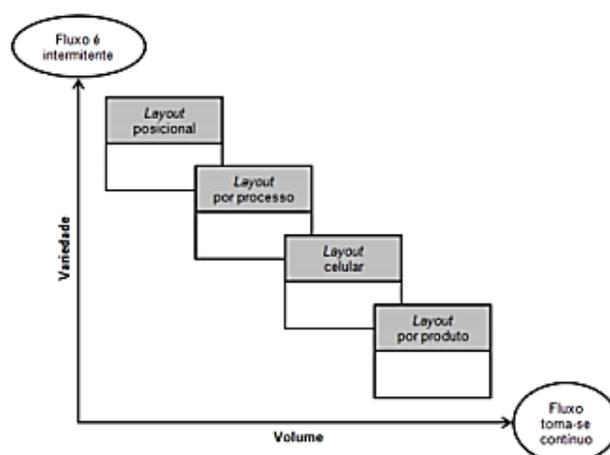
O PROJETO DA ECONOMIA CIRCULAR: O CICLO DE VIDA DO PRODUTO

O conceito de um modelo de negócio circular (MNC) foi desenvolvido em 2013 (Fundação EllenMacArthur. 2013) e rapidamente se tornou popular (Merli et al. 2018), oferecendo uma alternativa ao modelo de criação de valor linear. Ao implementar estratégias de reaproveitamento, o valor incorporado em produtos, peças e materiais durante a sua produção é retido ao mais alto valor para o máximo de tempo possível - idealmente para além de uma fase de utilização única. Isto está em contraste com a fase linear de modelos empresariais, onde o valor dos produtos é acrescentado a montante durante o fabrico e a produção, mas perde valor a jusante após uma fase de utilização única (Achterberg et al. 2016).

Um modelo de negócios que enfatiza uma abordagem abrangente e sistêmica as quais conduzem as suas atividades comerciais é chamado de flexível. Isso posto, fala-se no delineamento dos elementos em que se pensa que consiste em um modelo de negócio (ou seja, a criação de valor arquitetura') e é explicar como é criado, entregue e capturado o valor (Osterwalder e Pigneur 2010; Zott et al. 2011). A lente do modelo de negócio tem sido aplicada fora do campo da gestão tradicional, ao explorar como as empresas podem fornecer soluções para os desafios da sustentabilidade (Massa e Tucci, 2014). Um exemplo é o domínio dos modelos empresariais sustentáveis, onde o conceito de valor é alargado para além da empresa e dos seus clientes a outros interessados, tais como como o ambiente e a sociedade (Massa e Tucci 2014; Boons e Lüdeke-Freund, 2013).

Embora, esses modelos de negócios sejam mais comumente aplicados, com foco no ambiente, a dimensão da adoção de práticas da economia pode variar de empresa a empresa dependendo do seu nicho. Fazendo com que do ponto de vista ambiental, empresarial e social que mantenha o valor que está embutido nos produtos e materiais durante a sua produção pode gerar novas oportunidades de negócio (Bakker et al. 2014b), com foco na redução dos custos de material para as empresas (Moreno et al. 2016), ou criar novos empregos (IISD 2018; Wijkman e Skånberg 2015).

Gráfico 1 – Layout da EC



Fonte: PMBOK, 2013.

Para criar e captar este valor, são sugeridos diferentes tipos de Mapas de Fluxo de Valor (MFV) que podem ajudar a criar e captar valor das estratégias da EC. Uma tipologia amplamente utilizada é a Estrutura **RESOLVE** desenvolvida pela Fundação EllenMacArthur e distingue seis arquétipos de inovações de modelos de negócio: **Regenerate, Share, Optimise, Loop, Virtualise, and Exchange (Regenerar, Partilhar, Optimizar, Fazer Loop, Virtualizar, e Trocar)** (EllenMacArthurFoundation 2015a).

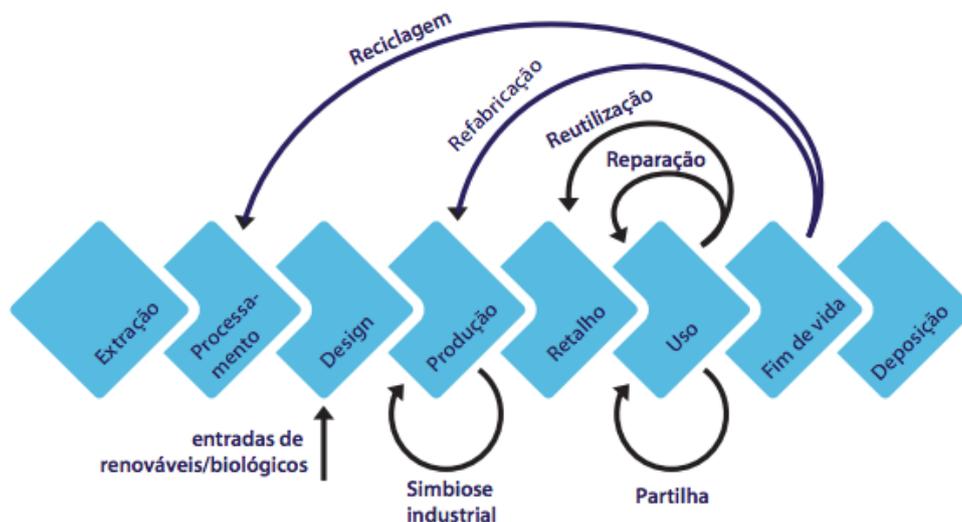
Segundo Andrade, F. (2021) “o mecanismo dos ecossistemas naturais – inteligência do planeta, ou inteligência ecológica a economia circular promove uma reorganização permeada pela coordenação dos sistemas de produção e consumo em circuitos fechados. Assim, é possível elencar alguns benefícios do modelo circular de economia:

1. Visa combater a volatilidade no preço das matérias-primas, limitando os riscos de fornecimento;
2. Gera novas relações com o cliente e desenvolve modelos tecnológicos e inovadores de negócio;
3. Melhora a competitividade da economia;
4. Contribui para a conservação do capital natural, redução da emissão de poluentes e resíduos”.

Um ciclo de vida de um projeto é uma "série de fases pelas quais um projeto passa desde o seu início até à sua conclusão". Chama-se fase de projeto o "conjunto de atividade logicamente encadeados que culminam com a realização de um ou mais produtos (Maket-share)". Uma vida ciclo fornece um quadro básico para a gestão de um projeto, e as fases do ciclo de vida escolhido

não muda com base no trabalho de projeto específico requerido. A fase, de planejamento integrado chama-se de elaboração progressiva” (F. EllenMacArthur, 2013).

Figura 15 – Caminho da reciclagem



Fonte: ciclo de vida – circular economy.org - Portugal

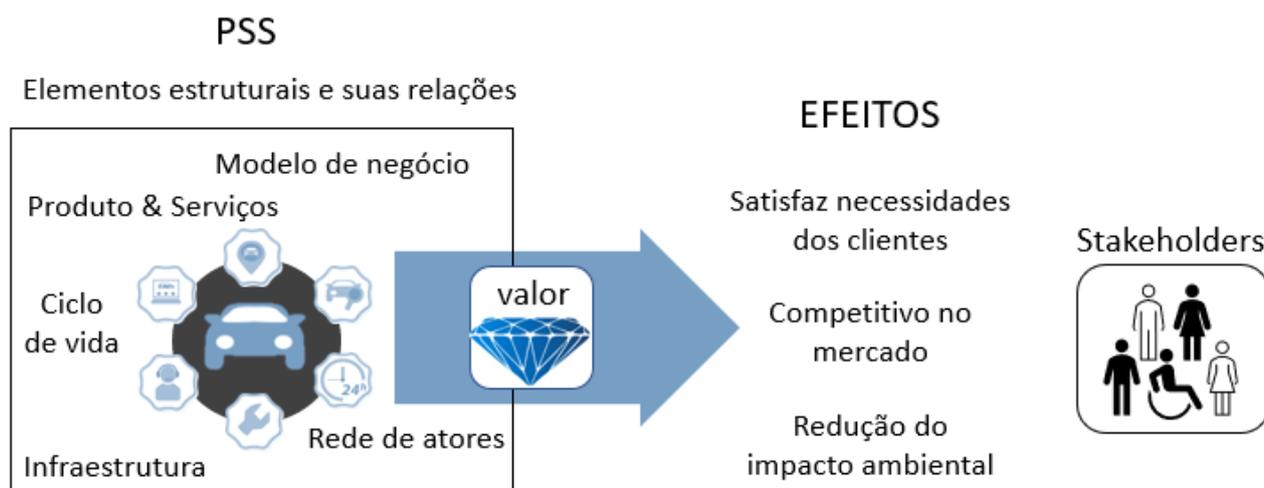
3.1. Etapas do novo design circular

Dentro da visão da EC “produtos e serviços são relacionados a um amplo conjunto de oferta, incluindo àqueles que dependem do produto externo, como reparo e reposição de peças, até aquelas que apoiam as ações do **cliente**, como garantia e treinamento (Gaiardelli et al., 2014). Desde à sua criação, **o termo PSS (Product Service System) já foi muito confundido com o termo servitização**, que surgiu em 1988 (11 anos antes do PSS) e hoje é entendido como o **processo** de transformação de uma **empresa** que fornecia produtos físicos em uma provedora de serviços integrados a produtos. **o PSS é um dos resultados da servitização”**

A tipologia PSS **podem ser divididas em dois blocos:**

- Elementos estruturais (com suas relações) e
- Objetivos de intenção da existência de um PSS.

Figura 16 – Estrutura do PSS

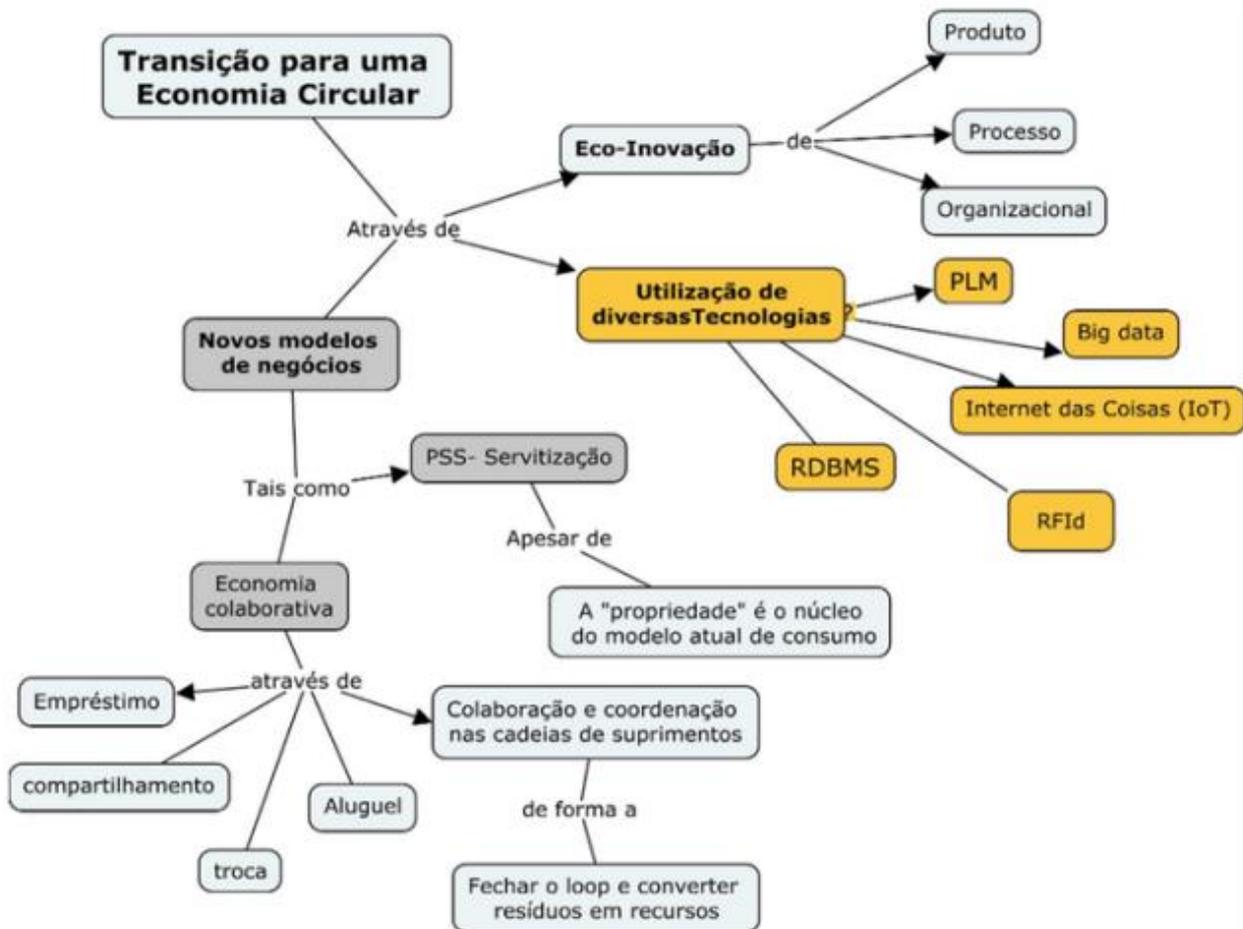


Fonte: a partir de Goedkoop et al. (1999 in <https://flexmethod4innovation.com/abordagem/pss>)

O PSS segundo Geissdoerfer et al. (2017), é um "sistema regenerativo em que a entrada de recursos e resíduos, onde as emissões e fugas de energia são minimizadas através da desaceleração, fecho e estreitamento do material e laços de energia. Isto pode ser conseguido através da concepção, manutenção, reparação e reutilização de longa duração, refabricação, remodelação e reciclagem" (p. 766). Relativamente à relação entre a Economia Circular e sustentabilidade, apresenta-se como uma ferramenta para o desenvolvimento sustentável, implementando através das três dimensões do desenvolvimento sustentável: desenvolvimento económico, ecológico e sustentabilidade social.

Logo, o interveniente, é focado, segundo Roloff, 2008, dentro da gestão das partes interessada (Freeman, 1984) que situa no centro das relações com as partes interessadas. De acordo com essa abordagem os *stakeholders* estão centrados na questão, do problema mútuo, crise, conflito ou fenómeno complexo, tendo por requerimento redes de múltiplos intervenientes, bem como o envolvimento ativo e a negociação dos interesses de várias partes interessadas. Assim, as partes interessadas representam um conceito chave na teoria das partes interessadas. Freeman et al. (2010) destacando a união de interesses que precisam negociar para criar interesses de sustentabilidade mútua, com base nos valores e prioridades das diferentes partes interessadas. Os interesses das partes interessadas não só caracterizam e diferenciam partes interessadas umas das outras, mas também explicar o porquê querem cooperar Kujala et al. (2019).

Fluxograma 4 – Transição para a EC



Fonte: Adaptado de BACOVIS, Marcia Maria C in Synthesizing the research on Circular Economy through the use of conceptual maps, 2019.

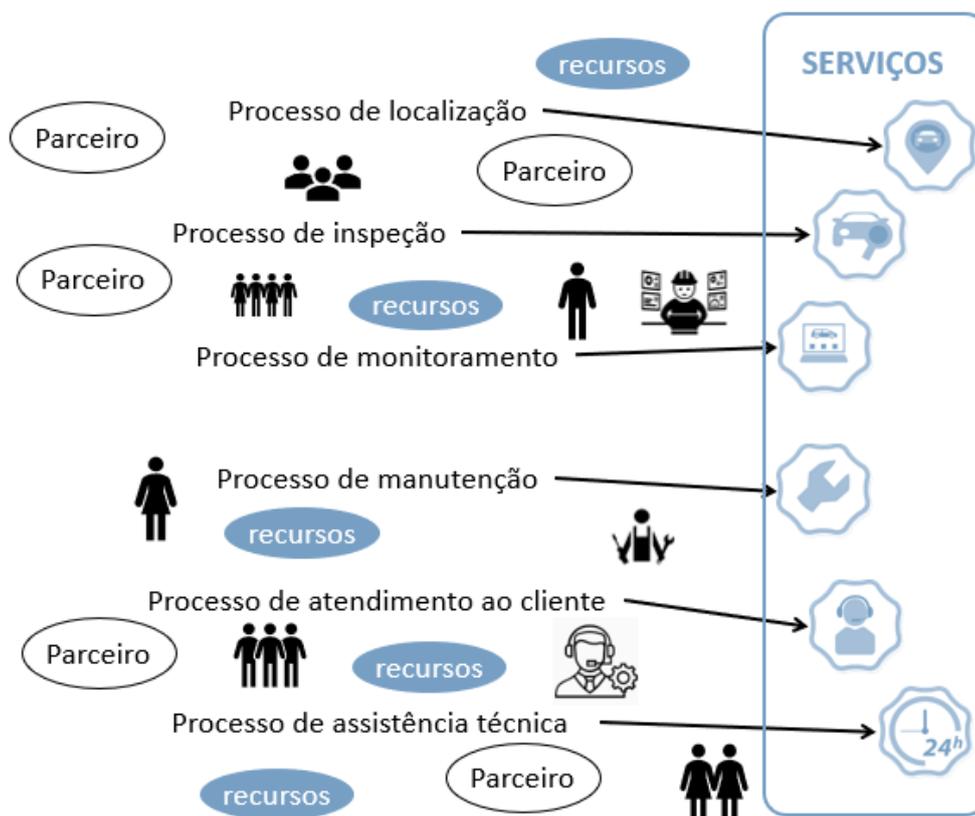
É definido por Sistema de Lean Product-Service Circular (CLPSS) uma combinação de produto circular tangível com intangíveis elementos de serviço de valor acrescentado, e o seu apoio relacionado fechado de redes e de infra-estruturas de laço. A condução à desmaterialização através da redução da criação de resíduos no fabrico e operações de serviços, e o consumo de materiais virgens, dentro de um sistema operacional restaurativo e regenerativo por desenho circular que possa satisfazer as necessidades dos clientes, dissociando a economia e o crescimento a partir do impacto ambiental e criação de novas receitas e fluxos de extensão do valor residual dos produtos.

Os modelos de negócio Circular Lean PPS (CLPSS) devem ser vistos como uma estratégia de inovação sustentável centrada na oferta eficiente de um sistema de produtos circulares e serviços de valor acrescentado, e sistemas circulares de apoio (*take-make-return*) para o cliente. O que, em conjunto, pode aumentar o valor em uso e alargar o valor residual dos

produtos por meio de reutilização, revenda, reparação, remodelação, re-manufaturaç o, canibaliza o e/ou estratégias de reciclagem rumo a zero - resíduos e novas receitas - flows.

Fluxograma 5 – Homem e a EC

Descri o do Car-sharing system



Fonte: a partir de Goedkoop et al. (1999 in <https://flexmethod4innovation.com/abordagem/pss>)

As fases do ciclo de vida do Circular Lean PSS podem ser divididos em dois grupos: **(a) concep o e engenharia – centrada sobre o desenvolvimento de pacotes de produtos-serviços circulares magros**, e **(b) gestão de opera es - centrada na gestão eficaz e gestão eficiente do fabrico e serviço de PSS atividades de aprovisionamento durante o seu funcionamento do modelo de negócio.**

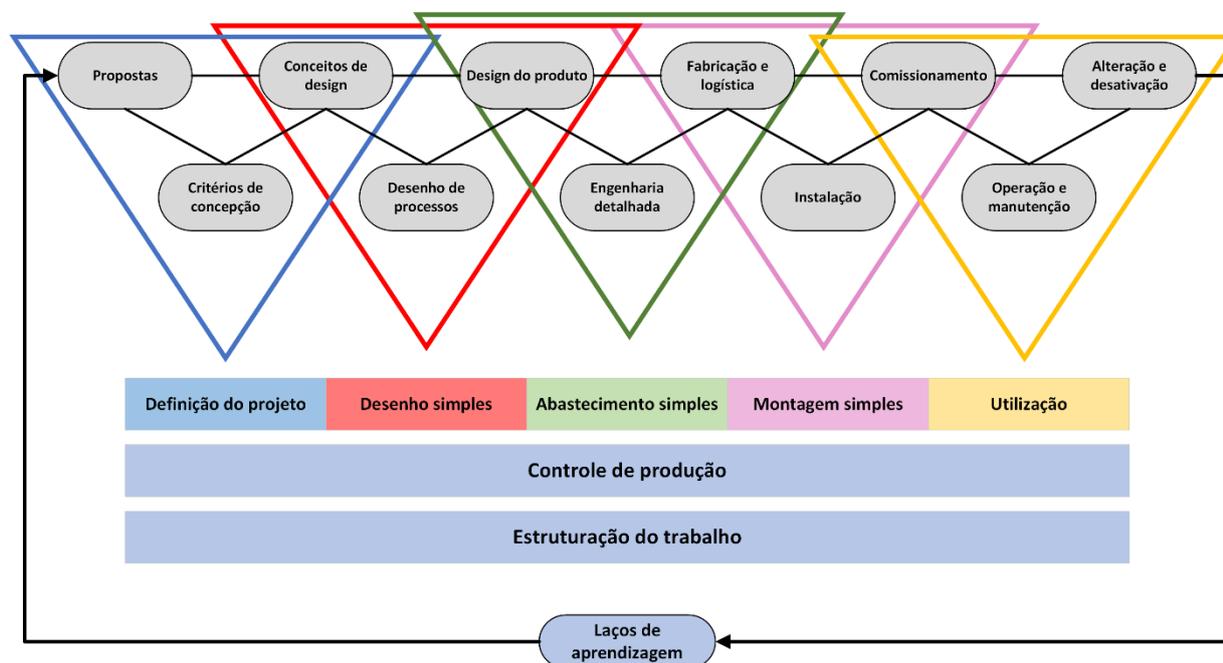
3.1.1. Concep o e Engenharia Circular Lean PSS

O desenvolvimento histórico dos modelos de processos do tipo *Lean Thinking* e *Lean Production* tiveram seu berço nos modelos do processo Toyota (Toyota System Production). O uso do termo "produ o enxuta", entende-se principalmente a concep o de processos modelos em constru o que emanam de referências com ramos ligados a desenvolvimento e

aplicação de conceitos de pensamento magro, tais como o Toyota System Production (TPS). O LCI - o Lean Construction Institute (EUA), definiu Lean através da seguinte redação: Lean é uma abordagem de projeto baseada na gestão da produção puxada pela entrega - uma nova forma de conceber e construir tendo por base a produção enxuta e sua gestão provocou uma revolução no fabrico, concepção, fornecimento e montagem. Como resultados, o lean tem uma iteração positiva dentro do processo diminuindo as externalidades negativas.

A visão circular Lean PSS tem como objetivo alcançar um ciclo fechado processos através de "servitização", usando "princípios lean", "informação" e "fluxos de material" bem compreendidos.

Figura 17 – Circuito fechado de uma EC



Fonte: Adaptado de Ballard, 2006.

A aplicação dos princípios do pensamento lean para apoiar o PSS, o design (de produção) e a engenharia são frequentemente mencionados na literatura como arquétipos de modelos de negócio que apoiam a transição de uma economia inear para uma Economia Circular. No entanto, muito limitada nos trabalhos de investigação que combinavam formalmente tanto o lean como um dos princípios circulares de uma forma integral, desencadeando a motivação para a concepção de uma demanda enxuta.

A concepção e engenharia do PSS Circular Lean está fortemente relacionada à utilização eficiente dos recursos, à melhoria das funcionalidades e/ou desempenho da proposta de valor

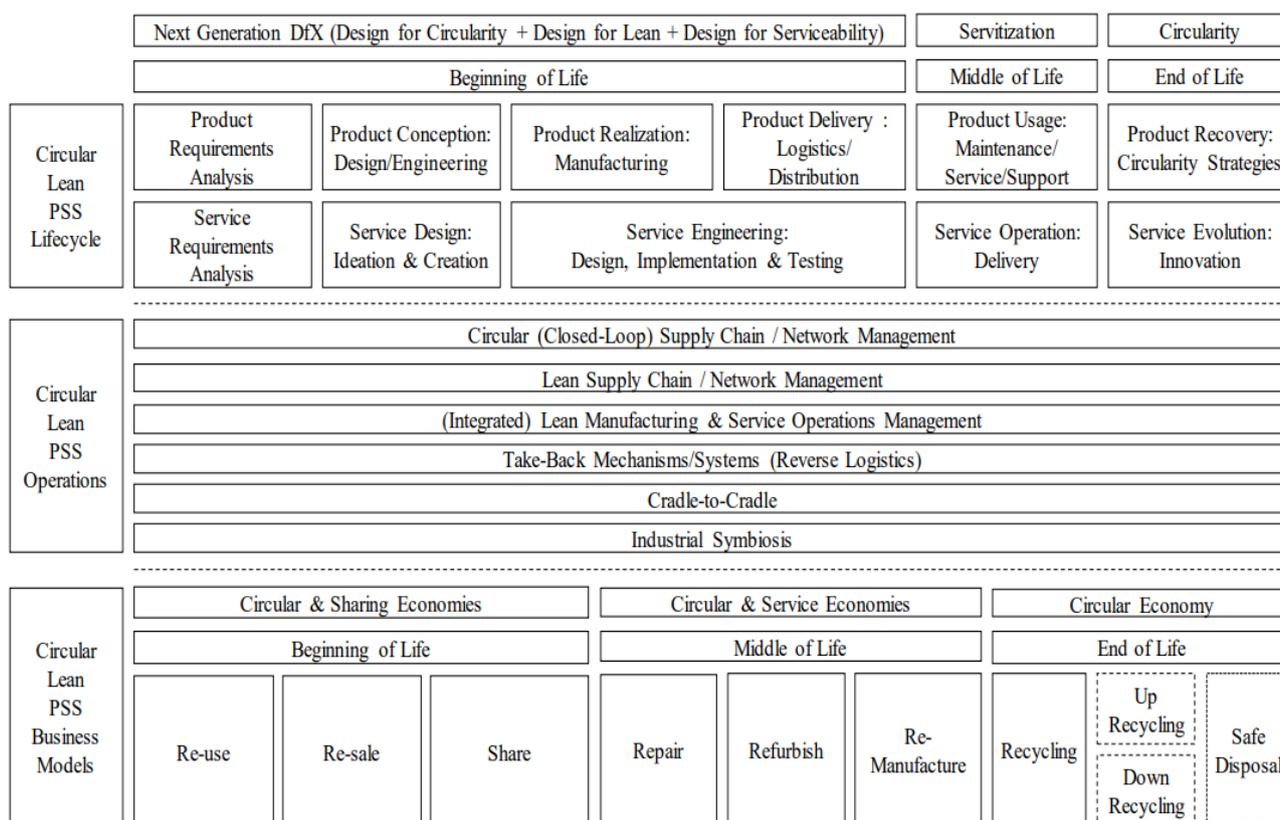
do cliente, e desenvolvimento de soluções integradas inovadoras através de pacotes de produtos-serviços que garantem uma responsabilidade alargada do produtor e/ou serviço(s) de administração para aumentar o valor do produto no fim da sua vida.

Com base no acima mencionado, na concepção CLPSS utiliza-se:

1. Fluxos de recursos e a eliminação de desperdícios [25].
2. Melhoria da funcionalidade e/ou desempenho da proposta de valor do cliente, centrada no que é possível associados à satisfação e aceitabilidade (certificação e normas).
3. Desenvolvimento de soluções integradas inovadoras através pacotes de produtos-serviços concentrados em processos de sincronização de produtos/serviços, incorporando o contributo do cliente no processo
4. Viabilização de um desenho sinérgico entre produto e serviços através de um processo de vanguarda da inovação.
5. Segurança dada uma responsabilidade alargada do produtor e/ou (produto) serviço(s) de administração refere-se ao "design para excelência da circularidade", incluindo princípios de concepção para fixação e confiança, durabilidade, padronização e compatibilidade, facilidade de manutenção e reparação, capacidade de atualização e adaptabilidade, e desmontagem e remontagem.

A ideia de circularidade dos recursos, em circuito fechado, flui com a concepção e engenharia dos PSS(s) que podem ser resumidas na necessidade para gerir de forma sustentável os recursos, especialmente os escassos e **não renováveis**. Entretanto, a ideia do lean é a de criar e eliminação de resíduos nos PSSs, podem ser resumidos em a abordagem 5R: Limpar, Configurar, Limpar e verificar, Conformidade, Costume e prática. Além disso, a melhoria contínua na concepção Circular Lean PSS é de extrema relevância devido à natureza de longa duração do uso do produto/serviço e no prolongamento dessa mesma vida útil, onde esses são concebidos para possibilidade de atualização, adaptabilidade, reconfigurabilidade, serviço e possibilidades de explorar o seu valor residual (por exemplo, re-fabrico e canibalização e/ou reciclagem).

Figura 18 – Modelo closed-loop – do tipo lean-PSS



Fonte: Romero, David & Rossi, Monica. (2017). Towards Circular Lean Product-Service Systems. Procedia CIRP. 64. 10.1016/j.procir.2017.03.133, 2017. Elsevier.

Nota: Esboço do PSS como empresa(s) única(s) ou em rede tendo em vista os CLPSS e as relações entre produtos e serviços num PSS ao longo dos seus ciclos de vida [por exemplo, 50] e na coordenação de uma cadeia ou rede de valor em circuito fechado

3.1.2. Gestão de Operações Circular Lean PSS

A aplicação dos princípios de gestão de operações PSS requerem uma combinação de 'fabrico' e de 'melhores práticas' de gestão de operações de 'serviços' e se dividem em Gestão de Operações de Fabrico (MOM) que é extensa e a Gestão de Operações de Serviço (SOM) preocupa-se com a concepção, gestão e melhoria contínua dos sistemas de serviços, incluindo o pessoal de serviço, tecnologia, práticas e processos envolvidos na realização de um certo nível de sistema de serviços desempenho e qualidade do serviço, minimizando ao mesmo tempo os custos e maximizando a utilização de recursos escassos e caros (minimização de custos), a SOM concentra-se nos sistemas de serviços de equilíbrio entre os quais os objetivos de qualidade de serviço (aceitação do cliente) e custo-benefício (receitas) fazem correspondência, ou necessidades do cliente, e execução de processos de serviço e gestão de pessoal de serviço.

3.2. Diferentes escalas de implementação

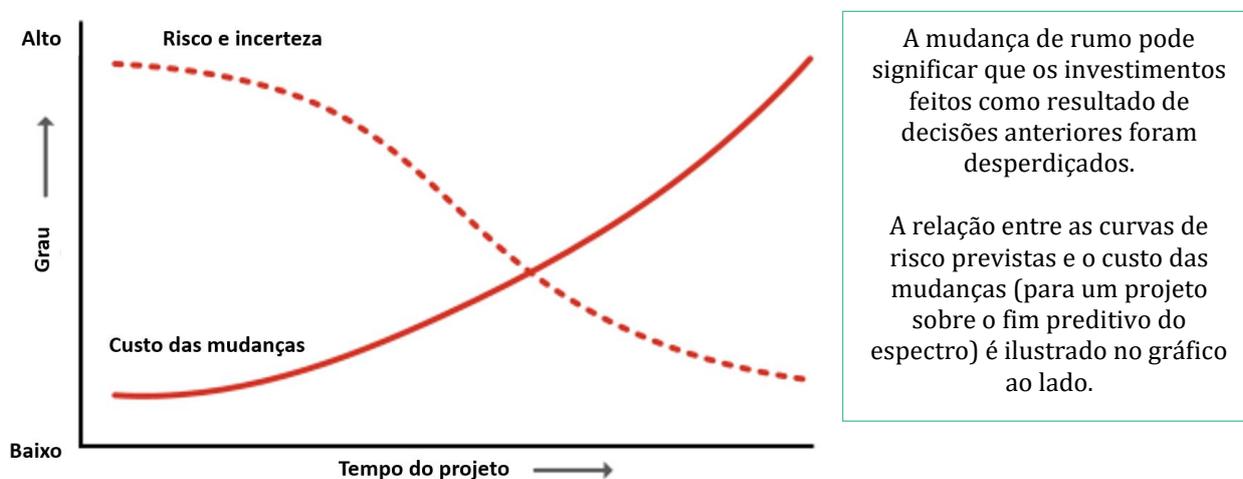
As características dos Ciclos de Vida dos produtos, seguem os ciclos de vida dos projetos que podem influenciar a forma como uma organização aborda projetos complexos ou de alto risco:

Custos e de pessoal: chamados de grupos de processo;

Custos de monitorização e Controle: chamados de grupo de execução

Curva acerca de risco/incerteza: chamados de planejamento

Gráfico 2 – Riscos e incertezas na EC



Fonte: Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guia)-Sexta Edição, Project Management Institute, Inc., 2017, Figura 1-3, Página 549. Material deste a publicação foi reproduzida com a permissão do PMI.

O ciclo de vida do produto tem três escalas: **Preditivo, Adaptativo e Híbrido**.

O **ciclo de vida preditivo**, também chamado ciclo totalmente orientado pelo planejamento ou clássico, é representado pelo "âmbito do projeto, e o tempo e custo necessários para entregar esse âmbito, são determinados tão cedo no ciclo de vida como possível". O ciclo preditivo também pode ser chamado de ciclo de **cascata**¹³, **sequencial ou consecutivo**, porque cada passo flui até ao próximo sem repetir passos anteriores. (no entanto,

¹³ Pode-se associar no ciclo de vida preditivo com a imagem de uma linha de dominó em queda. Se tiver visto uma queda dominó, sabe que os dominós individuais são dispostos primeiro cuidadosamente num padrão exato. O "mestre do dominó" (ou gestor de projeto, para os nossos propósitos) dá a primeira tacada. A menos que tenha havido uma falha no planeamento ou algum imprevisto e incontável a força externa intervém (imagine o efeito de um terremoto), o dominó cairá na encomenda antecipada e produzir um resultado satisfatório. (Claramente, um gestor de projeto precisa de permanecer mais envolvido do que isto, mas é apenas uma analogia). Do mesmo modo, num projeto preditivo ciclo de vida, as fases desdobram-se e desenvolvem-se da forma antecipada.

a elaboração progressiva irá ainda ocorrer durante o planejamento, ou seja, definição do escopo, planejamento e fases de execução devem estar claras). A capacidade de desenvolver planos detalhados antes da execução permite ao gestor do projeto prever uma sequência desdobrável de atividades que levarão a colocar em cada fase, evitando assim o risco e reduzindo os custos.

Gráfico 3 – Níveis de custo e pessoal em toda a estrutura genérica do ciclo de vida de um projeto

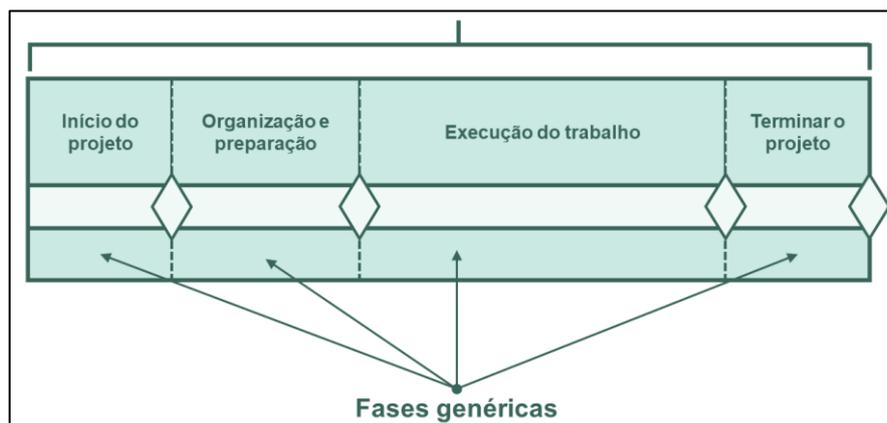


Fonte: PMBOK 2013.

O ciclo de vida adaptativo, também é chamado de ciclo ágil, iterativo e/ou incremental. Neste ciclo existe a forte presença de métodos de valoração de negócios via taxa de câmbio, expectativa de mudanças tecnológicas e forte ação dos intervenientes ou stakeholders. Neste ciclo existe forte impacto **no fluxo** (por exemplo, **Kanban**) e podem ainda se dividir em: **Iterativos**: quando o **Escopo é determinado no início**, influenciando prazo e custos pessoais, e não sendo determinados *ao longo do desenrolar* do projeto e **Incrementais** quando o término do projeto é induzido por meio de uma **sequência de iterações** que sucessivamente adicionam funcionalidade em um prazo predeterminado.

O ciclo híbrido, considera-se combinações de um ciclo de vida adaptativo e um preditivo.

Fluxograma 6 – Avaliação do ciclo de vida



Fonte: PMBOK, 2013.

Algumas métricas da Economia Circular:

- O Indicador de Circularidade Material (ICM): calcula a quantidade e intensidade da circulação a nível do produto e/ou da empresa (fluxos circulares e restaurativos). A ferramenta também permite comparar o seu desempenho com a média da sua indústria;
- A Avaliação do Ciclo de Vida (LCA): não é uma ferramenta dedicada à Economia Circular. Ajuda avaliar os impactos ambientais ou sociais de um sistema de produtos em cada etapa do seu ciclo de vida (desde a extração da matéria-prima até ao fim da sua utilização). Uma vez medida, fornece uma visão de como minimizar os impactos do capital natural e social;
- O Conjunto de Ferramentas da Economia Circular (CET): identifica e avalia o potencial de melhoria de circularidade dos produtos. Quanto aos instrumentos acima referidos, também fornece recomendações de melhoramento em cada etapa do ciclo de vida
- O Protótipo de Indicador de Economia Circular (CEIP): avalia o desempenho de circularidade de um produto no contexto da Economia Circular. O CEIP dá uma pontuação global (%) e um diagrama de radar com desempenho de cada etapa do ciclo de vida

O quadro na página seguinte fornece mais detalhes em cada um destes quadros de medição circulares.

Quadro 2 – Medidas de performance da EC

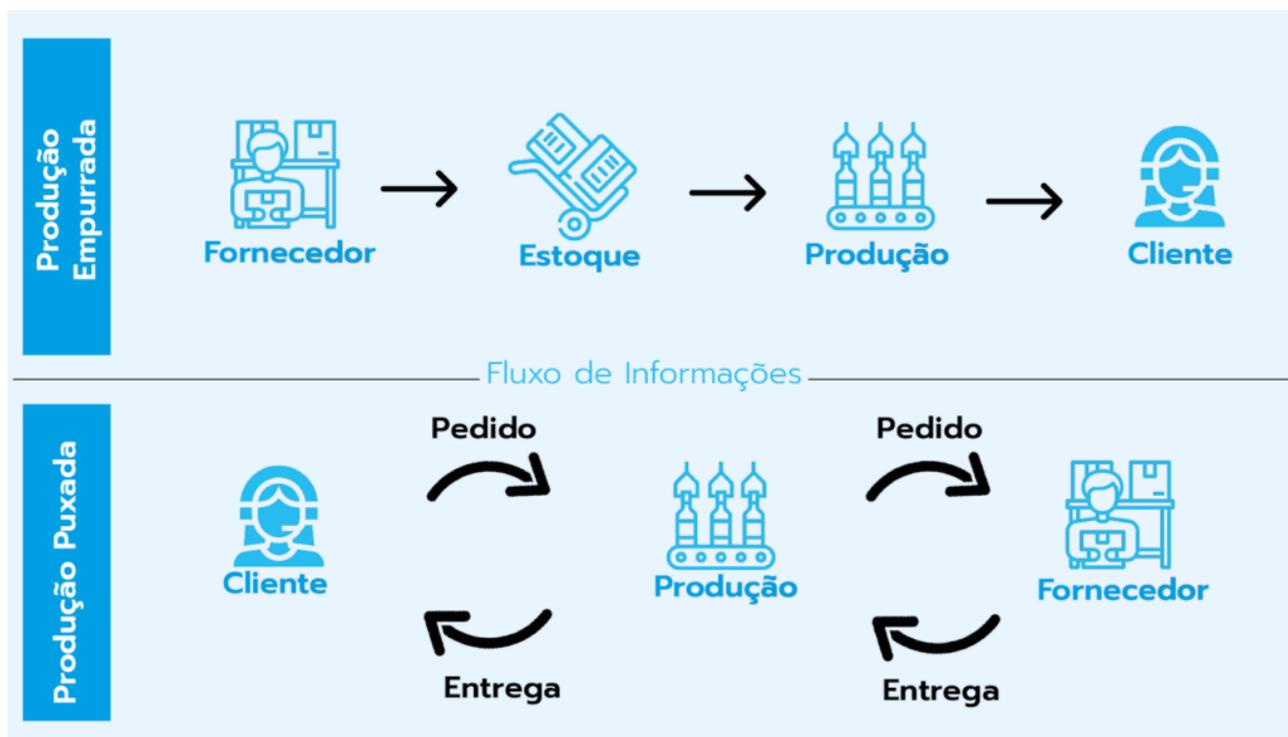
	Eficiência operacional	Desempenho de sustentabilidade	Criação de valor circular
Ambiental	Eficiência energética	Conteúdo reciclado	Valorização de resíduos
	Eficiência hídrica	Projetos circulares	Valor preservado
	Eficiência de materiais	Resíduos desviados de aterro	Intensidade EP&L
Social	Horas de trabalho por unidade	Partes interessadas engajadas	Empregos criados (diretos e indiretos)
	Nível de produtividade	Clientes alcançados	Início das empresas sociais
	Transparência da cadeia de mantimentos	# de acidentes ou incidentes	Contribuição econômica total
Financeiro	Custo de energia por unidade	Créditos de carbono	Receita circular
	Preço por unidade de recurso	Compras circulares	Porcentagem circular de portfólio
	Taxas de despejo de aterros sanitários	Poupança de custo do recurso	Produtos manufaturados vendidos

3.3. Caracterização do lean na criação de valor:

A produção do tipo lean atribui valor através de quatro pontos principais:

1. **Especificar valor** – A especificação e a definição do valor é o crítico ponto de partida. O valor só pode ser definido pelo cliente final e tem de ser expresso em termos de um produto ou serviço específico, que também de cumprir metas estabelecidas relativas, em termos: tempo, preço e qualidade. O valor tem de ser criado pelo produtor.
2. **Identificar o fluxo de valor** - O fluxo de valor (cadeia de valor) é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para a entrega de um produto ou serviço. O valor pode muitas vezes ser subdividida na tarefa - resolução (concepção) do problema, na gestão da informação (planeamento) e a tarefa física tarefa de transformação (fabrico).
3. **Fluxo** - Após a cadeia de valor ter sido mapeada e otimizada para evitar resíduos (muda) de diferentes tipos o próximo passo na entrega de valor é para pôr em prática um método de entrega eficiente do produto ou serviço.
4. **Puxar** - O princípio de puxar no pensamento lean foi criado para evitar resíduos na cadeia de distribuição devido a sobreprodução, produtos em armazém e falhas na produção devido, por exemplo, a falta de informação.

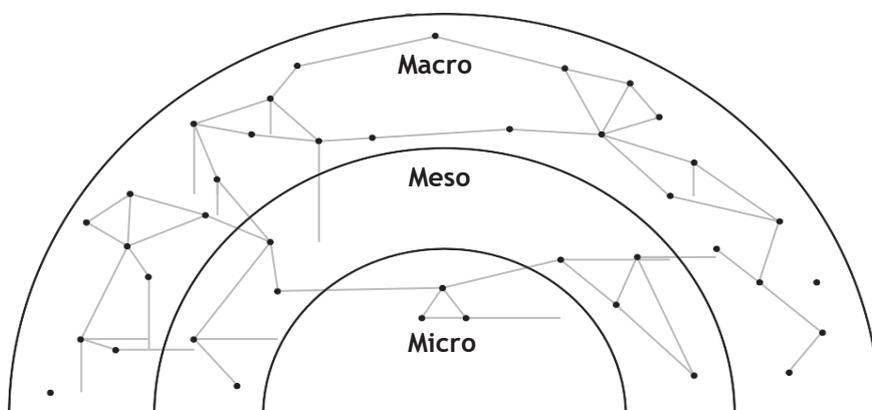
Figura 19 – Produção puxada e empurrada



Fonte: <https://eprconsultoria.com.br/producao-puxada>, 2021.

Pode-se considerar a EC para atuar em diferentes escalas de implementação. A taxonomia guia do **nível micro** (produtos, componentes), **nível meso** (edifícios e parques eco-industriais) e **nível macro** (cidades, ambiente construído; Ghisellini, Cialani, e Ulgiati 2016; Kirchherr, Reike, Hekkert 2017a; Pomponi e Moncaster 2017) fornecem uma classificação estrutural e útil para distinguir as diferentes escalas e contextos em que existem atividades de projeto relacionadas à EC.

Figura 20 – A perspectiva de projeto sistêmico



Fonte: adaptado EllenMacArthurFoundation 2015.

A EC, é um desafio que se estende além dos limites da economia escala e dos arranjos internos. Como ilustrado na Figura 20, o projeto sistêmico e as abordagens interdisciplinares são cruciais para permitir que os projetistas considerem as interações entre diferentes escalas de implementação (por exemplo, micro, meso, macro). Afinal, o projeto de produtos que são circulares depende do projeto de sistemas inteiros que são circulares, que dependem de cadeias e redes de valor complexas com numerosos atores. A Figura 20 também mostra que as diferentes escalas de implementação estão "conectadas" e se expandem em complexidade; no contexto de uma EC, as linhas que separam estas escalas se tornam cada vez mais indefinidas.

Existem estruturas e métodos de projeto que facilitam uma abordagem sistêmica e integram a interação entre diferentes escalas, como o modelo de projeto multinível proposto por Joore e Brezet (Joore & Brezet, 2015), projeto de sistemas completos (Blizzard & Klotz, 2012; Charnley et al., 2011; A. I. Gaziulusoy & Brezet, 2015) e PSS sustentável (Ceschin, 2013; E. Manzini & Vezzoli, 2003; Vezzoli, Ceschin, Diehl, & Kohtala, 2015). Nogueira et al. sugeriram o uso de oito capitais como lentes de inovação para a CE (natural, financeira, fabricada, digital, humana, social, cultural, política) para promover o pensamento sistêmico e capturar todo o escopo da dinâmica dentro de um sistema e também propuseram a abordagem participativa de 'infra-estrutura' para abordar contextos de múltiplos níveis e encontrar colaborações potenciais entre os atores (Nogueira, Ashton, & Teixeira, 2019; Nogueira, Ashton, Teixeira, Lyon, & Pereira, 2020).

Quadro 3 – Informações de indicadores de circularidade

	Quais informações fornece?	Como se parece?	Requer quais dados de entrada?
Indicador de Circularidade de Material (MCI)	<ul style="list-style-type: none"> Quantidade e intensidade da circulação (fluxos restauradores e circulares) em produtos e/ou níveis corporativos Comparação de performance com a indústria em geral 		<ul style="list-style-type: none"> Lista de materiais Componentes reciclados/reutilizados e materiais no fim do uso Eficiência da reciclagem Duração e intensidade do uso
Avaliação do Ciclo de Vida (LCA)	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação dos impactos ambientais de um sistema de produto em cada etapa do seu ciclo de vida (da extração do material bruto até a reciclagem) Recomendações para minimizar o impacto 		<ul style="list-style-type: none"> Processos de um sistema de produto durante seu ciclo completo Materiais e energia que entraram em cada etapa Saída de resíduos em cada etapa
Ferramentas da Economia Circular (CET)	<ul style="list-style-type: none"> Identificação e avaliação do potencial de melhoria da circularidade de produtos Recomendações de melhoria para cada passo do ciclo de vida 		<ul style="list-style-type: none"> Responder 33 questões conectadas aos passos do ciclo de vida, do projeto à reciclagem
Protótipo de Indicador de Economia Circular (CET)	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação da performance de circularidade de produto no contexto da economia circular Pontuação geral (%) e um gráfico de radar com a performance de cada passo do ciclo de vida 		<ul style="list-style-type: none"> Responder 15 questões conectadas aos passos do ciclo de vida, sobre o fim de vida

Fonte: Nogueira et al. Indicadores de Circularidade da EC, 2019.

3.3.1. Nível Micro - Projeto circular de produtos

Neste âmbito se apresenta uma estrutura de design conceitual para estratégias de design para CE, baseada na análise sistemática de várias estratégias de Design para Excelência (DfX). Bocken et al. (2016) apresentando uma estrutura de design que incorpore a terminologia de abrandar, fechar e estreitar laços de recursos e fornece uma visão geral do design de produtos e estratégias de modelos de negócios que podem ser utilizados para mudar para uma EC. A desaceleração de *loops* de recursos pode ser obtida projetando produtos de forma a prolongar sua vida útil, por exemplo, através de design para reparo e manutenção e design para durabilidade (funcional, emocional e estética) (C. Bakker, Wang, Huisman, & Den Hollander, 2014; van Nes & Cramer, 2006). O fechamento de circuitos de recursos refere-se ao projeto de produtos para que os componentes e materiais que possam ser eventualmente reutilizados e reciclados. Isto pode ser alcançado, por exemplo, através do projeto para desmontagem (DfD; Go, Wahab, e Hishamuddin 2015).

A redução dos *loops* de recursos refere-se principalmente à otimização do produto através do uso mais eficiente dos recursos, por exemplo, evitando o projeto excessivo, a desmaterialização e o uso mais intensivo do produto (Allwood, 2018; Allwood et al., 2011). Den Hollander (2018) desenvolveu a metodologia de design '*Design for Managing Obsolescence*', que substitui a noção de produtos que se transformam em desperdício na fase EoL pelo enquadramento alternativo da obsolescência¹⁴, que era a princípio um estado implacável e que não podia ser resistido, adiado e revertido através de várias abordagens de design. Esta metodologia permite que os designers industriais sincronizam os projetos de produtos e modelos comerciais para maximizar o potencial de circularidade.

Pesquisas anteriores também discutiram o papel das soluções PSS e das tecnologias digitais como viabilizadores da economia circular. Como discutido anteriormente, o PSS pode promover relacionamentos mais longos com os clientes e incentivar a extensão da vida útil dos produtos, a redução do impacto ambiental e possibilitar o bem-estar social e a prosperidade econômica (Vezzoli et al., 2015). Além disso, espera-se que as tecnologias inteligentes e das IoT¹⁵ transformem produtos físicos em sistemas ricos em feedback que possam coletar dados durante o uso do produto e possam melhorar a conexão entre produtores e designers e a vida útil dos produtos (Alcayaga, Wiener, & Hansen, 2019). Os dados de feedback também poderiam

¹⁴ Além disso, há também várias ferramentas que foram introduzidas por profissionais como o Guia de Projeto Circular (Ellen MacArthur Foundation & IDEO, 2017) e literatura cinza (Bakker et al., 2015; Haffmans et al., 2018).

¹⁵ IoT – acrônimo de internet das coisas.

ser utilizados pelos projetistas para analisar como os produtos são usados e descartados, melhorar o projeto técnico e fomentar a fixação e a confiança do produto (Ingemarsdotter, Jamsin, Kortuem, & Balkenende, 2019).

3.3.2. Nível Meso - Projeto circular de edifícios

Na escala meso, a implementação da economia circular e do projeto relacionado a esta é frequentemente discutida no contexto dos edifícios e do setor de construção. Uma forma de avançar em direção a um ambiente construído circular é estender a vida útil dos edifícios através de várias abordagens de projeto, tais como projeto adaptativo e reutilização, e projeto para reparo e remanufatura. As práticas de PSS são discutidas como relevantes para o contexto do ambiente construído, pois estes sistemas poderiam ajudar a facilitar as atividades de manutenção e prolongamento da vida útil dos edifícios através da reutilização adaptativa e do uso mais eficiente dos edifícios (por exemplo, compartilhando princípios de economia), o que poderia diminuir o consumo de recursos e limitar o crescimento do estoque de edifícios (Fagnoli et al., 2019; Joensuu et al., 2020). Tecnologias digitais como passaportes materiais (conjuntos digitais de dados descrevendo materiais e componentes em produtos e sistemas) e gêmeos digitais (clones virtuais de sistemas ou subsistemas, por exemplo, produtos ou edifícios) também são considerados facilitadores do design circular, pois tais soluções podem fornecer informações sobre o uso atual, recuperação e reutilização de materiais e componentes e informar designers e tomadores de decisão sobre a reversibilidade técnica e espacial de artefatos de design (Debacker et al., 2017). Entretanto, as práticas da EC no ambiente construído têm se concentrado principalmente no gerenciamento de resíduos e na minimização e reutilização de resíduos de construção e demolição (Joensuu et al., 2020; Munaro, Tavares, & Bragança, 2020). Cambier, Galle e Temmerman (2020) onde apresentam uma visão geral das ferramentas de projeto disponíveis que são relevantes para a construção circular em diferentes estágios do processo de projeto e as dividiu nas seguintes subcategorias: Ferramentas de princípio de projeto, ferramentas de análise de fluxo de materiais, ferramentas de avaliação do ciclo de vida, etiquetas de materiais e produtos, plataformas de materiais reutilizados, ferramentas de passaporte de materiais, ferramentas de custo do ciclo de vida e plataformas de compartilhamento de conhecimento.

3.3.3. Nível Macro - Projeto Circular das Cidades

Na escala Macro, a visão da economia circular é avultada em relação à dinâmica dos centros urbanos visto que esses “oferecem muitas vantagens aos seus cidadãos, especialmente

nos países em desenvolvimento, proporcionando mais possibilidades de emprego, de redução da pobreza, de educação e de acesso à cultura, a cuidados de saúde e apoios sociais” (Lemos, 2018). Nesta mesma visão existe uma nova gestão chamada de gestão do metabolismo urbano, onde não se pode destruir o que já está construído, mas reinventar as construções e o processo de mobilidade e acessibilidade. Nessa mesma conjunção nasce o conceito de cidades inteligentes alimentando à infraestrutura através da IoTs de modo a utilizar esse potencial (da internet das coisas) para reduzir o consumo de recursos e tornar as cidades mais resilientes e sustentáveis. A perspectiva ecológica urbana sobre a otimização oferece um enquadramento benéfico para o entendimento de cidade circular qual seja o conceito de ecossistema urbano onde os ecologistas urbanos descrevem uma cidade como um ecossistema artificial heterotrófico (Odum, 1983). O ecossistema urbano, contém sistemas individuais e aninhados de 3 esferas interligadas: o ambiente natural, construído e socioeconómico (McDonnell, et al 2009). A economia é uma só (importante, mas não dominante) neste sistema complexo.

CONSUMO SUSTENTÁVEL A PARTIR DA CONCEPÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR

Uma das principais razões dos problemas ambientais é o consumo linear dos recursos naturais (PNUMA2012). A agenda 21 estabeleceu um quadro para a gestão de estilos de vida insustentáveis e dedicou um capítulo à "Mudança dos Padrões de Consumo" (Nações Unidas 1993). Desde então, o consenso geral tem sido que o consumo sustentável não só é importante, mas também necessário para o futuro (Nielsen 2011).

A investigação sobre consumo sustentável tem como objetivo compreender e promover comportamentos de consumo conducentes ao desenvolvimento sustentável (Reich e Thøgersen 2015). O consumo sustentável é frequentemente utilizado como sinónimo de um comportamento ecológico, verde,

Além disso, há uma ambiguidade e uma infinidade de definições em torno da EC, e os profissionais parecem interpretar a EC de diferentes maneiras (incluindo designers industriais e arquitetos). Portanto, parece necessário investigar a implementação de uma linguagem comum de projeto e estruturas universais de projeto e explorar formas e ferramentas para alinhar definições e perspectivas sobre a EC em um contexto multi-stakeholder. Finalmente, uma contribuição adicional desta tese é o fornecimento da perspectiva combinada de design industrial e arquitetura, que são duas disciplinas de design que não são tipicamente investigadas em conjunto, mas que certamente devem interagir mais estreitamente na transição para uma EC.

Os elementos estão interligados e as ligações entre eles são efetuadas regular e repetidamente (Shove et al. 2012). Assim, as práticas consistem tanto em fazer como em dizer - tanto a atividade prática como as suas representações (Warde 2005) - e requerem desempenho para a sua existência (Warde 2005; Shove et al. 2012).

Com base na conceptualização de Haines-Gadd & Charnley, esta investigação investiga o valor para o ambiente, economia, sociedade e clientes. O termo "clientes" é considerado como mais precisos do que "consumidores". No caso de modelos de retenção de valor, o que é valor é

criado para estes diferentes os intervenientes variam de acordo, por exemplo, com a estratégia do setor ou da EC. Os indicadores devem ser selecionados, com base num caso, como sugerido na avaliação da sustentabilidade (LüdekeFreund et al. 2017; Turcu 2013). A literatura econômica observa que as contribuições sobre vários tipos de modelos de retenção de valores específicos para a implementação da EC e pode proporcionar vantagens comerciais e industriais. Isto inclui novas oportunidades de negócio, tais como a recuperação de produtos ou materiais anteriormente descartados (Bakker et al. 2014b), mas também novas fontes de receitas (por exemplo, revenda de produtos no mercado pós-venda) ou poupança de custos (por exemplo entrada de material secundário, taxas de tratamento de resíduos evitadas) (Moreno et al. 2016).

4.1. Alguns exemplos de vantagens ad hoc:

Materialidade: O aspecto material engloba objectos, infra-estruturas, tecnologia, ferramentas, hardware e o corpo (Hand, Shove e Southerton 2005). Quase todas as práticas incluem o consumo de materiais e a sua utilização (Reckwitz 2002). Schatzki (2002) enfatiza o papel dos materiais na formação das ligações para fazer de uma prática uma entidade. Warde (2005, p.131) prossegue delineando que "o consumo ocorre à medida que os artigos são apropriados no decurso do envolvimento em práticas particulares e que ser um profissional competente requer apropriação dos serviços necessários, posse de ferramentas apropriadas, e devoção de um nível adequado de atenção à conduta da prática". Shove e colegas (2012) materializam então mais teorias práticas usando o termo "coisas".

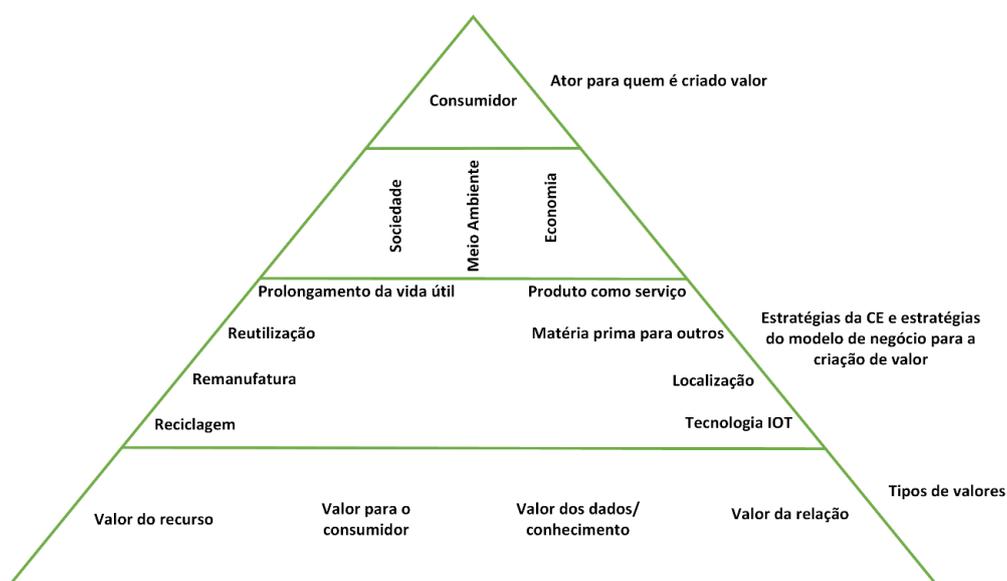
Significância: são ideias socialmente partilhadas associadas à prática que lhe dá sentido (Shove et al. 2012). Schatzki (2002, p.80) utiliza o termo estrutura teleafetiva para ilustrar "uma gama de fins aceitáveis ou corretos, tarefas aceitáveis ou correctas a realizar para esses fins, crenças aceitáveis ou correctas (etc.) dadas as tarefas específicas que são realizadas para esses fins, e até mesmo emoções aceitáveis ou corretas a partir das quais o fazem", trazendo assim a socialidade para a prática. O seu ponto de vista sublinha como a coisa certa a fazer é diferente do que é racional fazer (Schatzki 1987, p.120). No entanto, o significado representa o significado social e simbólico de realizar a prática (Shove et al. 2012, p. 23).

Competência: A competência consiste em certas emoções em certos momentos e know-how sobre como se comportar na prática (Reckwitz 2002). As práticas possuem um tipo específico de conhecimento, compreendendo o mundo e tendo o know-how necessário, querendo e sentindo de uma forma específica (Reckwitz 2002). Além disso, a competência não

se refere apenas ao fazer humano, mas está também incorporada nas coisas (Watson and Shove 2008). O corpo é o que põe em acção as práticas, uma vez que os indivíduos são portadores de práticas que realizam práticas constantemente (Reckwitz 2002). Na sequência de Reckwitz (2002), os corpos não são apenas instrumentos, mas as práticas são "rotinas de práticas corporais". Shove et al. (2012) combinam todos os tipos de compreensão e conhecimentos práticos num elemento de competência. A competência é, assim, um pacote de conhecimentos práticos, formas de compreensão e aptidões. As teorias da prática sublinham frequentemente que o desempenho na prática não é normalmente consciente (por exemplo, Warde 2005). Um praticante competente faz o que faz sentido para si próprio e recorre ao significado, regras e objetivos futuros do passado (Schatzki 2002).

A questão principal relativa à teoria da prática em termos de consumo sustentável é como é que a teoria da prática poderia informar a mudança no sentido de um consumo mais sustentável. Ou, como é que o consumo insustentável está incorporado nas práticas de consumo. A maior parte dos estudos de consumo sustentável adoptaram a abordagem individualista, mas a perspectiva de consumo contemporânea reconhece a importância de examinar as estruturas sociais por detrás do consumo (Spaargaren 2003; Welch 2017). Aqui, a perspectiva da teoria da prática é especialmente útil à medida que se afasta da análise do comportamento individual para a análise das práticas sociais (Warde 2005; Røpke 2009). Assim, a teoria da prática oferece uma saída para a diferença de atitude-comportamento e a sua problemática (Welch e Warde 2015).

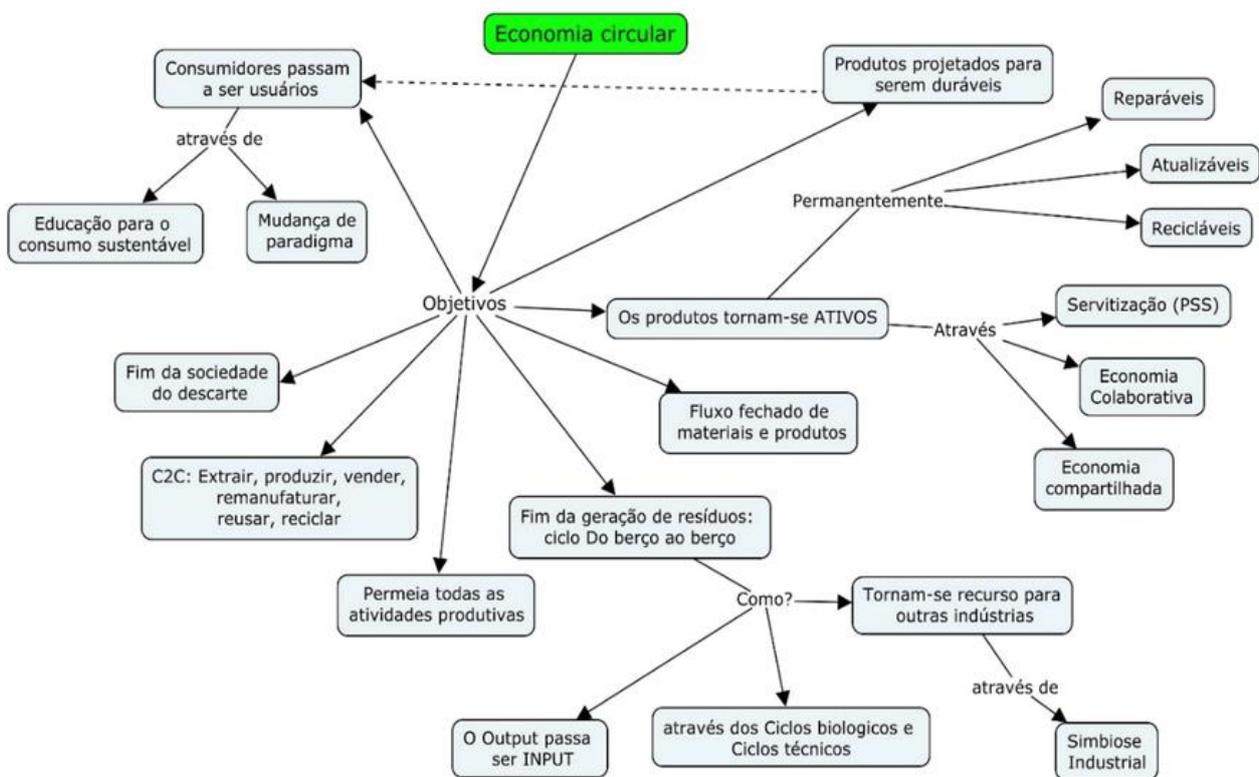
Figura 21 – Triângulo de oportunidades da EC



Fonte: Circular Business Model Design Business Opportunities from Retaining Value of Products and Materials, Nubholz, J,2020.

Um fluxo recente de estudos de consumo sustentável que toma a perspectiva da teoria da prática argumenta que um desafio principal na mudança do consumo cotidiano é o fato de ser composto por rotinas que não são ativamente refletidas (Jaeger-Erben, Rückert-John e Schäfer 2015). Os hábitos de rotina estão embutidos no contexto social e material (Shove and Warde 2002, Jaeger-Erben et al. 2015). A teoria da prática permite centrar-se na natureza emergente das práticas e, portanto, na mudança de comportamento (Hargreaves 2011; Halkier et al. 2011).

Figura 22 – Geração de resíduos



Fonte: Adaptado de BACOVIS, Marcia Maria C in Synthesizing the research on Circular Economy through the use of conceptual maps, 2019.

Assim, uma questão central para o consumo sustentável da perspectiva da teoria da prática é como mudar hábitos (Sahakian e Wilhite 2013). A natureza elementar das práticas apresenta a forma como as práticas evoluem à medida que os elementos estão ligados e desvinculados. Assim, uma mudança para um consumo mais sustentável requer uma mudança em qualquer dos três elementos das práticas (Sahakian e Wilhite 2013). As práticas mudam quando as ligações ou os elementos mudam. Para criar práticas mais sustentáveis, estas ligações devem ser quebradas antes que as antigas práticas possam ser substituídas (Shove et al. 2012). As formas como os diferentes elementos de prática configuram a prática de consumo

e a dinâmica entre todos eles têm potencial transformacional para o consumo sustentável (Magaudda 2011; Shove et al. 2012). Isto é especialmente verdade porque as práticas estão constantemente a mudar e a ser refeitas (Shove 2003; Hand et al. 2005).

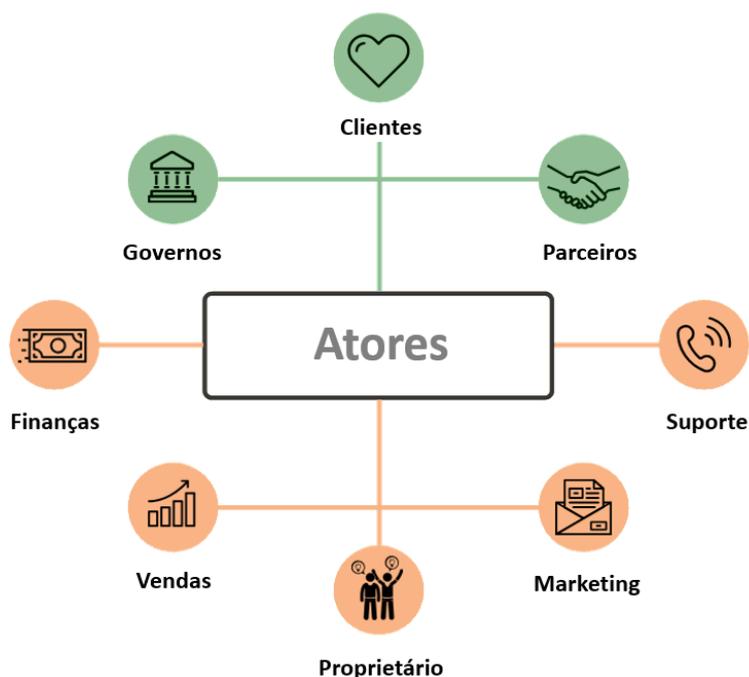
4.2. A visão dos Stakeholders

O termo Stakeholder é definido como "qualquer grupo ou indivíduo que possa afetar ou seja afetado pela realização dos objectivos da organização" (Edward, 1984; Liu et al., 2018). De uma direção contexto, a participação e o envolvimento das partes interessadas são vias significativas, que são consideradas como um processo transaccional para acomodar as preferências dos seus vários grupos de interessados.

As partes interessadas podem ser internas e externas a uma organização com ambos os papéis de significado tipográfico. Além disso, os stakeholders externos são considerados como fontes imperativas de inovação que impulsionam os gestores nacionais para explorar como as empresas podem fazer eco da sua estratégia competitiva com tais transformações.

A definição dada por Geissdoerfer et al. (2017), delimita que um "sistema é regenerativo na medida em que a entrada de recursos e resíduos, emissões e fugas de energia são minimizadas através da desaceleração, fecho e estreitamento do material e laços de energia. Isto pode ser conseguido através da concepção, manutenção, reparação e reutilização de longa duração, refabricação, remodelação e reciclagem" (p. 766). Relativamente à relação de sustentabilidade, a Economia Circular Geissdoerfer et al., 2017 argumenta que uma EC implementada com sucesso contribui para as três dimensões do desenvolvimento sustentável - isto é, para o desenvolvimento económico, ecológico e sustentabilidade social. Do mesmo modo, Buch et al. (2018) sublinharam que uma EC sustentável inclui explicitamente a dimensão social, juntamente com as dimensões económica e ecológica da sustentabilidade.

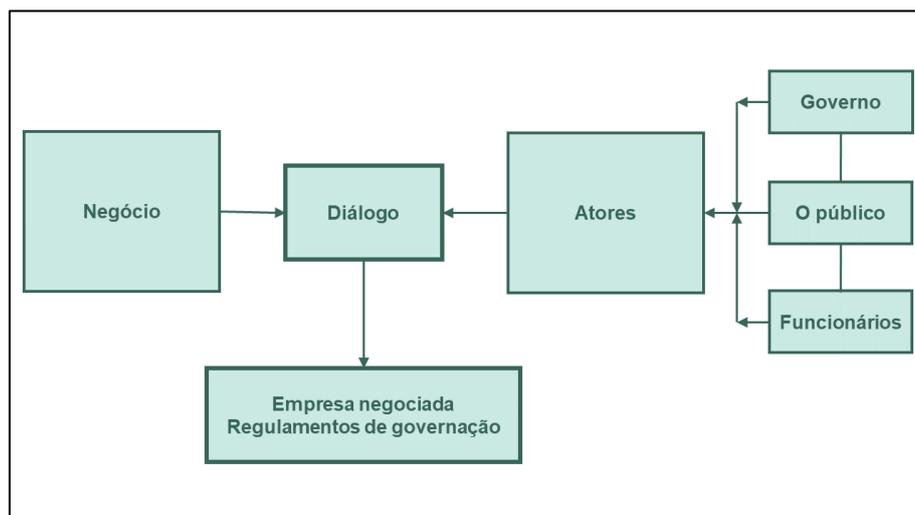
Figura 23 – Os stakeholders



Fonte: Adaptado de Ellen McArthur, 2013.

A literatura requer redes de múltiplos stakeholders, bem como o envolvimento ativo e a negociação dos interesses de várias partes interessadas (stakeholders). Assim, os méritos das partes interessadas representam um conceito chave na teoria das partes interessadas. Freeman et al. (2010) destacaram que a união de interesses de atores ligados ao processo circular estão intrinsecamente interligados. Hörisch et al. (2014) argumentaram que as partes interessadas precisam de negociar para criar interesses de sustentabilidade mútua, com base nos valores e prioridades das diferentes partes interessadas. Os interesses dos stakeholders não só se caracterizam e diferenciam, mas também explicam o porquê das partes interessadas querem cooperar.

Figura 24 – Diálogo das Partes- stakeholders



Fonte: Adaptado de Just and Latzer (2004) e Cave (2013) apud Frank Nakopodia, 2015.

As definições das principais componentes na ação dos stakeholders estão contidos no relatório Seven Pillars of Partnering (1998):

1. **Estratégia** - desenvolver os principais objetivos do projeto e também uma estratégia para a forma como os stakeholders podem cumprir os objetivos com base no conhecimento e feedback. Uma estratégia deve considerar os alvos mais importantes projetar, desenvolver e formular táticas e procedimentos de apoio ao cumprimento dos objetivos e dar orientações para a concepção do principal processos do projeto.
2. **Adesão** - identificação dos stakeholders estratégicos (parceiros) que necessitem de estar envolvidos para assegurar a disponibilidade e o desenvolvimento de todas as competências necessárias. Assim, o pilar dos membros trata da organização da parceria grupo. Os membros (parceiros) de um grupo de orientação relacional devem ser interessados em agir com transparência e em pensamento estratégico a longo prazo e concentrar-se na realização do valor do cliente. É frequentemente de alto valor para obter influência de diferentes competências sobre o grupo de parceiros e isto também serve para enriquecer o fluxo de informação através de uma comunicação.
3. **Equidade** - assegura a justa recompensa das partes interessadas. O pilar da equidade trata de como são os incentivos monetários, os investimentos e os recursos atribuído no projeto de parceria, a fim de melhorar a orientação a longo prazo e a cooperação. Assim, trata também de investimentos no desenvolvimento de recursos humanos e também técnicos. Nesse sentido, os aspectos de transparência e justiça são

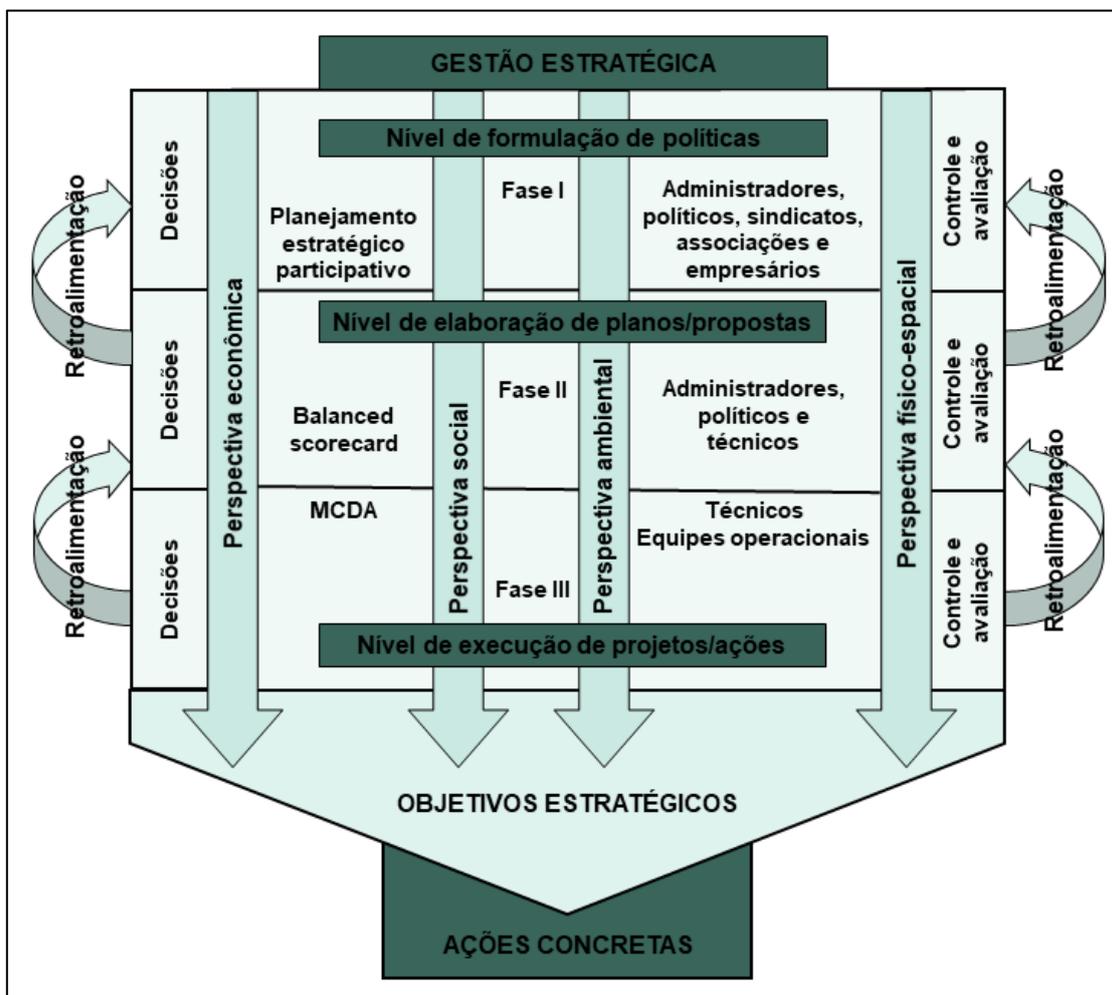
importantes a considerar. É também frequentemente essencial para perceber a importância da rentabilidade para os parceiros, como uma economia sólida é uma boa base para investimentos a longo prazo. Económica Os incentivos devem promover esforços acima do normal e também ser considerados justos.

4. **Integração** - melhoria da forma como as partes interessadas envolvidas trabalham em conjunto através de medidas de cooperação e de criação de confiança. Uma parceria eficaz O processo baseia-se numa boa cooperação entre as partes interessadas num projeto Um elemento básico disso é a existência de confiança e o desenvolvimento de confiança de uma forma orgânica a todos os níveis organizacionais. É uma grande vantagem se a organização de um projeto for considerada homogénea e integrada mesmo que, na prática, consista em recursos de diferentes culturas e competências (uma organização virtual). Uma boa base para o conseguir é atividades de formação de equipas e outras atividades de promoção da confiança. Outras atividades promover a integração são tais como estratégias comuns de TI e um elevado nível de competência na organização.
5. **Benchmarks** - estabelecer objetivos medidos que conduzam melhorias no desempenho de projeto para projeto. A principal intenção pelo pilar de benchmarks/ inovações é conseguir melhorias através da procura de novos conhecimentos promovendo inovações. Para a organização em questão, as inovações significam principalmente novos conhecimentos de soluções técnicas e de gestão destinadas a melhorar a eficiência do projeto. As inovações podem ser iniciadas através de conhecimentos de outros projetos no âmbito da construção ou de outros ramos (benchmark) ou através da aplicação dos conhecimentos obtidos a partir projetos de investigação. Um fator importante relativamente às inovações é estabelecer

Os stakeholders estão principalmente relacionados com direitos morais ou legais, bem como com esforços e influência económica e reguladora. Aqui apresenta-se, as participações referem-se principalmente aos esforços e influência das partes interessadas para promover a transição para a EC sustentável. Todos os stakeholders estavam a fazer esforços para criar direta ou indiretamente empresas de EC, enquanto que as partes interessadas a nível nacional, em particular, se concentravam na criação e formação do ambiente regulador na sociedade. Além disso, as partes interessadas estavam associadas ao apoio, por exemplo, à digitalização e simbiose industrial, para além de vários projetos, pilotos e plataformas, bem como ao fomento da colaboração entre as partes interessadas (stakeholders). Esta constatação apoia estudos

anteriores que sublinharam a importância da colaboração das partes interessadas em acelerar a transição para a CE (Gubta et al., 2019; Lieder & Rashid, 2016).

Figura 25 – Visão estratégica das partes



Fonte: Adaptado de Rosseto, A. M., Orth, M., & Rosseto, C.R. 2006 in Gestão ambiental integrada ao desenvolvimento sustentável: um estudo de caso em Passo Fundo (RS). Doi: <https://doi.org/10.1590/S0034-76122006000500004>.

SUSTENTABILIDADE DA SOCIEDADE

A definição mais frequentemente utilizada de sustentabilidade social foi estabelecida pela Comissão Brundtland das Nações Unidas, em 1987, que a definiu como tática que as relações industriais do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades. A sustentabilidade social é assim um conceito orientado para ambos o curto e o longo prazo. O conceito de sustentabilidade da sociedade tem sido operacionalizado através dos 17 objetivos do desenvolvimento sustentável combinados aos ODMs (ONU- Organização das Nações Unidas em 2015).

Figura 26 – Os objetivos do milênio



Fonte: ONU, 2016.

Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) são alvos - devido às ligações inerentes e proporcionam um poderoso incentivo para a utilização do planejamento multi-setorial e orçamental, tanto em nível nacional como local. Do mesmo modo, a regeneração ambiental tem um impacto positivo na utilização do tempo e dos recursos econômicos envolvidos. As estratégias dos ODM devem, portanto, tentar identificar as políticas que são mutuamente sinérgicas, cobrem mais do que um sector e ajudam a alcançar mais do que um objetivo.

Para desenvolver tais estratégias, são necessários processos e disposições que facilitem a partilha de visões e objetivos comuns - baseados num entendimento comum do

problema em jogo -, acordos institucionais intersetoriais e mecanismos de boa governação - ambos para uma participação, disponibilidade de informação e disposições de implementação - em todo o governo, a sociedade civil e o setor privado.

Figura 27 – Os 17 ODS



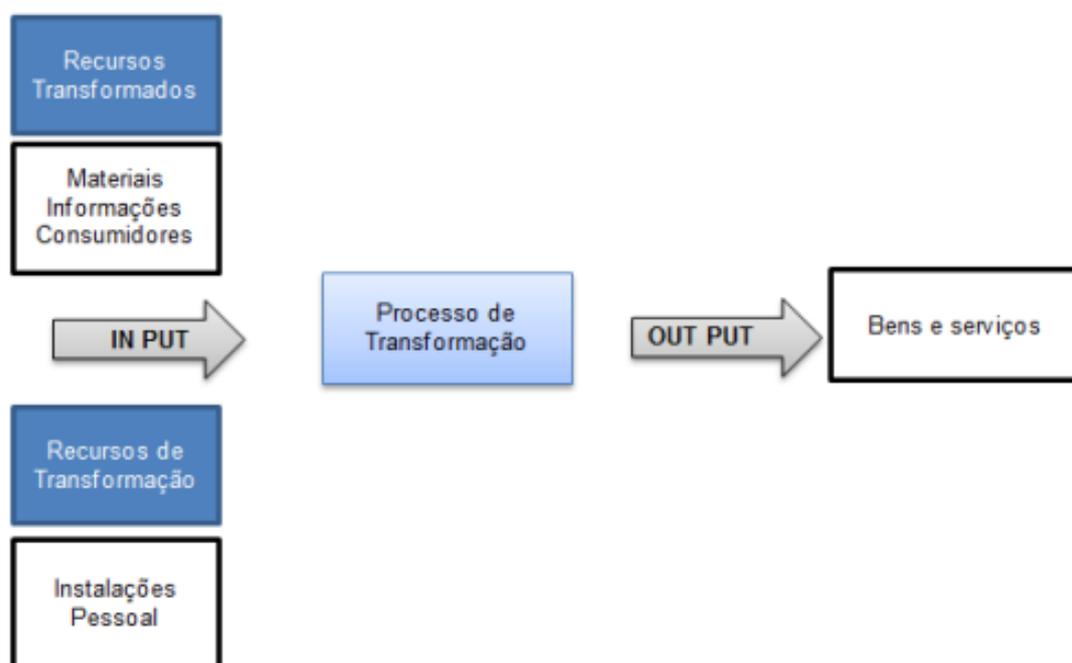
Fonte: ONU, 2016.

Estes objetivos incluem acabar com a pobreza e a fome, realizando trabalho decente e crescimento económico, e combate às alterações climáticas. Abordando estes objetivos envolve-se lidar com **problemas perversos**. Os problemas perversos são caracterizados por cenários ambíguos e incertos e envolvem frequentemente pontos de vista contraditórios partes interessadas quando se trata de identificar a causa e a solução de um problema. Como um resultado, os problemas perversos são difíceis, se não impossíveis, de definir e resolver (Dentoniet al., 2018; Waddock, 2012). Os problemas perversos envolvem interdependências complexas, o que significa que são voláteis e evoluem ao longo do tempo (Jentoft & Chuenpagdee, 2009). Isto implica que não existem "soluções" no sentido de uma definição e objetivo respostas a problemas perversos e que a sua resolução requer profundidade e amplitude alterações do sistema (Dentoni et al., 2018; Waddock, 2012).

O modelo de cidade circular olha para a sustentabilidade empresarial como um parceiro de comendas. É reconhecido que, sem o apoio das empresas, a sociedade não vai alcançar os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável estabelecidos pelas Nações Unidas (Hockerts & Wüstenhagen, 2010). As empresas desempenham um papel fundamental na consecução da

sustentabilidade social porque podem causar impactos negativos, devido práticas insustentáveis, mas também têm o potencial de oferecer implicações positivas substanciais, por exemplo abordar a degradação ambiental e a desigualdade social (Hall et al., 2010). Para aumentar a sustentabilidade da sociedade, as empresas têm de adoptar os princípios de sustentabilidade empresarial, o que implica abordar e avaliar a sua economia, desempenho ambiental e social a longo prazo (Jamali, 2006). O desempenho económico refere-se aos objetivos financeiros e à rentabilidade das empresas resultantes das vendas de bens e/ou serviços, o que é fundamental para o sucesso financeiro a longo prazo. O desempenho ambiental considera o impacto das empresas sobre a qualidade e quantidade dos recursos naturais e dos ecossistemas, incluindo as questões como o aquecimento global e a poluição. Por último, o desempenho social refere-se ao contexto humano, tanto dentro como fora da empresa, incluindo questões como salvar condições de trabalho, pobreza e desigualdade (Elkington, 1998; Jamali, 2006). A sustentabilidade empresarial exige assim que as empresas considerem as suas próprias necessidades, ao mesmo tempo que protege, sustenta e valoriza o humano e a natureza recursos que serão necessários no futuro (Engert et al., 2016). A adopção dos princípios da sustentabilidade empresarial por parte das empresas, incluindo o equilíbrio social, ambiental e económico, é crucial para o futuro sustentável da nossa sociedade e do planeta (Jamali, 2006).

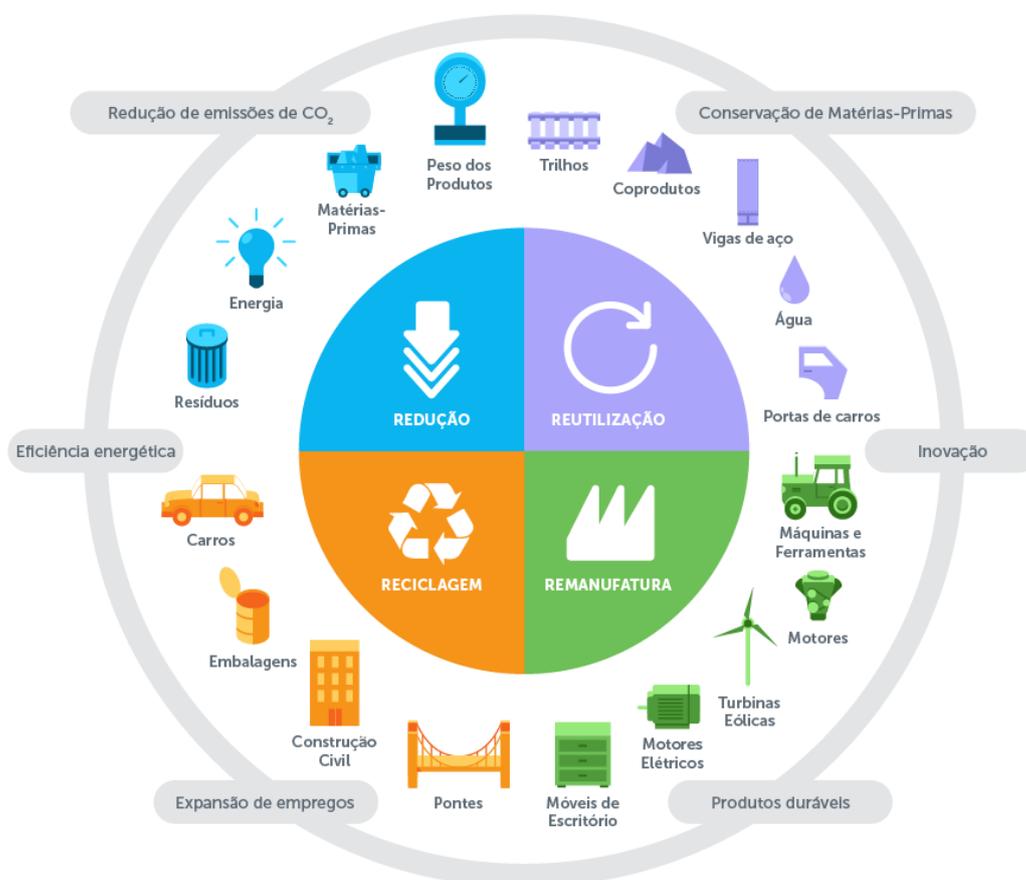
Fluxograma 7 – Inputs e outputs



Fonte: Processo de produção input – transformação - output Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston, 2009, p.9

As empresas, portanto, também contribuem para a sustentabilidade da sociedade adotando os princípios da economia circular, uma vez que primeiro foi definido como "um sistema econômico que substitui o conceito de "fim de vida" pela redução, reutilização, reciclagem e recuperação de materiais, nos processos de produção, distribuição e consumo e simultaneamente gerando qualidade ambiental, prosperidade econômica e equidade social, em benefício das atuais e das gerações futuras" (Kirchherr et al., 2017). A eficiência econômica da EC reconhece que os recursos planetários são limitados e que o desperdício pode ser um recurso útil (Murray et al., 2017). O encerramento de circuitos de recursos, reduzindo o desperdício e a utilização de recursos, e abrindo loops de recursos, desenvolvendo produtos duradouros e reutilizáveis (Bocken et al., 2016). A figura XX representa como os circuitos de recursos podem ser abertos e fechados através de preservar o capital natural, otimizando o rendimento dos recursos em termos técnicos e biológicos ciclos, e minimizando as externalidades negativas.

Figura 28 – Benefícios da economia circular



Fonte: Adaptado de Aço- Brasil, 2016 in <https://acobrasil.org.br/sustentabilidade2016>

O quadro dos 4R de redução, reutilização, reciclagem e recuperação é frequentemente adotado para descrever os diferentes princípios da economia circular que podem ser adotados por empresas (Kirchherr et al., 2017). Reduzir refere-se a aumentar a eficiência do produto fabrico e utilização, consumindo menos recursos naturais e materiais. A reutilização inclui a reutilização de produtos descartados que ainda se encontram em boas condições. Reciclar dirige-se a materiais de processamento para obter a mesma qualidade ou de qualidade inferior. Finalmente, recuperar refere-se à incineração de materiais com recuperação de energia. Recentemente, as extensões do quadro dos 4R foram feitas para incluir outros princípios circulares como bem, incluindo recusar, repensar, reparar, renovar, refazer, refabricar e reequipar (Potting et al., 2017).

Quadro 4 – Os 4Rs

	Diminuição da quantidade de matérias-primas e energia usadas para produção e redução do peso dos produtos. Exemplo: desenvolvimento de novos aços, mais finos e mais resistentes, que permitem produzir automóveis com menor peso e maior segurança para os usuários.
	Reutilização de materiais ou produtos classificados como bens duráveis é a extensão de uso de um produto de pós-consumo, mantendo-se a mesma função que este desempenhava. O processo de reuso envolve checagem e limpeza. Exemplo: portas de carro, trilhos, água, etc.
	A reciclagem significa recuperação da matéria-prima sem conservar sua estrutura principal. O processo de reciclagem envolve coleta do produto, seleção do item que será reciclado, preparação para reciclagem, processo industrial e consequente reintegração do material reciclado ao processo produtivo, sob forma de matéria-prima. Exemplo: pontes, carros, aços para a construção civil, embalagens metálicas, etc.
	A remanufatura transforma produtos usados e/ou com defeito em produtos novos, com um novo ciclo de vida. O processo de remanufatura envolve coleta da carcaça, desmontagem do produto, limpeza de partes, inspeção e triagem de partes, substituição ou reparo de componentes, remontagem do produto e teste. Produtos tradicionalmente remanufaturados são motores, peças de máquinas e turbinas.

Fonte: Adaptado do Relatório Aço Brasil, 2021.

PONTOS FINAIS

Apesar da ambivalência em torno do conceito de Economia Circular e ainda ser predominante o modelo linear, há um consenso na academia e na política mundial de que a sustentabilidade desempenha um papel importante para a vida futura de nossos sucessores.

A princípio, pareceu necessário investigar a implementação de uma linguagem comum de projeto e estruturas universais de projeto e explorar formas e ferramentas para alinhar definições e perspectivas sobre a EC em um contexto multi-stakeholder.

Isso levanta questões sobre "que versão" de uma Economia Circular (EC) ter-se-à no futuro próximo, e se de fato a EC pode abordar todas as preocupações ambientais e estabelecer uma mudança sistêmica, na forma dos ciclos de vida dos produtos, ou se isso levará a mudanças incrementais, na melhor das hipóteses, como a EC se tornando mais uma "palavra-chave da sustentabilidade. Também, é mister levantar questões sobre o papel que a concepção do projeto, poderia desempenhar na transição para uma EC, e como impactante é a formação dos profissionais na contribuição e implementação holística do conceito de EC no sentido da quebra de barreiras que existem atualmente.

Descobriu-se que o complexo e multifacetado desafio de uma EC está expandindo o escopo dos projetos impulsionando a integração de novos campos de conhecimento e habilidades dentro do processo produtivo e de consumo. É necessária uma ampla colaboração de todos os atores, e em todas as etapas do processo para facilitar conexões e espaços colaborativos que fomentam essas colaborações.

No contexto da Economia Circular, o foco dos projetistas a criação de artefatos físicos para a criação de sistemas, modelos de negócios, redes colaborativas e visões futuras são totalmente amparadas nos 17 ODS e também nos 8 objetivos do milênio.

Assim, em última instância, é possível questionar se a EC está ajudando os clientes a olhar para o futuro e tornar os caminhos em direção à circularidade tangível? E se isso é um prospecto da economia circular? A nova visão dos ciclos de vida de produtos prevê uma mudança contínua ao invés de somente ver o consumo como algo temporário? Além disso, garante uma abordagem holística e integral que considere continuamente os objetivos subjacentes de contribuir para o desenvolvimento sustentável e estabelecer uma mudança sistêmica no consumo de recursos.

O que poderia promover a recuperação de recursos e prolongamentos de vida útil para móveis de cozinha. Entretanto, também identificou barreiras relacionadas a fatores e capacidades internas e uma percepção de complexidade e falta de apoio dentro das cadeias de valor e de fornecimento.

Em geral, nossas percepções são relevantes para que acadêmicos e profissionais que procuram compreender melhor a complexa realidade de uma EC e os importantes fatores e desafios interdisciplinares relacionados ao design. Dados os atuais avanços práticos da EC, e a rápida taxa de desenvolvimento tecnológico, há uma necessidade de pesquisa baseada na prática e geração de conhecimento "através do design". Os resultados desta tese podem ser relevantes para pesquisadores de design e currículos destinados ao crescimento da teoria da EC e para informar o desenvolvimento de métodos, ferramentas e diretrizes de design apropriadas.

Para concluir, esta ideia enfatiza a necessidade de uma abordagem holística e sistêmica para o projeto de uma EC que vá além de perceber a EC como um desafio meramente técnico de projeto e projetos de projeto como esforços temporários. Esforços bem-sucedidos de design no contexto de uma EC dependem de uma ampla colaboração com todos os atores relevantes da cadeia de valor durante projetos de design e parcerias que se estendem por todo o ciclo de vida dos artefatos projetados. Assim, tanto a colaboração quanto as abordagens de design participativo devem ser consideradas componentes integrais no design para uma EC, e o "design" e o alinhamento das redes e relacionamentos das partes interessadas não devem ser negligenciados como resultados concretos, mas valiosos do design intangível.

Este livro percebe na ligação do ambiente e práticas com componentes materiais tais como produtos, infra-estruturas, ferramentas e ações que pessoas necessitam para realizar práticas. A materialidade é o que traz o consumo para a discussão das práticas (Warde 2005). Assim, a teoria dessa prática e a investigação do consumo sustentável estão ligadas através da componente material das práticas (Sahakian e Wilhite 2013). Os componentes materiais são também geralmente a razão pela qual a prática é considerada insustentável (meio filosófico da EC). Além disso, a perspectiva da teoria da prática permite que se concentre em fazer em vez de ter produtos (Shove et al. 2012). Além disso, a teoria é adequada para este estudo em particular, especialmente porque não se concentra na tomada de decisões individuais e não vê os consumidores como catalisadores ou barreiras à mudança, centrando-se antes no consumo ligado à vida social quotidiana (Sahakian e Wilhite 2013). Além disso, a natureza astática das práticas sociais, bem como as inter-relações entre as práticas, torna-a uma teoria interessante

para o contexto (Shove e Pantzar 2005). As práticas performativas envolvem geralmente vários produtos e outros artefatos materiais, aumentando a importância do consumo.

A transição para uma Economia Circular implica uma aposta numa maior eficiência ao nível do ciclo de vida do produto desde a extração das matérias-primas até à sua utilização. Pretende-se acabar com ineficiências, ao longo de todo o processo produtivo, através de uma melhor utilização dos recursos naturais. Nesse sentido, é necessário pôr um maior foco na prevenção, na redução e na reutilização minimizando ou erradicando a criação de resíduos. Para além da análise do processo produtivo é fundamental revisitar o conceito de conexão ecológica dos produtos melhorando não apenas a respetiva eficiência energética, mas também a respetiva durabilidade, a possibilidade/facilidade de reparação, possibilidade de modernização, reciclabilidade e a eliminação de certos materiais ou substâncias perigosas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, K. T., Osmani, M., Thorpe, T., & Thornback, J. (2017). Circular economy in construction: Current awareness, challenges and enablers. In *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Waste and Resource Management* (Vol. 170, pp. 15–24). <https://doi.org/10.1680/jwarm.16.00011>
- Alcayaga, A., Wiener, M., & Hansen, E. G. (2019). Towards a framework of smart-circular systems: An integrative literature review. *Journal of Cleaner Production*, 221(February), 622–634. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.085>
- Alexander, C. (1965). A City is not a Tree, Parts 1 & 2. *Architectural Forum*, 122(1, 2), 58–62, 58–61. Retrieved from <http://www.rudi.net/pages/8755>
<http://www.rudi.net/books/201> Allwood,
- Allwood, J. M., Ashby, M. F., Gutowski, T. G., & Worrell, E. (2011). Material efficiency: A white paper. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(3), 362–381. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.11.002>
- Aminoff, A., Valkokari, K., & Kettunen, O. (2016). Mapping multidimensional value(s) for co-creation networks in a circular economy. In *IFIP Advances in Information and Communication Technology* (Vol. 480, pp. 629–638). https://doi.org/10.1007/978-3-319-45390-3_54
- Andrews, D. (2015). The circular economy, design thinking and education for sustainability. *Local Economy*, 30(3), 305–315. <https://doi.org/10.1177/0269094215578226>
- BACOVIS, Marcia Maria C Sintetizando a pesquisa sobre Economia Circular através do uso de mapas conceituais, 2019 Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015 Vol. 40 (Nº 03) Ano 2019.
- Bakker, C. A., Mugge, R., Boks, C., & Oguchi, M. (2021). Understanding and managing product lifetimes in support of a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 279. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123764>
- Bakker, C., Wang, F., Huisman, J., & Den Hollander, M. (2014). Products that go round: Exploring product life extension through design. *Journal of Cleaner Production*, 69, 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.028>
- Bakker, Conny A. (1995). *Environmental Information for Industrial Designers*. Delft University of Technology, Delft, The Netherlands.
- Bakker, Conny A., den Hollander, M. C., van Hinte, E., & Zijlstra, Y. (2015). *Products That Last: Product Design for Circular Business Models*. BIS Publishers.
- Baldassarre, B., Konietzko, J., Brown, P., Calabretta, G., Bocken, N., Karpen, I. O., & Hultink, E. J. (2020). Addressing the design-implementation gap of sustainable business models by prototyping: A tool for planning and executing small-scale pilots. *Journal of Cleaner Production*, 255(January). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120295>

- Banerjee, B. (2008). Designer as agent of change: a vision for catalyzing rapid change. *Changing the Change: Design, Visions, Proposals and Tools*, 192–204.
- Bason, C., Conway, R., Hill, D., & Mazzucato, M. (2020). *A New Bauhaus for a Green Deal*. UCL, London.
- Benachio, G. L. F., Freitas, M. do C. D., & Tavares, S. F. (2020). Circular economy in the construction industry: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121046. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121046>
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: innovation inspired by nature*. New York: Morrow. Blizzard, J. L., & Klotz, L. E. (2012). A framework for sustainable whole systems design. *Design Studies*, 33(5), 456–479. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2012.03.001>
- Blomsma, F., & Brennan, G. (2017). The Emergence of Circular Economy: A New Framing Around Prolonging Resource Productivity. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 603–614. <https://doi.org/10.1111/jiec.12603>
- Blomsma, F., Pieroni, M., Kravchenko, M., Pigosso, D. C. A., Hildenbrand, J., Kristinsdottir, A. R., ... McAloone, T. C. (2019). Developing a circular strategies framework for manufacturing companies to support circular economy-oriented innovation. *Journal of Cleaner Production*, 241. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118271>
- Blomsma, F., Pigosso, D. C., & McAloone, T. C. (2019). A theoretical foundation for developing a prescriptive method for the co-design of circular economy value chains. *Proceedings of the International Conference on Engineering Design, ICED, 2019-Augus(AUGUST)*, 3141–3150. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.321>
- Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308–320. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>
- Bocken, N., Strupeit, L., Whalen, K., & Nußholz, J. (2019). A review and evaluation of circular business model innovation tools. *Sustainability (Switzerland)*, 11(8), 1–25. <https://doi.org/10.3390/su11082210>
- Bonsiepe, G. (2006). Design and Democracy Gui Bonsiepe. *Design Issues*, 22(2), 27–34.
- Boulding, K. (1966). The Economics of the Coming Spaceship Earth. *Technology and Culture*, 8(4), 523. <https://doi.org/10.2307/3102137>
- Braungart, M., & McDonough, W. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press, New York.
- Braungart, M., McDonough, W., & Bollinger, A. (2007). Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions - a strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.08.003>
- Brezet, H., Diehl, J. C., & Silvester, S. (2001). From ecodesign of products to sustainable systems design: Delft's experiences. *Proceedings - 2nd International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse*

- Cambier, C., Galle, W., & De Temmerman, N. (2020). Research and Development Directions for Design Support Tools for Circular Building. *Buildings*, 10(8), 142. <https://doi.org/10.3390/buildings10080142>
- Campbell, A. (2018). Mass timber in the circular economy: Paradigm in practice? *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability*, 172(3), 141–152. <https://doi.org/10.1680/jensu.17.00069>
- CARNEIRO MOTA FONTGALLAND Isabel Lausanne, Contribution à l'étude de la formation ouvrière dans un contexte d'organisation flexible : l'exemple des UET chez Renault, thèse de doctorat de sciences économiques, Université Toulouse I, 2000 (et en microfiche : Grenoble, ANRT, 2000).
- Ceschin, F. (2013). Critical factors for implementing and diffusing sustainable product-Service systems: Insights from innovation studies and companies' experiences. *Journal of Cleaner Production*, 45, 74–88. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.05.034>
- Ceschin, F., & Gaziulusoy, I. (2016). Evolution of design for sustainability: From product design to design for system innovations and transitions. *Design Studies*, 47, 118–163. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2016.09.002>
- Charnley, F., Lemon, M., & Evans, S. (2011). Exploring the process of whole system design. *Design Studies*, 32(2), 156–179. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2010.08.002>
- CoDesign, 4(1), 5–18. <https://doi.org/10.1080/15710880701875068>Sauvé, S., Bernard, S., & Sloan, P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, 17, 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>
- Cullen, J. M. (2017). Circular Economy: Theoretical Benchmark or Perpetual Motion Machine? *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 483–486. <https://doi.org/10.1111/jiec.12599>
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., ... Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716–734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
- De Jong, T., & Van der Voordt, T. J. M. (2002). *Ways to Study & Research Urban, Architectural & Technical Design*. Delft University Press.
- De los Rios, I. C., Charnley, F. J. S., Sundin, E., Lindahl, M., & Ijomah, W. (2017). Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: The changing role of design. *Journal of Cleaner Production*, 160(5), 109–122. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.130>
- Debacker, W., Manshoven, S., Peters, M., Ribeiro, A., & De Weerd, Y. (2017). Circular economy and design for change within the built environment: preparing the transition. In *International HISER Conference on Advances in Recycling and Management of Construction and Demolition Waste* (pp. 114–117).
- den Hollander, M. C. (2018). *Design for Managing Obsolescence; A Design Methodology for Preserving Product Integrity in a Circular Economy*. TU Delft University. <https://doi.org/7201688237af> <https://doi.org/10.4233/uuid:3f2b2c52-7774-4384-a2fd-7201688237af>

- den Hollander, M. C., Bakker, C. A., & Hultink, E. J. (2017). Product Design in a Circular Economy: Development of a Typology of Key Concepts and Terms. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 517–525. <https://doi.org/10.1111/jiec.12610>
- Dokter, G., van Stijn, A., Thuvander, L., & Rahe, U. (2020) Cards for circularity: Towards circular design in practice.
- Ellen MacArthur Foundation, & IDEO. (2017). *The Circular Design Guide*. Retrieved September 24, 2020, from <https://www.circulardesignguide.com/>
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*. Retrieved September 24, 2020, from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>
- Ellen MacArthur Foundation. (n.d.). *What is the circular economy?* Retrieved April 2, 2021, from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy>
- European Commission. (2008). *Directive 2008/122/EC of the European Parliament and of the Council on waste and repealing certain Directives*. Retrieved April 6, 2021, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=EN>
- European Commission. (2014a). *Circular Economy Scoping Study*. <https://doi.org/10.2779/29525>
- European Commission. (2014b). *Communication from the Commission - Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe*. Retrieved April 6, 2021, from <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/circular-economy-communication.pdf>
- European Commission. (2014c). *Ecodesign your future: How ecodesign can help the environment by making products smarter*. Retrieved November 27, 2020, from <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/4d42d597-4f92-4498-8e1d-857cc157e6db>
- European Commission. (2015). *Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy*. Retrieved April 6, 2021, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52019DC0190&from=EN>
- European Commission. (2019). *Report from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions on the implementation of the Circular Economy Action Plan*. Retrieved March 30, 2021, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52019DC0190&from=EN>
- European Commission. (2020a). *Circular Economy Action Plan*. Retrieved September 24, 2020, from https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf
- European Commission. (2020b). *Circular Economy principles for building design*. Retrieved December 9, 2020, from <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/39984>

- European Commission. (2020c). State of the Union Address by President von der Leyen at the European Parliament Plenary. Retrieved December 9, 2020, from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/ov/SPEECH_20_1655
- European Commission. (n.d.). Waste Framework Directive. Retrieved March 31, 2021, from https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_en
- Experiences from suspronet. *Business Strategy and the Environment*, 260, 246–260.
- Fargnoli, M., Lleshaj, A., Lombardi, M., Sciarretta, N., & Di Gravio, G. (2019). A BIM-based PSS approach for the management of maintenance operations of building equipment. *Buildings*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/buildings9060139>
- Felix, A.C. T. & Fontgalland, I. (2021). *Valoração Ambiental*. Amplla Editora.
- Franconi, A. (2020). Multiple Design Perspectives for the Transition to the Circular Economy Managing: Design Strategies Between Systems , Designers and Time. University Iuav of Venice.
- Frayling, C. (1993). *Research in Art and Design*. London, United Kingdom.
- Freeman, R. E. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Pitman.
- Freeman, R. E., Harrison, J., Wicks, A., Parmar, B., De Colle, S. (2010). *Stakeholder theory: The state of the art*. Cambridge University Press
- Fuller, R. B. (1969). *Operating Manual for Spaceship Earth*. Southern Illinois University Press.
- Galle, W., Herthogs, P., Vandervaeren, C., & Waldogallevubbe, N. D. E. T. (2015). The Architect's Role In A Change- Oriented Construction Sector: A Belgian Perspective. *Open Building for Resilient Cities Conference*, (December).
- Gaziulusoy, A. I., & Brezet, H. (2015). Design for system innovations and transitions: A conceptual framework integrating insights from sustainability science and theories of system innovations and transitions. *Journal of Cleaner Production*, 108, 558–568. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.066>
- Gaziulusoy, A. İ., & Ryan, C. (2017). Shifting Conversations for Sustainability Transitions Using Participatory Design Visioning. *Design Journal*, 20(sup1), S1916–S1926. <https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352709>
- Geissdoerfer, M., Morioka, S. N., de Carvalho, M. M., & Evans, S. (2018). Business models and supply chains for the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 190, 712–721. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.159>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., & Xue, B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 23(1), 216–224. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.005>

- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Gioia, D. A., Corley, K. G., & Hamilton, A. L. (2013). Seeking Qualitative Rigor in Inductive Research: Notes on the Gioia Methodology. *Organizational Research Methods*, 16(1), 15–31. <https://doi.org/10.1177/1094428112452151>
- Go, T. F., Wahab, D. A., & Hishamuddin, H. (2015). Multiple generation life-cycles for product sustainability: The way forward. *Journal of Cleaner Production*, 95, 16–29. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Goedkoop, M. J. et al. (1999). *Product Service systems, Ecological and Economic Basics*. The Hague, NE: Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment Communications Directorate.
- Goldthorpe, J. H. (2000). *On Sociology: Numbers, Narratives, and the Integration of Research and Theory*. Oxford University Press.
- Graedel, T. E., Comrie, P. R., & Sekutowski, J. C. (1995). Green Product Design. *AT&T Technical Journal*, 74(6), 17–25. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1995.tb00262.x>
- Groat, L., & Wang, D. (2002). *Architectural research methods* (2nd ed.). New York: John Wiley.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. In N. Gullstrand Edbring, E., Lehner, M., & Mont, O. (2016). Exploring consumer attitudes to alternative models of consumption: Motivations and barriers. *Journal of Cleaner Production*, 123, 5–15. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.107>
- Haase, R.P.; Pigosso, D.C.A.; McAlone, T.C. (2017). Product/service-system origins and trajectories: a systematic literature review of PSS definitions and their characteristics. *Procedia CIRP* 64, 157-162. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.053>.
- Haffmans, S., Zijlstra, Y., van Gelder, M., & van Hinte, E. (2018). *Products that flow: Circular Business Models and Design Strategies for Fast-Moving Consumer Goods*. BIS Publishers B.V.
- Hart, J., Adams, K., Giesekam, J., Tingley, D. D., & Pomponi, F. (2019). Barriers and drivers in a circular economy: The case of the built environment. In *Procedia CIRP* (Vol. 80, pp. 619–624). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.12.015>
- Hekkert, M. (2018). Barriers to the Circular Economy: Evidence From the European Union (EU). *Ecological Economics*, 150(January 2019), 264–272. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.028>
- Hofmann, F., & Jaeger-Erben, M. (2020). Organizational transition management of circular business model innovations. *Business Strategy and the Environment*. <https://doi.org/10.1002/bse.2542>
- Homrich, A. S., Galvão, G., Abadia, L. G., Carvalho, M. M., Homrich, A. S., Galv, G., ... Carvalho,

- Hopkinson, P., De Angelis, R., & Zils, M. (2020). Systemic building blocks for creating and capturing value from circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 155, 104672. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104672>
- Horvath, I. (2007). Comparison of three methodological approaches of design research. In *International Conference on Engineering Design, ICED'07*.
- Howard, J. (2004). Toward Participatory Ecological Design of Technological Systems. *Design Issues*, 20(3), 40–53. <https://doi.org/10.1162/0747936041423253>
- Iacovidou, E., Velis, C. A., Purnell, P., Zwirner, O., Brown, A., Hahladakis, J., ... Williams, Ingemarsdotter, E., Jamsin, E., Kortuem, G., & Balkenende, R. (2019). Circular strategies enabled by the internet of things-a framework and analysis of current practice. *Sustainability (Switzerland)*, 11(20). <https://doi.org/10.3390/su11205689>
- IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 588(4). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/588/4/042043>
- J. M. (2014). Squaring the Circular Economy: The Role of Recycling within a Hierarchy of Material Management Strategies. *Handbook of Recycling: State-of-the-art for Practitioners, Analysts, and Scientists*<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-396459-5.00030-1>
- Joensuu, T., Edelman, H., & Saari, A. (2020). Circular economy practices in the built environment. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124215. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124215>
- Joore, P., & Brezet, H. (2015). product-service system development and societal change processes. *Journal of Cleaner Production*, 97, 92–105. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.043>
- Journal of Cleaner Production*, 97, 76–91. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.049> Tunn, V. S. C., Bocken, N. M. P., van den Hende, E. A., & Schoormans, J. P. L. (2019). *Business*
- K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (p. 105–117). Sage Publications, Inc.
- Kanters, J. (2020). Circular building design: An analysis of barriers and drivers for a circular building sector. *Buildings*, 10(4), 1–16. <https://doi.org/10.3390/BUILDINGS10040077>
- Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A., &
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Konietzko, J., Bocken, N., & Hultink, E. J. (2020a). A tool to analyze, ideate and develop circular innovation ecosystems. *Sustainability (Switzerland)*, 12(1), 14–17. <https://doi.org/10.3390/SU12010417>

- Konietzko, J., Bocken, N., & Hultink, E. J. (2020b). Circular ecosystem innovation: An initial set of principles. *Journal of Cleaner Production*, 253. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119942>
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., & Birkie, S. E. (2018). Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, 175, 544–552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>
- Kozminska, U. (2019). Circular design: Reused materials and the future reuse of building elements in architecture. Process, challenges and case studies. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 225). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012033>
- Krausmann, F., Lauk, C., Haas, W., & Wiedenhofer, D. (2018). From resource extraction to outflows of wastes and emissions: The socioeconomic metabolism of the global economy, 1900–2015. *Global Environmental Change*, 52(December 2017), 131–140. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.07.003>
- Kuijer, L. (2014). *Implications of Social Practice Theory for Sustainable Design*. Delft University of Technology, Delft, The Netherlands.
- Kujala, J., Lehtimäki, H., Freeman, R. E. (2019). A stakeholder approach to value creation and leadership. In Kangas, A., Kujala, J., Heikkinen, A., Lönnqvist, A., Laihonon, H., Bethwaite, J. (Eds.), *Leading change in a complex world: Transdisciplinary perspectives* (pp. 123–143). Tampere University Press. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.065>
- Lambrechts, W., Gelderman, C. J., Semeijn, J., & Verhoeven, E. (2019). The role of individual sustainability competences in eco-design building projects. *Journal of Cleaner Production*, 208, 1631–1641. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.084>
- Leising, E., Quist, J., & Bocken, N. (2018). Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool. *Journal of Cleaner Production*, 176, 976–989. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.010>
- Lilley, D., Bridgens, B., Davies, A., & Holstov, A. (2019). Ageing (dis)gracefully: Enabling designers to understand material change. *Journal of Cleaner Production*, 220, 417–430. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.304>
- Lofthouse, V., & Prendeville, S. (2018). Human-Centred Design of Products And Services for the Circular Economy–A Review. *Design Journal*, 21(4), 451–476. <https://doi.org/10.1080/14606925.2018.1468169>
- Luck, R. (2007). Learning to talk to users in participatory design situations. *Design Studies*, 28(3), 217–242. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2007.02.002>
- Lyle, J. T. (1994). *Regenerative Design for Sustainable Development*. New York: John Wiley.

- M. M. (2018). The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways. *Journal of Cleaner Production*, 175, 525–543. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.064>
- Madureira, R. C. & Fontgalland (2021) SUSTAINABLE ENERGY SYSTEMS ON NEAR-FUTURE SMART CITIES: the impact of household's greenhouse gas emissions in Europe.
- Manzini, E., & Vezzoli, C. (2003). A strategic design approach to develop sustainable product service systems: Examples taken from the “environmentally friendly innovation” Italian prize. *Journal of Cleaner Production*, 11(8 SPEC.), 851–857. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00153-1](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00153-1)
- Manzini, Ezio. (2009). New design knowledge. *Design Studies*, 30(1), 4–12. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2008.10.001>
- Manzini, Ezio. (2015). *Design for Social Innovation. Design, When Everybody Designs*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9873.003.0007>
- McDowall, W., Geng, Y., Huang, B., Barteková, E., Bleischwitz, R., Türkeli, S., ... Doménech,
- Meroni, A. (2008). Strategic design: where are we now? Reflection around the foundations of a recent discipline. *Strategic Design Research Journal*, 1(1), 31–38. <https://doi.org/10.4013/sdrj.20081.05>
- Mestre, A., & Cooper, T. (2017). Circular Product Design. A Multiple Loops Life Cycle Design Approach for the Circular Economy. *The Design Journal*, 20(sup1), S1620–S1635. <https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352686>
- Minunno, R., O'Grady, T., Morrison, G. M., & Gruner, R. L. (2020). Exploring environmental benefits of reuse and recycle practices: A circular economy case study of a modular building. *Resources, Conservation and Recycling*, 160(March), 104855. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104855>
- models for sustainable consumption in the circular economy: An expert study. *Journal of Cleaner Production*, 212, 324–333. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.290>
- Montreal Design Declaration. (2017). Retrieved March 31, 2021, from <http://www.designdeclaration.org/declaration/>
- Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G. A., Alaerts, L., Van Acker, K., ... Dewulf, J. (2019). Circular economy indicators: What do they measure? *Resources, Conservation and Recycling*, 146(November 2018), 452–461. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.045>
- Moreau, V., Sahakian, M., van Griethuysen, P., & Vuille, F. (2017). Coming Full Circle: Why Social and Institutional Dimensions Matter for the Circular Economy. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 497–506. <https://doi.org/10.1111/jiec.12598>
- Moreno, M., De los Rios, C., Rowe, Z., & Charnley, F. (2016). A Conceptual Framework for Circular Design. *Sustainability*, 8(9), 937. <https://doi.org/10.3390/su8090937>

- Munaro, M. R., Tavares, S. F., & Bragança, L. (2020). Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment. *Journal of Cleaner Production*, 260. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121134>
- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369–380. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>
- Nakajima, N. (2000). A vision of industrial ecology: State-of-the-art practices for a circular and service-based economy. *Bulletin of Science, Technology and Society*, 20(1), 54–69. <https://doi.org/10.1177/027046760002000107>
- Ness, D. A., & Xing, K. (2017). Toward a Resource-Efficient Built Environment: A Literature Review and Conceptual Model. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 572–592. <https://doi.org/10.1111/jiec.12586>
- Nogueira, A., Ashton, W. S., & Teixeira, C. (2019). Expanding perceptions of the circular economy through design: Eight capitals as innovation lenses. *Resources, Conservation and Recycling*, 149(July), 566–576. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.06.021>
- Nogueira, A., Ashton, W., Teixeira, C., Lyon, E., & Pereira, J. (2020). Infrastructuring the circular economy. *Energies*, 13(7), 1–24. <https://doi.org/10.3390/en13071805>
- Ordoñez, I., & Rahe, U. (2013). Collaboration between design and waste management: Can it help close the material loop? *Resources, Conservation and Recycling*, 72, 108–117. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.01.002>
- P. T. (2017). Metrics for optimising the multi-dimensional value of resources recovered from waste in a circular economy: A critical review. *Journal of Cleaner Production*, 166, 910–938. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.100>
- Papanek, V. J. (1972). *Design for the Real World* by Victor Papanek. Academy Chicago Publishers.
- Patton, M. Q. (2002). Qualitative research and evaluation methods. *Qualitative Inquiry*. <https://doi.org/10.2307/330063>
- Pauli, G. (2010). *The Blue Economy: 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*. Paradigm Publications, Taos, New Mexico.
- Pauliuk, S. (2018). Critical appraisal of the circular economy standard BS 8001:2017 and a dashboard of quantitative system indicators for its implementation in organizations. *Resources, Conservation and Recycling*, 129(October 2017), 81–92. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.019>
- Pedersen, S., & Clausen, C. (2019). Staging Co-Design for a Circular Economy. In *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design (Vol. 1, pp. 3371–3380)*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.344>

- Pheifer, A. G. (2017). Barriers and Enablers to Circular Business Models. Retrieved September 24, 2020, from <https://www.circulairondernemen.nl/uploads/4f4995c266e00bee8fdb8fb34fbc5c15.pdf>
- Pieroni, M. P. P., McAloone, T. C., & Pigosso, D. C. A. (2019). Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. *Journal of Cleaner Production*, 215, 198–216. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.036>
- Pomponi, F., & Moncaster, A. (2017). Circular economy for the built environment: A research framework. *Journal of Cleaner Production*, 143, 710–718. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055>
- Pomponi, F., De Wolf, C., & Moncaster, A. (2018). Embodied carbon in buildings: Measurement, management, and mitigation. *Embodied Carbon in Buildings: Measurement, Management, and Mitigation*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72796-7>
- Poppelaars, F., Bakker, C., & van Engelen, J. (2018). Does access trump ownership? Exploring consumer acceptance of access-based consumption in the case of smartphones. *Sustainability (Switzerland)*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/su10072133>
- Poppelaars, F., Bakker, C., & van Engelen, J. (2020). Design for divestment in a circular economy: Stimulating voluntary return of smartphones through design. *Sustainability (Switzerland)*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/su12041488>
- Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). Circular Economy: Measuring innovation in the product chain. Retrieved September 24, 2020, from <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf>
- Press, M., & Cooper, R. (2016). *The design experience : the role of design and designers in the twenty-first century*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315240329>
- Reike, D., Vermeulen, W. J. V., & Witjes, S. (2018). The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options. *Resources, Conservation and Recycling*, 135(November 2017), 246–264. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027>
- Rittel, H. W. J., & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, 4(2), 155–169. <https://doi.org/10.1007/BF01405730>
- Ritzén, S., & Sandström, G. Ö. (2017). Barriers to the Circular Economy - Integration of Perspectives and Domains. In *Procedia CIRP* (Vol. 64, pp. 7–12). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.005>
- Rizos, V., Behrens, A., van der Gaast, W., Hofman, E., Ioannou, A., Kafyeke, T., ... Topi, C. (2016). Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (SMEs): Barriers and enablers. *Sustainability (Switzerland)*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/su8111212>
- Romero, D, Rossi, M. Towards Circular Lean ProductServiceSystems. *Procedia CIRP*, vol. 64, pp. 13-18;2017.

- Roozenburg, N. F. M., & Cross, N. G. (1991). Models of the design process: integrating across the disciplines. *Design Studies*, 12(4), 215–220. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(91\)90034-T](https://doi.org/10.1016/0142-694X(91)90034-T)
- Roozenburg, N., & Eekels, J. (1995). *Product Design: Fundamentals and Methods*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester.
- RotorDC. (n.d.). Rotor deconstruction. Retrieved from <https://rotordc.com/>
- Roy, R., & Warren, J. P. (2019). Card-based design tools: a review and analysis of 155 card decks for designers and designing. *Design Studies*, 63, 125–154. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2019.04.002>
- Sanders, E. B. N., & Stappers, P. J. (2012). Convivial design toolbox: Generative research for the front end of design.
- Sanders, Elizabeth B.-N., & Stappers, P. J. (2008). Co-creation and the new landscapes of design.
- Sanders, Elizabeth B.-N. (1999). Postdesign and participatory culture. In *Useful & Critical: The Position of Research in Design*.
- Schröder, P., Bengtsson, M., Cohen, M., Dewick, P., Hofstetter, J., & Sarkis, J. (2019). Degrowth within – Aligning circular economy and strong sustainability narratives. *Resources, Conservation and Recycling*, 146, 190–191. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.038>
- Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2019). The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 77–95. <https://doi.org/10.1111/jiec.12732>
- Schulz, C., Hjaltadóttir, R. E., & Hild, P. (2019). Practising circles: Studying institutional change and circular economy practices. *Journal of Cleaner Production*, 237, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117749>
- Selvefors, A., Rexfelt, O., Renström, S., & Strömberg, H. (2019). Use to Use – a User Perspective on Product Circularity. *Journal of Cleaner Production*, 223, 1014–1028. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.117>
- Sieffert, Y., Huygen, J. M., & Daudon, D. (2014). Sustainable construction with repurposed materials in the context of a civil engineering-architecture collaboration. *Journal of Cleaner Production*, 67, 125–138. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.018>
- Sio, U. N., Kotovsky, K., & Cagan, J. (2015). Fixation or inspiration? A meta-analytic review of the role of examples on design processes. *Design Studies*, 39, 70–99. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2015.04.004>
- Stahel, W. R. (2010). *The product-life factor*. In *Free Trade Reimagined* (pp. 110–165). Princeton: Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400827855.110>
- Stahel, W. R. (2016). *The circular economy*. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/531435a>

- Stahel, W. R., & Reday-Mulvey, G. (1976). *Jobs for tomorrow : the potential for substituting manpower for energy*. Vantage Press, New York.
- Stappers, P. J. (2007). What are ' design ' and ' research .' *Design Research Now: Essays and Selected Projects*, 81–91.
- Stappers, P. J., Visser, F. S., & Keller, I. (2014). The role of prototypes and frameworks for structuring explorations by research through design (pp. 179–190). Routledge.
- Sumter, D., Bakker, C., & Balkenende, R. (2018). The role of product design in creating circular business models: A case study on the lease and refurbishment of baby strollers. *Sustainability (Switzerland)*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/su10072415>
- Sumter, D., de Koning, J., Bakker, C., & Balkenende, R. (2020). Design competencies for a circular economy. *Sustainability*, (September), 1–6. <https://doi.org/10.3390/su12041561>
- Sumter, D., Koning, J. De, Bakker, C., & Balkenende, R. (2021). Key Competencies for Design in a Circular Economy : Exploring Gaps in Design Knowledge and Skills for a Circular Economy.
- Superuse Studios. (n.d.). Oogstkaart: De urban mining potentie van NL. Retrieved from <https://www.oogstkaart.nl/>
- T. (2017). Circular Economy Policies in China and Europe. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 651–661. <https://doi.org/10.1111/jiec.12597>
- Thorpe, A. (2010). Design's role in sustainable consumption. *Design Issues*, 26(2), 3–16. https://doi.org/10.1162/DESI_a_00001
- Tukker, A. (2004). Eight types of product-service system: Eight ways to sustainability?
- Tukker, A. (2015). Product services for a resource-efficient and circular economy - A review.
- Users in a Circular Economy. *Sustainability*, 10(6), 1743. <https://doi.org/10.3390/su10061743>
- Van Dam, S. S., Bakker, C. A., De Pauw, I., & Van Der Grinten, B. (2017). The circular pathfinder: development and evaluation of a practice-based tool for selecting circular design strategies. *PLATE Product Lifetimes And The Environment 2017*, 102–107. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-820-4-102>
- van Nes, N., & Cramer, J. (2006). Product lifetime optimization: a challenging strategy towards more sustainable consumption patterns. *Journal of Cleaner Production*, 14(15–16), 1307– 1318. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.04.006>
- van Stijn, A., & Gruijs, V. (2019). Towards a circular built environment: An integral design tool for circular building components. *Smart and Sustainable Built Environment*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/SASBE-05-2019-0063>
- Van Weelden, E., Mugge, R., & Bakker, C. (2016). Paving the way towards circular consumption: Exploring consumer acceptance of refurbished mobile phones in the Dutch market.

- Vezzoli, C., Ceschin, F., Diehl, J. C., & Kohtala, C. (2015). New design challenges to widely implement “Sustainable Product-Service Systems.” *Journal of Cleaner Production*, 97, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.061>
- Visser, F.S., Stappers, P.J., vanderLugt, R., & Sanders, E.B.-N. (2005). Contextmapping: experiences from practice. *CoDesign*, 1(2), 119–149. <https://doi.org/10.1080/15710880500135987>
- Wastling, T., Charnley, F., & Moreno, M. (2018). *Design for Circular Behaviour: Considering*
- Webster, K. (2015). *The Circular Economy: A Wealth of Flows*. Ellen MacArthur Foundation, Isle of Wight.
- Whalen, K. A., Berlin, C., Ekberg, J., Barletta, I., & Hammersberg, P. (2018). ‘All they do is win’: Lessons learned from use of a serious game for Circular Economy education. *Resources, Conservation and Recycling*, 135(May 2017), 335–345. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.06.021>
- Zimmerman, J., Forlizzi, J., & Evenson, S. (2007). Research through design as a method for interaction design research in HCI. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 493–502. <https://doi.org/10.1145/1240624.1240704>
- Zimmerman, J., Stolterman, E., & Forlizzi, J. (2010). An analysis and critique of research through design: Towards a formalization of a research approach. *DIS 2010 - Proceedings of the 8th ACM Conference on Designing Interactive Systems*, (January 2014), 310–319. <https://doi.org/10.1145/1858171.1858228>

SOBRE A AUTORA

ISABEL LAUSANNE FONTGALLAND



Possui graduação em Curso de Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Ceará (1992); Mestrado em Economia pela Universidade Federal da Paraíba (1995); Doutorado em Economia Industrial - Université de Sciences Sociales de Toulouse 1 (1999) - França (LIRHE) e Pós-Doutorado em Economia pela Ohio University (2012) - Athens - Ohio - EUA. É professora do Ensino Superior desde 1994. Atualmente é Professora Titular da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, onde atua desde de 2005. Trabalhou anteriormente como docente na

Universidade Federal da Paraíba participando do Programa de Pós-Graduação em Economia - PPGE de 2002-2006. De 1994 a 1996 atuou na UFPB Campus II (PRAC) e durante 2000 a 2002 na Universidade Federal do Maranhão - UFMA. Foi membro do GERPISA - Le reseau automobile no período de 1996-1999. Faz parte Banco de Avaliadores do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior - BASis desde 2006. É professora e orientadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais - PPGERN da UFCG., também participando como Professora associada do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais (PPSA- UFCG). É pesquisadora do Laboratório de Pesquisas em Economia Aplicada desde 2005, tendo sido sua fundadora. Atualmente é líder no CNPq do LEARA - laboratório de Estudos Aplicados em Recursos Ambientais. É revisora dos periódicos IEEE Latin America Transactions, e Amplla/EduCAPES. Tem experiência nas áreas de Economia, Engenharia da Produção e Meio Ambiente com ênfase em Organização Industrial e Estudos Industriais, atuando principalmente nos seguintes temas: economia do trabalho, inovação tecnológica, microeconomia aplicada, economia do meio ambiente, áreas protegidas, gestão ESG, e energias renováveis. É ainda autora de vários livros e capítulos de livros nas áreas de economia e meio ambiente.

