

**.flexM4i**

flexible Methodology 4 innovation

# Transição para economia circular: servitização e novos modelos de negócio

1ª edição

**Sânia da Costa Fernandes**  
**Henrique Rozenfeld**

Todas as imagens, figuras ou ilustrações foram criadas pelo próprio autor deste e-book. Quando não for o caso, as fontes são indicadas.

Ficha catalográfica elaborada pela Seção de Atendimento ao Usuário do Serviço de Biblioteca "Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes"

F363t      Fernandes, Sânia da Costa  
Transição para economia circular: servitização e novos modelos de negócio / Sânia da Costa Fernandes e Henrique Rozenfeld. -- São Carlos: Edição do autor, 2024.

61 p.  
ISBN 978-65-01-03136-1

1. Economia circular. 2. Servitização. 3. Sistema produto-serviço. 4. Inovação. I. Henrique Rozenfeld. II. Título.

*Elaborado por Eduardo Graziosi Silva - CRB-8/8907*

© 2024 Licença de uso: CC BY-SA 4.0. É permitida a reprodução de todo o conteúdo deste e-book para quaisquer fins, desde que citada a fonte.



## SUMÁRIO

<b>Economia Circular</b> .....	<b>2</b>
Introdução.....	2
Definições.....	2
Características da economia circular .....	3
Objetivos da economia circular .....	3
Princípios da economia circular .....	4
Desenvolver soluções sem resíduos e poluição .....	4
Circular produtos e materiais.....	5
Regenerar os sistemas naturais.....	5
Repensando os ciclos técnico e biológico .....	6
Diagrama “borboleta” .....	6
O ciclo biológico.....	7
O ciclo técnico.....	7
Críticas à representação do diagrama “borboleta” .....	8
Estratégias de economia circular .....	9
Visão geral das categorias das estratégias .....	10
Sequência para apresentação das categorias / estratégias .....	10
Reinventar paradigmas.....	11
Repensar e reconfigurar modelos de negócio.....	12
Restaurar, reduzir e evitar impactos .....	15
Recircular produtos, componentes e materiais .....	18
Logística e energia .....	30
Inovação de modelo de negócio circulares.....	30
Inovação de modelos de negócio (BMI) .....	32
BMI para a economia circular.....	33
A evolução para o modelo circular passa pelo modelo de negócio sustentável?.....	33
<b>Servitização</b> .....	<b>37</b>
Definições.....	37
Clientes desejam algo além dos produtos .....	37
Por que oferecer mais serviços? .....	38
Outros <i>stakeholders</i> .....	39
Relação com a inovação.....	40
Servitização e outras abordagens .....	40
Servitização e Inovação do Modelo de Negócio.....	40
Tipos de contexto para a servitização .....	41
Servitização e sustentabilidade .....	42
<b>Sistema Produto-Serviço (PSS)</b> .....	<b>44</b>
Definição .....	44
Benefícios e limitações.....	46

Benefícios para Fornecedor / Provedor de PSS.....	46
Benefícios para Cliente / Usuário .....	46
Benefícios para o meio ambiente.....	47
Benefícios para o governo / sociedade .....	47
Principais barreiras .....	47
Relação com inovação.....	47
Tipos de PSS .....	48
PSS orientado ao produto.....	48
PSS orientado ao uso .....	49
PSS orientado ao resultado .....	51
PSS e sustentabilidade / economia circular .....	52
Design de PSS.....	53
PSS pode ser um resultado da servitização .....	53
Design de PSS <i>versus</i> servitização.....	55
Importância do design da proposição de valor .....	56
<b>Comentários finais e próximos passos.....</b>	<b>58</b>
<b>Referências .....</b>	<b>59</b>

# Apresentação

Este e-book faz parte de uma série de e-books extraídos da *Flexible Methodology for Innovation* ([flexM4i](#)).

## Usuários típicos e objetivos

Este e-book é direcionado a uma audiência diversificada interessada em explorar e aprofundar os conhecimentos sobre **Economia Circular, Servitização e Sistema Produto-Serviço (PSS – Product-Service System, em inglês, e conhecido como produto como serviço)**. Os leitores podem ser alunos de graduação e pós-graduação nas áreas de Engenharia, Gestão e Negócios, profissionais engajados em áreas como inovação e sustentabilidade, gestores e líderes empresariais, consultores e professores que buscam compreender, aplicar e/ou ensinar conceitos e práticas relacionadas à economia circular e às abordagens de servitização e design de PSS.

Dada a amplitude e complexidade dos temas relacionados à economia circular, servitização e PSS, este e-book oferece uma seleção cuidadosa de conteúdos provenientes da [flexM4i](#). Esses conteúdos foram escolhidos para fornecer uma base sólida nos conceitos essenciais de cada abordagem, ao mesmo tempo em que são articulados de forma a fundamentar o entendimento e a aplicação as práticas e estratégias relacionadas a essas abordagens.

Assim, este e-book foi extraído da [lista de abordagens e práticas](#), que complementam o [metalivro da flexM4i](#) na web, das seções sobre economia circular, servitização e sistema produto-serviço. No metalivro, essas seções são mais extensas, e contemplam conteúdo adicional ao apresentado neste e-book.

O conteúdo deste e-book é fundamentado na perspectiva de inovação, com enfoque particular na inovação de modelos de negócio. Ele explora práticas e estratégias destinadas a aprimorar a jornada das empresas na transição para a circularidade e sustentabilidade, sob uma ótica centrada nos negócios em um contexto dinâmico e em constante evolução.

## Os conteúdos explorados neste e-book abrangem:

### Quanto à economia circular:

- **Definição e conceitos básicos** do que é economia circular;
- **Características** da economia circular;
- **Objetivos, princípios** e detalhamento dos **ciclos técnico e biológico** da economia circular;
- **Estratégias** da economia circular;
- Discussão sobre **inovação de modelo de negócios circulares** e diferenças com modelo de negócio sustentável;

### Quanto à servitização e ao PSS:

- **Definição e conceitos básicos** do que é servitização e PSS;
- **Motivações** para a servitização;
- Relação da servitização com a **inovação** e outras abordagens, incluindo a **inovação de modelo de negócio, tipos de contexto, e sustentabilidade**.
- **Benefícios e limitações** do PSS;
- Relação do PSS com **inovação** e com **sustentabilidade/economia circular**;
- Descrição dos **tipos de PSS**;
- Discussão sobre **design de PSS e sua relação com servitização**;
- Destaque para a importância do **design de proposições de valor**.

*As descrições de exemplos estão em itálico e nesta cor.*

## Atualização deste e-book e material extra

Este e-book foi extraído do [meta livro da flexM4i](#), cuja atualização é bem dinâmica.

### **Dicas de leitura - hiperlinks**

Um e-book pressupõe uma leitura linear. Portanto, você pode percorrer os capítulos e seções na sequência apresentada ou procurar no sumário um assunto de interesse.

Neste e-book existem muitos hiperlinks para locais da flexM4i e alguns externos. **Em uma primeira leitura, procure não acessar esses links.** Deixe para acessar, em uma segunda leitura, somente os conteúdos de seu interesse.

### **Pratique o pensamento integrativo**

Lendo na web, não espere realizar uma leitura linear. Tente montar um modelo mental a partir das conexões entre as abordagens e práticas apresentadas para, assim, começar treinar o seu [pensamento integrativo](#). Assim, você adquire uma visão holística necessária para entender as complexidades relacionadas à inovação circular.

# Economia Circular

# Economia Circular

## Introdução

O modelo econômico tradicional de produção e consumo, pautado na premissa de “extrair, produzir, descartar”, está atingindo seus limites físicos e tem desafiado o crescimento econômico das empresas e a sustentabilidade global.

A economia circular surge como uma **nova abordagem para assegurar o atendimento às demandas industriais e ambientais por meio da maior eficiência no uso de recursos e um sistema de valor eficaz**. Além de garantir benefícios para o meio ambiente, essa abordagem apresenta-se como uma oportunidade econômica de trilhões de dólares, e é cada vez mais discutida em fóruns e adotada por empresas.

*Por exemplo, de acordo com um estudo da Fundação Ellen MacArthur, a adoção da economia circular na Europa tem o potencial de gerar benefícios de 2.1 trilhões de dólares (1.8 trilhões de euros) em 2030 (EMF; SUN; McKinsey, 2015). Na China, uma trajetória fundamentada na economia circular pode proporcionar benefícios na ordem de 11 trilhões de dólares em 2040 (EMF, 2018).*

## Definições

O conceito de economia circular tem sido divulgado pela Fundação Ellen MacArthur como

*“um sistema industrial que é restaurativo e regenerativo por intenção e design” (EMF, 2013).*

Uma definição mais completa da economia circular é:

*“um sistema regenerativo em que a entrada de recursos, desperdícios, emissões, e perda de energia são minimizados diminuindo-se a velocidade, fechando e estreitando os ciclos de materiais e energia. Isso pode ser atingido por meio de design robusto de produtos com vida longa, manutenção, reparo, reuso, remanufatura, recondicionamento e reciclagem” (Geissdoerfer et al., 2017).*

Essas definições já estabelecem alguns princípios e estratégias, que iremos sistematizar mais adiante.

A economia circular também é vista com um novo modelo de negócio que leva a um desenvolvimento mais sustentável e uma sociedade em harmonia (Ghisellini; Cialani; Ulgiati, 2016).

Kirchherr, Reike & Hekkert (2017) apresentam uma definição, após estudar e sistematizar 114 definições de economia circular:

*A economia circular é 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. Atua no nível micro (produtos, empresas, consumidores), nível meso (parques ecoindustriais) e nível macro (cidade, região, nação e além), com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável, o que implica em criar qualidade*

*ambiental, prosperidade econômica e equidade social, em benefício das gerações atuais e futuras. A economia circular é implementada por meio de novos modelos de negócios e consumidores responsáveis.*

Apesar do trabalho exaustivo dos autores dessa definição e de seu trabalho ser muito citado, consideramos que a definição poderia englobar também o aspecto de **atingir os objetivos da economia por meio da intenção e design**, que consta na definição da Fundação Ellen MacArthur.

## Características da economia circular

Um dos pontos mais importantes da economia circular é a existência de uma **visão sistêmica das atividades**, desde a extração de matérias-primas até o destino dos produtos/componentes/materiais, que deixa de ser focada somente no processo produtivo, e passa a ser focada no sistema como um todo (visão holística). Essa visão integrada (Blomsma; Brennan, 2017):

- irá relacionar o ganho econômico com a sustentabilidade;
- trará soluções não pontuais, mas conectadas ao longo de todos os processos, pois estes não podem mais ser planejados de forma isolada;
- e devem agregar valor a todas as partes da cadeia, com novas formas de conexões e negócios.

No geral, a economia circular apresenta as seguintes características:

- visa manter, por mais tempo, o **máximo de utilidade e valor** dos produtos, componentes e materiais (EMF, 2015);
- busca **redefinir a noção de crescimento**, com foco em benefícios não apenas econômicos e de negócio, mas também para o meio ambiente e toda a sociedade (Geissdoerfer et al., 2017);
- é apoiada na **construção de capital econômico, de capital humano** das pessoas envolvidas nas ações circulares (com novas mentalidades e conhecimentos) e na **preservação dos recursos naturais** (capital natural) (Stahel, 2016);
- é considerada uma **“abordagem ganha-ganha”** (Homrich et al., 2018) que beneficia os diferentes stakeholders envolvidos na criação de valor circular;
- do ponto de vista político-econômico, pode ser utilizada para **mudar** a perspectiva de **crescimento econômico** baseada no maior uso de recursos e **da geração de poluentes** (Gregson et al., 2015);
- é referenciada como um modelo de desenvolvimento econômico ou **um novo tipo de economia** (Su et al., 2013) que emergiu **a partir das atividades de “reduzir, reusar e reciclar”** (3 Rs) (Ghisellini; Cialani; Ulgiati, 2016).

Dependendo do autor, alguns aspectos são destacados mais que outros na caracterização da economia circular. Não existe uma sistematização amplamente aceita, o que é normal para uma área do conhecimento ainda em desenvolvimento.

## Objetivos da economia circular

Não há um consenso sobre quais são os objetivos da economia circular. Porém, buscando sintetizar as características apresentadas da economia circular, podemos dizer que os principais **objetivos** a serem alcançados com a aplicação da economia circular são:

- dissociar a atividade econômica do consumo de recursos, que são finitos, e
- eliminar a geração de resíduos e excedentes do sistema de produção.

*O objetivo mais amplo da economia circular é promover o crescimento econômico e a criação de valor de forma dissociada da degradação ambiental e social.*

Em outras palavras, a economia circular não aceita o *trade-off* entre criação de valor *versus* degradação. É buscar o crescimento e criação de valor sem impacto ambiental e social.

Para gerar ganhos econômicos, as empresas não precisam se apoiar na prática tradicional e usual de:

- extração de recursos,
- geração de resíduos a partir deles para obter os produtos, e
- descarte dos produtos quando não tiverem mais uma finalidade de uso.

*Ao contrário, dentro da abordagem de economia circular, as empresas procuram **minimizar desperdícios sistemáticos e eliminar externalidades negativas** para fazer o melhor uso dos recursos sempre que possível.*

O governo dos Países Baixos estabeleceu os seguintes objetivos com suas medidas de implementação da economia circular no país (Potting et al., 2017):

- redução do consumo de recursos naturais;
- extração sustentável de recursos naturais;
- segurança de suprimentos de recursos naturais;
- menos resíduos;
- menos emissões de poluentes;
- maior capital natural;
- maior poder de compra;
- mais empregos.

Observe a variabilidade dos objetivos da economia circular. Por isso, não se preocupe em definir objetivos "rígidos" da economia circular. Veja que a lista anterior de objetivos é algo governamental, que orienta incentivos e iniciativas dos Países Baixos. Provavelmente, em publicações sobre economia circular você irá encontrar outros objetivos que não foram listados anteriormente. Não é importante definir uma lista definitiva de objetivos, mas andar na direção de implementação da economia circular.

## Princípios da economia circular

A seguir, resumimos os três princípios da economia circular definidos pela Fundação Ellen MacArthur. Nos resumos indicamos uma descrição mais completa no site da fundação.

### Desenvolver soluções sem resíduos e poluição



Resíduos e poluição **são consequências das decisões de design de soluções**, que determinam 80% do impacto ambiental dos processos e produtos. A partir da mudança de mentalidade, deve-se **considerar resíduos como uma falha de design**. É necessário, portanto, fazer uma seleção cuidadosa dos materiais e energia que serão utilizados. **Os recursos disponíveis na Terra são finitos e não renováveis, com exceção** da luz do sol, biomassa, chuvas e ventos. Devemos priorizar insumos abundantes, limpos e renováveis, substituindo as fontes não renováveis dos sistemas de consumo e produção. Esse princípio também é expresso por **promover um fluxo fechado (circular)**.

*Eliminar resíduos e poluição deve começar com o design das soluções, desde o início da sua concepção.*

Veja a [descrição em português deste princípio](#) no site da Fundação Ellen MacArthur.

## Circular produtos e materiais



Circular produtos e materiais significa mantê-los em uso por mais tempo. Para atingir sistemas de consumo e produção circulares é **necessário adotar pensamento de ciclo de vida e identificar os impactos** das decisões de design e produção desde as etapas iniciais de desenvolvimento das soluções (BOL - *beginning of life* - início de vida), bem como no estágio de uso da solução (MOL - *middle of life* - meio de vida) e no estágio em que a solução não tem mais utilidade ou não pode ser mais utilizada para o seu objetivo inicial (EOL - *end of life* - fim de vida). É necessário, então, **repensar os produtos e serviços** para manter os recursos em uso da forma mais efetiva possível.

Acesse os links de [BOL](#), [MOL](#) e [EOL](#) para conhecer as definições desses termos no nosso glossário.

**Durante a fase de design**, precisamos criar componentes e produtos que durem mais com a aplicação de [design robusto](#), e possam ser reusados, reparados e remanufaturados. Como as coisas não duram para sempre, precisamos **pensar em estratégias de fim de vida que não criem resíduos**. No caso de alimentos e embalagens, temos de pensar em como receber de volta esses resíduos para que eles não tenham que ir para os aterros sanitários.

*Circular produtos e materiais é mantê-los em uso por mais tempo, seja como produto, ou quando ele não puder mais ser usado, como componentes ou matéria prima. Assim, não produzimos resíduos e o valor intrínseco dos produtos e material são mantidos.*

Veja a [descrição em português deste princípio](#) no site da Fundação Ellen MacArthur.

## Regenerar os sistemas naturais



O sistema de consumo e produção deve ser eficaz para garantir que as necessidades básicas dos seres humanos como alimento, moradia, mobilidade sejam atendidas e ao mesmo tempo regenerar os sistemas terrestres adjacentes. **Quebra-se o paradigma de que soluções de sustentabilidade devem reduzir os danos dos nossos sistemas de consumo e produção – uma visão que aceita os conceitos de lixo, resíduo e externalidade negativa.**

Observe que o primeiro princípio de **desenvolver soluções (design) desde o início sem resíduos e poluição** facilita a consideração dos outros dois.

Ao passar de um modelo econômico linear, baseado em extrair-produzir-desperdiçar, para uma economia circular, fortalecemos os processos naturais e permitimos que a natureza prospere.

Veja a [descrição em português deste princípio](#) no site da Fundação Ellen MacArthur.

## Repensando os ciclos técnico e biológico

A espinha dorsal para ativar os três princípios de economia circular está em repensar o uso de recursos, mimetizando os ciclos da natureza em dois:

- ciclo técnico de materiais e
- ciclo biológico de nutrientes na biosfera

de modo a manter os recursos disponíveis em uso da forma mais efetiva possível. Para representar esses dois ciclos foi criado o diagrama “borboleta”.

### Diagrama “borboleta”

A figura a seguir, conhecida como diagrama “borboleta”, ilustra estes dois ciclos, demonstrando a separação conceitual entre os nutrientes técnicos e biológicos. É importante distinguir que nós, seres humanos, **somos consumidores quando participantes dos ciclos biológicos e usuários quando participantes dos ciclos técnicos**. Isto implica que os produtos biológicos devem atingir os menores níveis de toxicidade, ao passo que os produtos tecnológicos devem ser pensados para ter uma vida útil tão longa quanto possível.

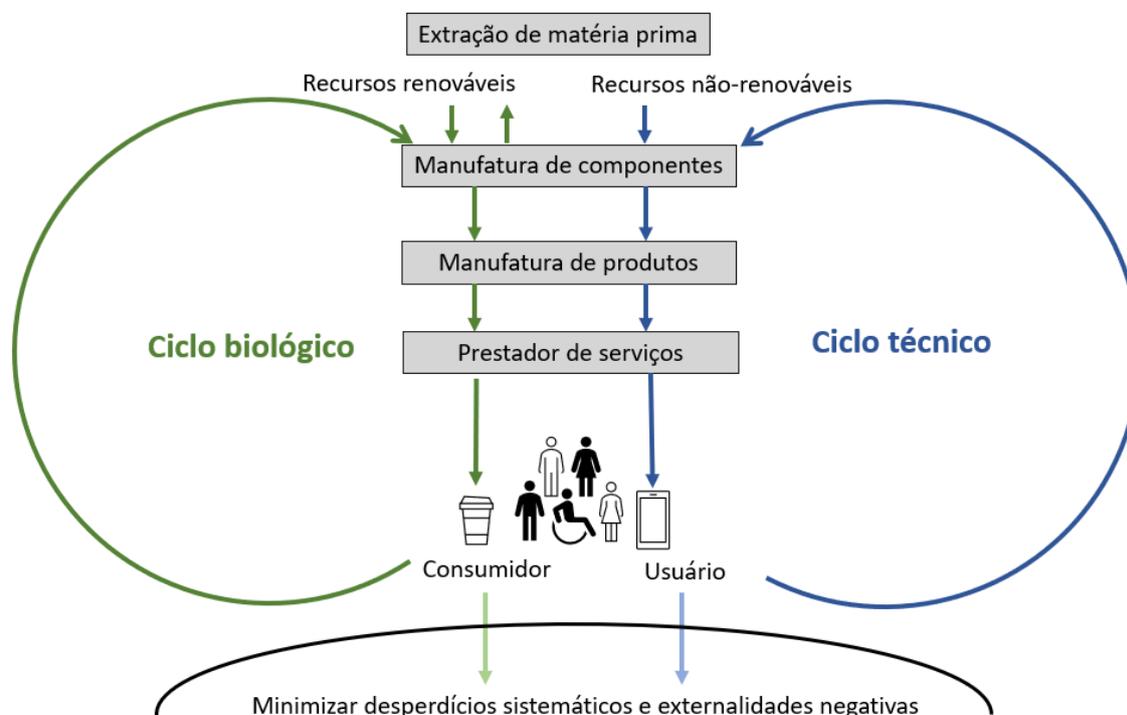


Figura 1: Diagrama “borboleta” simplificado que representa os ciclos técnico e biológico, definidos pela fundação Ellen MacArthur, que separa os materiais (ciclo técnico) e os nutrientes (ciclo biológico)

Adaptado de <https://ellenmacarthurfoundation.org/pt/o-diagrama-de-borboleta> visitado em 26 junho 2023



- um maior tempo de vida possível, evitando a obsolescência desnecessária;
- uma transformação do material para o uso neste ou naquele setor.

*Por exemplo, considere uma roupa de algodão. Primeiramente, após o primeiro ciclo de uso, ela pode ser reutilizada como uma roupa de segunda mão. Depois, as fibras de algodão podem ser utilizadas no setor de móveis para enchimento de estofados. A fibra, então, pode ser usada como lã-de-rocha para o isolamento da construção civil. Em cada uma dessas etapas, evita-se a utilização de materiais virgens (EMF, 2015).*



Figura 3: ciclo técnico do diagrama “borboleta” simplificado definido pela fundação Ellen MacArthur  
Adaptado de <https://ellenmacarthurfoundation.org/pt/o-diagrama-de-borboleta> visitado em 26 junho 2023

#### Exemplo de ativação dos ciclos técnico e biológico

Neste vídeo produzido pela empresa Klabin (3:26 min em português), produtora de papel e celulose, você poderá ver novamente esses dois ciclos. Eles apresentam a quantidade de resíduo produzido pelos brasileiros e formas que a empresa vem utilizando para ativar os ciclos biológicos e técnicos para utilizar estes resíduos como insumo, impedindo que sejam descartados no meio ambiente.

## Críticas à representação do diagrama “borboleta”

Pelo diagrama, o ciclo biológico é associado a uma perspectiva biológica e ambiental, enquanto o ciclo técnico é associado a uma perspectiva econômica e industrial. Tal separação pode levar a uma falta de consideração de oportunidades que levariam ao aumento da circularidade e ao melhor desempenho ambiental de recursos.

*Uma das principais críticas está relacionada com a **separação dos ciclos biológico e técnico**, como representado no diagrama “borboleta”.*

De acordo com um estudo conduzido por Metic et al. (2022), o elo dinâmico entre os ciclos biológico e técnico pode influenciar no desempenho sustentável dos sistemas circulares e possibilitar a extração de valor dos recursos tanto quanto possível. Por isso, **os dois ciclos devem ser tratados de forma integrada** já que as saídas de um ciclo podem ser utilizadas como entradas no outro ciclo.

*Os autores ilustram que a Comissão Europeia e o plano de ação para a Economia Circular instigam o desenvolvimento de plástico de base biológica, biodegradável e compostável - o que depende da integração dos ciclos biológico e técnico. O componente com plástico seria criado e circularia inicialmente pelo ciclo técnico até seu recolhimento. A sua degradação e utilização como compostável ocorreria no ciclo biológico.*

Metic et al. (2022) propõe, então, o conceito de “Dual Circularity” (Circularidade Dupla, em português) como um meio para reconhecer a associação entre os ciclos biológico e técnico, considerando que materiais e produtos podem ir de um ciclo para outro. A **circularidade dupla é definida** como

*... “uma abordagem integrada para apoiar a tomada de decisão ao desenvolver uma iniciativa de economia circular que considere totalmente o fluxo de materiais/produtos dentro e entre os ciclos biológico e técnico voltado para o desempenho sustentável do sistema” (Metic et al., 2022).*

Com isso, tais autores trazem a definição de “dual material” (material duplo, em português). Esse tipo de material é aquele que possui a origem em um ciclo (por exemplo, no ciclo biológico) e possui o destino final em outro ciclo (por exemplo, no ciclo técnico).

*Por exemplo, um material biológico não biodegradável possui origem no ciclo biológico, mas é utilizado no ciclo técnico para produção de plástico de base biológica.*

Nesta perspectiva dual, um produto pode ser composto por materiais biológicos, técnicos ou dual. É preciso, então, considerar uma abordagem de análise sistêmica que seja capaz de considerar efeitos conjuntos dos ciclos biológico e técnico, e não de forma isolada como é representado no diagrama “borboleta”.

## Estratégias de economia circular

**As estratégias são meios ou procedimentos para atingir a economia circular** (Kalmykova; Sadagopan; Rosado, 2017). Cada estratégia ativa de forma diferente o ciclo biológico ou técnico, e tratam dos recursos em diferentes níveis: produtos, componentes e materiais.

A seguir, é apresentada uma compilação da descrição das categorias e estratégias de economia circular do [Circular Strategy Scanner](#) - que é uma ferramenta que permite conhecer e identificar as estratégias circulares que podem ser aplicadas em um negócio. Essas estratégias foram extraídas:

- do artigo de Blomsma et al. (2019);
- das partes introdutórias das seções do [Guidelines for circular product design and development](#) do projeto CIRCit Norden (não utilizamos os guidelines só as definições);
- das descrições das nove estratégias de “recircular” da publicação [“Closing the Loop for a Circular Economy: CIRCit Workbook 5”](#) (Hildenbrand et al., 2020).

Veja a seção principal que descreve o [Circular Strategies Scanner](#).

## Visão geral das categorias das estratégias

As estratégias de economia circular estão estruturadas de acordo com as categorias ilustradas na próxima figura, que representa os campos do *Circular Strategies Scanner*.

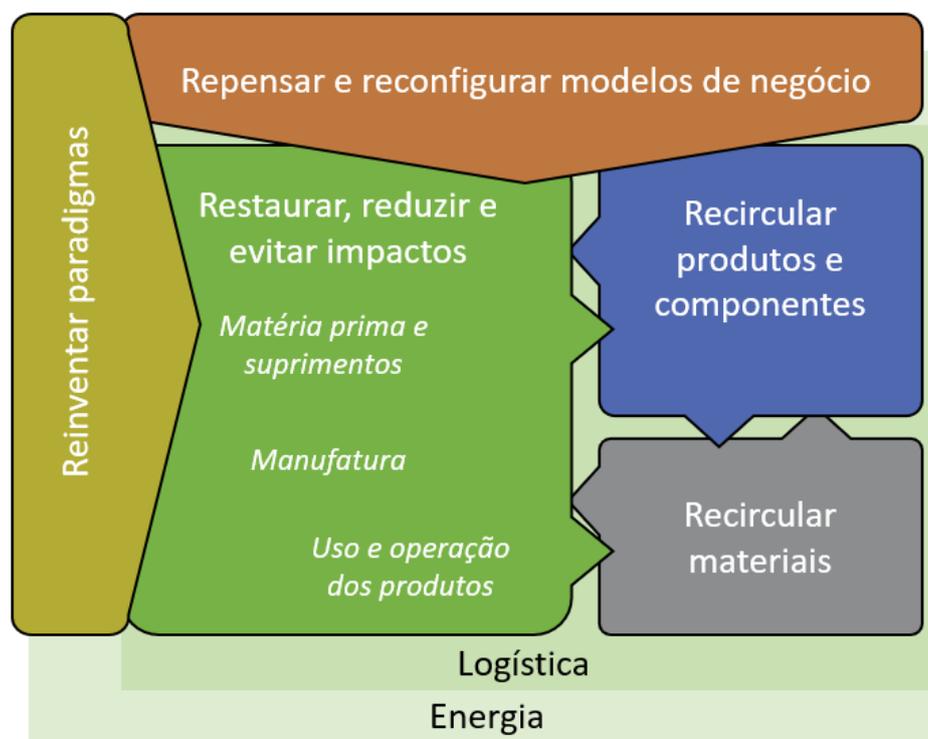


Figura 4: Visão simplificada das categorias das estratégias de economia circular do *Circular Strategies Scanner*  
Adaptado de Blomsma et al. (2019).

Descrevemos a seguir as categorias, que às vezes são subdivididas em subcategorias.

## Sequência para apresentação das categorias / estratégias

Pela representação da figura anterior da visão simplificada você pode observar que existe a seguinte hierarquia entre as estratégias estruturadas de acordo com o *Circular Strategies Scanner*:

- as estratégias de “reinventar paradigmas” podem influenciar todas as outras estratégias;
- as estratégias “repensar o modelo de negócio” podem influenciar as de “restaurar, reduzir e evitar impactos” e as de “recircular produtos e componentes”;
- as estratégias de “restaurar, reduzir e evitar impactos” podem influenciar as de “recircular produtos e componentes” e as de “reciclar materiais”;
- as estratégias de “recircular produtos e componentes” podem influenciar as de “reciclar materiais”.

Você pode estudar ou disseminar essas estratégias seguindo a sequência anterior, que vai das estratégias mais amplas até que recuperam um menor valor residual.

### Exemplos:

*Ouvir músicas via streaming (mudança de paradigma) causa um menor impacto se comparado com ouvir um CD, que exige recursos e energia para fabricação, transporte e descarte. Os servidores de um serviço de streaming também podem consumir energia, mas bem menos em comparação com a produção de milhões de CD. Essa estratégia elimina a necessidade de possíveis outras estratégias de se “restaurar, reduzir ou evitar o impacto” na fabricação, porque não há mais fabricação.*

*“Repensar e reconfigurar um modelo de negócio”, com o sistema produto-serviço (PSS) orientado a resultado, pode influenciar a fase de uso e operação do produto visando utilização mais eficiente dos recursos, pois todo o sistema (PSS) e as pessoas envolvidas são treinadas para operar com maior eficiência.*

*Conseguir prolongar a vida de um produto ou reutilizá-lo, dentro da categoria de “reciclar produtos”, faz com que menos produtos sejam necessários e atrasa o fim-de-vida, no qual pode haver a reciclagem dos materiais (uma das estratégias do “reciclar materiais”), que aproveita menos o valor residual do produto.*

Apesar da estrutura hierárquica, os criadores do *Scanner* relatam uma experiência positiva em apresentar (disseminar) as estratégias a partir da categoria de “reciclar materiais”, pois são as estratégias atuais mais conhecidas. Depois, eles apresentam as estratégias na direção inversa da estrutura hierárquica, expandido a visão para outras estratégias, que podem ser implementadas.

Como temos dois atores principais que lidam com as estratégias deste checklist para definir ideias de economia circular: o facilitador e os membros do time do workshop. Você pode então adotar duas sequências distintas para esses atores:

- o facilitador deve explorar todas as categorias, estratégias e exemplos na sequência em que ele se sentir maior facilidade
- depois, o facilitador pode disseminar as outras estratégias para os membros do time, a partir daquelas de menor preferência e de aproveitamento do menor valor residual.

Essa proposta de sequência foi relatada como a mais eficaz para entendimento geral. Porém, cada caso é único. Então, defina a sequência para conhecimento e disseminação que você considere mais apropriada.

## Reinventar paradigmas

Esta categoria envolve o esforço para criação de novos conceitos de negócio que visam **separar totalmente** o crescimento econômico e a criação de valor do consumo de recursos e degradação ambiental e social.

Essa categoria visa tornar os produtos físicos redundantes, o que chamamos de “desmaterialização dos produtos”. Isso é obtido pela oferta de serviços para que o consumidor perceba o mesmo valor que ele percebia quando adquiria um produto. É o movimento de sair de uma economia baseada em produtos para uma economia baseada em serviços.

Essa categoria está associada com:

- inovações radicais de produtos normalmente relacionados com tecnologias disruptivas (streaming, por exemplo) e, frequentemente, envolvem a aplicação de soluções digitais
- posturas radicais da perspectiva pessoal, como recusar (refuse) o consumo daquilo que não é necessário.

**Reinventar paradigmas está associado com inovações radicais.**

A aplicação de estratégias desta categoria depende de ações do ecossistema, tais como:

- responsabilidade dos produtores de realizar melhorias e inovações para se consumir menos material e energia, ou seja, tornar a produção mais eficiente e efetiva (melhorias em design dos produtos, processos e equipamentos);
- aplicação de estratégias / práticas de fim-de-vida e recuperação de produtos.

**Relação com outras categorias e os “Rs” da sustentabilidade**

As estratégias envolvidas nessa categoria podem direcionar as estratégias das outras categorias, quando um novo paradigma for criado (**resultante de uma inovação radical**). Por isso sua posição na figura das categorias é lateral para ilustrar que pode influenciar as demais estratégias.

- contém as estratégias de: rejeitar / recusar e refletir
- relaciona-se com as estratégias de: repensar, reusar, reparar, recondicionar, remanufaturar, reciclar

A mudança de paradigma de orientação por produtos para a orientação a serviços, **sem o desenvolvimento de uma inovação radical**, envolve a proposição de novos modelos de negócios, escopo da categoria “repensar e reconfigurar modelos de negócio”.

*Exemplos:*

- *a utilização de um smartphone substitui vários produtos com diversas funcionalidades (GPS, máquina fotográfica, telefone, chat, e-mail, videoconferência, mapas, relógio, cronômetro, calculadora, jogos, vídeo game etc.), pois ele é um produto multifuncional e depende de fornecedores de soluções complementares (do ecossistema);*
- *música e vídeo em streaming eliminam a necessidade de se possuir CDs ou DVDs (este caso pode ser considerada uma nova forma de se entregar essas funções, sendo, portanto, a estratégia de repensar);*
- *a leitura por meio de dispositivos eletrônicos (como o Kindle da Amazon) ou jornais na web elimina a necessidade de se utilizar papel e tinta para imprimir livros / jornais;*

Repare nos três exemplos anteriores, que a mudança de paradigma está associada à aplicação de tecnologias disruptivas. Além disso, os novos paradigmas implicam em mudança no modelo de negócio. Como um modelo de negócio é formado por componentes de diversas perspectivas (mercado, recursos, modelo de receita, canais, processos etc.), sua mudança envolve a transformação de muitos componentes. Mudam os canais, os recursos, os processos, o modelo de receita etc.

- *evitar comprar chocolate de empresas, cujos fornecedores utilizam mão de obra infantil em condições degradantes ou similares à escravidão;*
- *a utilização de nossos próprios copos ou canecas em eventos, trabalho, academia etc., evitam o uso de material descartável;*
- *comprar produtos, cujas embalagens sejam recicláveis, retornáveis ou mesmo sem embalagens, como no caso de compra de cereais a granel.*

**Repensar e reconfigurar modelos de negócio**

Esta categoria envolve a inovação de modelos de negócio circulares. Esses modelos podem ser baseados em produtos existentes e, normalmente, estão relacionados com a aplicação de novas tecnologias.

Essa categoria tem o ponto central de se pensar em função e proposição de valor com foco em como um consumidor / usuário pode usar, interagir com os produtos para obter uma melhor experiência.

As estratégias dessa categoria podem resultar na transformação de uma economia baseada em produtos para a orientação a serviços.

Esta categoria não envolve inovações radicais. Quando estiver associada a uma inovação radical, é considerada uma “reinvenção de paradigma” (categoria anterior). Esta categoria pode envolver uma mudança de paradigma sem a aplicação de uma inovação tecnológica disruptiva (como mostrado nos exemplos da categoria anterior). Ela pode resultar:

- da transformação de uma empresa baseada na venda de produtos em uma empresa orientada a serviços (servitização), ou
- de mudanças de comportamento dos consumidores, que valorizam a sustentabilidade, o compartilhamento de produtos e são menos consumistas, ou seja, não trocam constantemente de produtos para “estarem na moda”.

Mesmo que outras estratégias de economia circular mais pontuais sejam aplicadas, como reusar, remanufaturar ou mesmo reciclar, sempre é bom avaliar se ocorre alguma mudança no modelo de negócio ou se uma inovação no modelo de negócio pode influenciar positivamente essas outras estratégias.

Esta categoria é subdividida nos seguintes grupos (próxima figura):

- modelos de negócio **baseados em resultados e desempenho**: é quando o cliente paga de acordo com os resultados ou desempenho do produto / serviço.
- modelos de negócio **baseados em acesso ou disponibilidade** do produto: é quando ocorre o compartilhamento de produtos ou a contratação de uso do produto por meio de um contrato temporário.
- modelos de negócio **baseados em produtos de longa duração**: são produtos robustos associados a serviços que prolongam sua vida; mas ao atingir o final da primeira fase de uso, já existem acordos para a compra e reuso desses produtos.

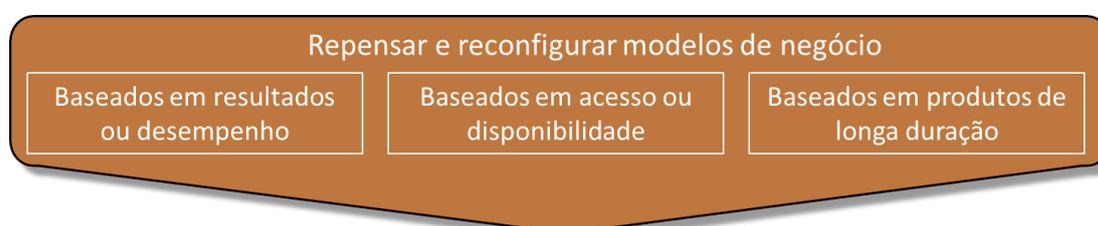


Figura 5: Subcategorias de estratégias circulares da categoria “repensar e reconfigurar modelos de negócio” do *Circular Strategies Scanner*

Adaptado de Blomsma et al. (2019)

Para o sucesso desses novos modelos de negócio, é necessário a oferta de serviços:

- que garantam a operação dos produtos com eficiência e menor custo, impacto ambiental e social. Esses serviços podem envolver manutenção, treinamento e consultoria de aplicação. Os custos desses serviços podem ser cobertos pelos acordos comerciais já embutidos nos modelos de negócio ou podem fazer parte de acordos separados;
- de financiamento da operação e compra de consumíveis, se necessário;

Existem diversas combinações elementos de negócio (organização, ecossistema, recursos etc.) que resultam em uma grande variedade de modelos de negócio, que vão além dos apresentados. Assim, o sucesso desses modelos depende de outras condições, que precisam ser avaliadas caso a caso.

Leia mais:

Exemplos dessa variedade são os [padrões \(patterns\) de modelo de negócio](#) sistematizados pela [Metodologia da invincible company](#) ou os padrões do livro de Gassmann et al. (2014). Mas nem todos são circulares.

Dentro do projeto CIRCit-Norden, existe uma ferramenta, que são cartões que representam diversos padrões de modelos de negócio circulares, que você pode baixar gratuitamente. Essa ferramenta é apresentada nos [exemplos de padrões \(patterns\)](#) da seção de “[Modelos de negócio circulares](#)”.

Para os leitores em nível de detalhamento avançado, recomendamos as seguintes leituras: Amshoff et al. (2015); Lüdeke-Freund et al. (2018); Pieroni et al. (2019).

*Exemplos:*

- *o compartilhamento de automóveis e bicicletas é uma nova forma de se pensar na posse e no consumo, não necessitamos mais ter a posse desses produtos, assim esses produtos não ficarão tanto tempo ociosos (leia mais sobre [economia compartilhada](#));*

[Neste vídeo](#) você pode conhecer o outro lado do compartilhamento de automóveis, que na China resultou em grandes impactos ambientais, pois a oferta foi muito maior do que a demanda e as empresas que ofertavam esses serviços quebraram.

- *o modelo de negócio do [sistema produto-serviço \(PSS\)](#) também é uma nova forma de se pensar como oferecer uma funcionalidade sem a necessidade do cliente possuir o produto;*
- *Os [sistemas produto-serviço \(PSS\)](#) orientados a resultados são exemplos dessa estratégia, como o [caso do pay-per-lux da Philips](#), no qual a empresa cliente contrata luminosidade por m2.*
- *estender a vida dos produtos por meio de uma assinatura dos serviços de manutenção, que pode estar associada ao monitoramento do uso e do desempenho do produto para o acionamento de manutenções preditivas, como no caso do [serviço de gestão do ciclo de vida que a Siemens oferece para o setor de bens de capital intensivo](#);*
- *não adotar mais a [obsolescência programada](#), e sim modelos de negócio, como os citados anteriormente. Na perspectiva pessoal, você deve procurar empresas que não praticam a obsolescência programada;*
- *editoras de revistas podem oferecer publicações mais antigas, que ainda possuem conteúdos atuais, a menores preços, para evitar o descarte de material impressão não vendido;*
- *a produção de coprodutos, a partir das matérias primas (veja o exemplo a seguir da British Sugar).*

*As fábricas da British Sugar operam um modelo de fabricação avançado que evita o desperdício, transformando as saídas do processo em insumos para uma [ampla gama de co-produtos](#). Esses coprodutos incluem (entre outros):*

- *agregados, que vem com a colheita da beterraba (de onde eles extraem o açúcar), como pedras, que eles tratam e comercializam para empresas de construção de estradas e obras;*
- *200 mil toneladas de solo, que vêm com a colheita de 8 milhões de toneladas de beterraba, são processados como [topsoil](#) e vendidos para empresas de paisagismo;*
- *ração animal.*

*Os processos da British Sugar resultam em menos de 200 gramas de resíduos para cada tonelada de açúcar produzida – praticamente zero desperdício.*

## Restaurar, reduzir e evitar impactos

Esta categoria envolve prevenir uso excessivo de material e energia com o objetivo de:

- melhorar da eficiência dos processos para otimizar o uso de recursos (materiais, energia e água);
- melhorar o potencial de circularidade antes da fase de uso.

Como pode ser observado na próxima figura, esta categoria é subdividida em três grupos de estratégias, que correspondem a três áreas de impacto:

- matéria prima e suprimentos;
- manufatura;
- uso e operação.

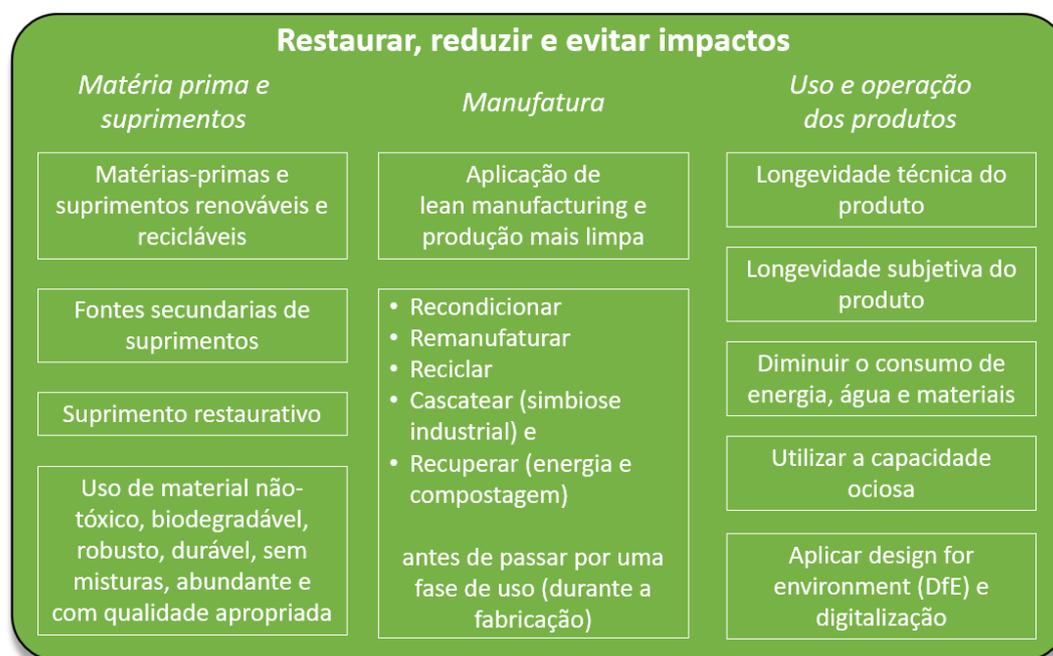


Figura 6: Áreas de impacto e estratégias da categoria “restaurar, reduzir e evitar impactos” do *Circular Strategy Scanner*  
Adaptado de Blomsma et al. (2019)

As estratégias dentro desta categoria de **restaurar, reduzir e evitar impactos** do *Circular Strategies Scanner* são consideradas **antes da fase de uso** dos produtos e materiais. Depois da fase de uso, essas estratégias são categorizadas dentro do recircular (próxima categoria de estratégias).

### Área 1 - Estratégias relacionadas com matérias-primas e suprimentos

Essas estratégias visam melhorar o potencial de circularidade e eficiência no processo de suprimentos.

- aquisição de matérias-primas e suprimentos **renováveis** e **recicláveis**;
- aquisição de **fontes secundárias** de suprimentos e matérias-primas, tais como, materiais que já foram reciclados, materiais resultantes de outros processos / empresas, que seriam descartados, no contexto da simbiose industrial ou outra forma cascadeamento (*cascading*) entre saídas (resíduos) e entradas (insumos) de processos ou empresas;

Simbiose industrial representa a troca física de materiais, energia, água e subprodutos entre empresas.

Essa prática é bem ampla e está relacionada com as estratégias de:

- aquisição de fontes secundárias da categoria restaurar, reduzir e evitar impactos (relacionadas com matéria prima e suprimentos), e
- cascatear (*cascade*) e recuperar energia na área de manufatura (antes de uma fase de uso dos produtos).

- **suprimento restaurativo a partir de materiais já descartados** e que se encontram em aterros sanitários ou mesmo plásticos no oceano;
- uso de **material não-tóxico ou biodegradável** para facilitar sua reabsorção nos ciclos naturais;
- usar **material robusto e durável** que não se degenera durante os múltiplos ciclos de vida;
- minimizar misturar em um componente materiais diversos para facilitar sua separação no fim de vida;
- usar material **apropriado e reciclável, que exista em abundância**; reserve materiais de elevada qualidade ou raros para aplicações mais críticas.

*Exemplos:*

- *em 2021 a HP utilizou 40% de conteúdo reciclado em peso de plástico na fabricação de novas impressoras;*
- *a empresa Camiseta feita de PET produz vários produtos, tais como, camisetas promocionais, ecobags personalizadas, brindes, a partir de garrafas PETs recicladas;*
- *a Insecta utiliza materiais como plástico reciclado, algodão reciclado, borracha reaproveitada, peças de roupas usadas, tecidos de reuso e resíduos de produção que seriam jogados fora e os transforma em novos sapatos, acessórios e roupas;*
- *A Comas produz peças por meio da técnica de “upcycling”, processo pelo qual produtos descartados são recuperados, transformados e recolocados no mercado;*
- *a simbiose industrial, que também pode ser classificada como uma estratégia de reuso e faz parte da ecologia industrial, cria sinergia entre empresas para que os resíduos de algumas empresas possam ser utilizados como matéria-prima de outras;*
- *90% dos resíduos industriais das unidades da Flex do Brasil são transformados novamente em matéria-prima e reinseridos na cadeia produtiva.*

## Área 2 - Estratégias relacionadas com manufatura

Essas estratégias visam melhorar o potencial de circularidade e a eficiência do processo de manufatura por meio da aplicação de menor quantidade possível de recursos naturais e energia, com o objetivo de “gentani” (utilizar a quantidade mínima de recursos necessários para realizar uma atividade específica);

- aplicar os princípios e técnicas da lean manufacturing e produção mais limpa (P+L) para eliminar desperdícios na manufatura; utilizar menos energia, água e material; eliminar, minimizar, reutilizar, reciclar resíduos e emissões;
- recondicionar, remanufaturar, reciclar, cascatear e recuperar (energia) produtos e componentes **antes de passarem por uma fase de uso** (quando, por exemplo, apresentarem algum defeito ou durante a fabricação - simbiose industrial).

Recondicionar, remanufaturar, reciclar e cascatear produtos e componentes, **após eles terem passado por uma fase de uso**, estão classificados no *Circular Strategies Scanner* como estratégias das categorias de “recircular produtos, componentes e materiais”.

A descrição dessas estratégias está no tópico “Recircular, produtos, componentes e materiais” mais à frente.

*Exemplos:*

- *a MRV conseguiu diminuir drasticamente os resíduos das obras civis com a aplicação da lean construction;*
- *a abordagem denominada “Rewire” da Nike para a sustentabilidade da cadeia de suprimentos envolveu várias mudanças na empresa: transição para uma estrutura organizacional mais integrada, treinamento em lean manufacturing para desenvolver as habilidades dos trabalhadores e melhorar a eficiência, desenvolvimento de um novo esquema de incentivo aos fornecedores e promoção da inovação para envolver todas as partes interessadas relevantes na criação do ambiente necessário para que a mudança sistêmica ocorresse (Porteous & Rammohan, 2013);*

## Área 3 - Estratégias relacionadas ao uso de produto e operação

Essas estratégias visam melhorar o potencial de circularidade e a eficiência no uso e operação de produtos por meio da aplicação de abordagens técnicas e subjetivas e também pela aplicação de tecnologias digitais, que apoiam o uso mínimo de recursos para realizar uma atividade (“[gentani](#)”). Este apoio ocorre durante o monitoramento do uso / operação e na atuação para aproveitar o potencial de circularidade e eficiência;

- aumentar a vida dos produtos (**longevidade**) do ponto de vista **técnico**: por meio de elevada integridade e robustez dos produtos;
- aumentar a vida dos produtos (**longevidade**) do ponto de vista subjetivo: por meio de uma estética atemporal, confiança e senso de pertencimento com uma marca;
- **diminuir o consumo** de energia, água e materiais durante o uso e operação dos produtos;
- **utilizar a capacidade ociosa** dos produtos e avaliar as possibilidades de uso compartilhado;
- aplicar práticas de *design for environment* (DfE) para promover a circularidade dos produtos e materiais durante a fase de design / desenvolvimento dos produtos, serviços e soluções.

Enquanto o DfE está mais focado em mitigar o impacto ambiental de um produto, processo ou serviço, o design for sustainability (DfS) tem uma visão mais holística e busca abordar os desafios mais amplos da sustentabilidade, considerando aspectos sociais, econômicos e ambientais.

É importante ressaltar que as abordagens DfS e DfE não são mutuamente exclusivas e podem se sobrepor em muitos aspectos. Ambas são orientadas para a sustentabilidade e têm como objetivo projetar produtos e sistemas que sejam mais compatíveis com os princípios da sustentabilidade.

Veja no glossário as definições de [DfE](#) e de [DfS](#).

*Exemplos:*

- *estender a vida de produtos por meio da aplicação de técnicas para aumento da robustez dos produtos (como os testes de confiabilidade) reduzem a necessidade de se adquirir novos produtos;*
- *a Finlayson é uma fabricante de roupas, toalhas, lençóis e outros produtos baseados em tecidos. Essa empresa pode ser um exemplo das três áreas relacionadas com restaurar, reduzir e evitar. Visite o blog da empresa para conhecer as iniciativas de sustentabilidade. A empresa trabalho com materiais reciclados, possui condições de trabalho apropriadas para os seus colaboradores, utiliza materiais virgens certificados e sustentáveis, os materiais são duráveis com tempo longo de uso, publica melhores práticas de como tratar e conservar os materiais para que eles tenham uma maior durabilidade, garantem a durabilidade do material por pelo menos cinco anos com as mesmas características que um original e pagam um salário adequado para seus colaboradores.*

## Recircular produtos, componentes e materiais

Essas estratégias visam fechar o ciclo dos produtos, componentes e materiais, ou seja, os ciclos técnico e biológico, como ilustrado no [diagrama de borboleta](#) proposto pela Fundação Ellen MacArthur.

Na figura do *Scanner*, essa categoria é dividida em duas: recircular produtos & componentes e recircular materiais. Apresentamos aqui de forma integrada, pois o importante é descrever as estratégias e suas características, que de certa forma possuem uma relação de preferência de aplicação como ilustra a próxima figura.

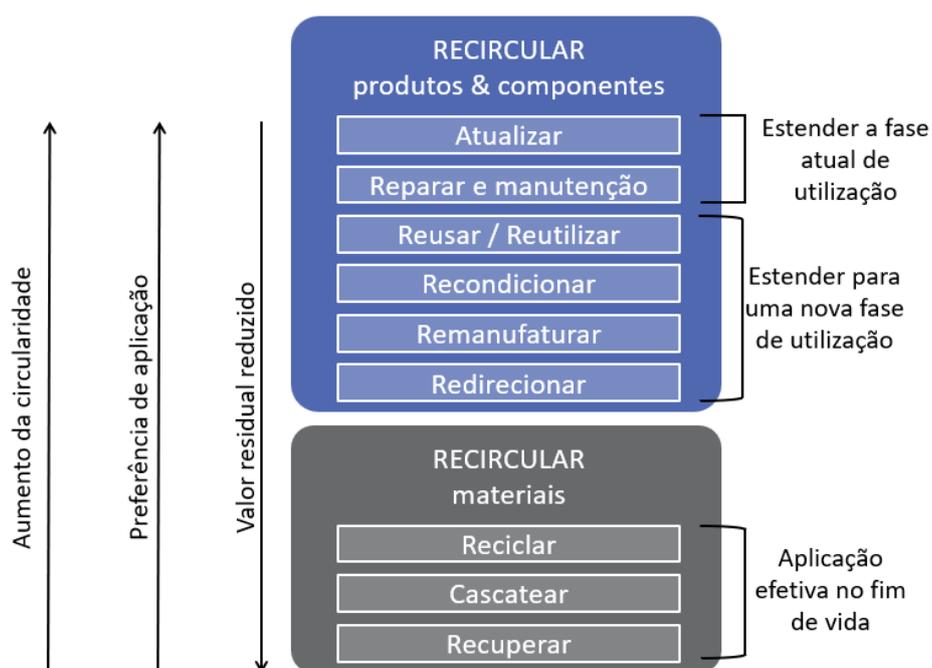


Figura 7: Estratégias das categorias recircular do *Circular Strategies Scanner*  
Adaptado de Blomsma et al. (2019)

Antes de começar a descrever as estratégias, queremos destacar as flechas do lado esquerdo da figura. As estratégias que estão na **parte superior da figura resultam em uma maior circularidade** que as demais. Assim, é preferível que elas sejam aplicadas, ou seja, **as estratégias**, que estão na **parte inferior, aproveitam um menor valor residual** dos produtos, componentes e materiais.

O conjunto de estratégias de “recircular materiais” aproveitam um valor residual menor do que o conjunto de estratégias de “recircular produtos & componentes”. Isso porque, obviamente, a obtenção de componentes e depois produtos agrega mais valor aos materiais.

### Recircular Produtos e Componentes

- essas estratégias procuram manter o valor tanto do material como o da manufatura que foi agregado nos produtos no início da vida (BOL);
- observe que essas estratégias estão na parte superior da figura que ilustra as estratégias desta categoria, o que significa que possuem um potencial maior para se reduzir a demanda por recursos;
- para simplificar e mesmo viabilizar a implementação dessas estratégias, é importante aplicar o *design for disassembly* (DfD) na fase inicial de desenvolvimento.

### Design for disassembly (DfD)

Os produtos a serem reciclados após algumas fases de uso precisam ser desmontados. Como a própria definição de economia circular diz que ela é *“um sistema industrial que é restaurativo e regenerativo por intenção e design”*, o design precisaria considerar e facilitar a desmontagem do produto. O DfD estabelece princípios de práticas para facilitar a desmontagem considerando os usuários e os diversos tipos de estratégias de reciclar mais apropriados para os produtos no início do design. Alguns autores associam o DfD com o design for recycling (DfR), mas ele é mais abrangente, e a desmontagem pode ser utilizada em associação com outras estratégias de recirculação de produtos e componentes.

Veja mais:

- Broughton (2023), no seu capítulo sobre desmontagem, traz diversas aplicações DfD com foco em produtos industriais. Ele ainda discute diversos tópicos como as ferramentas de DfD, indústria 4.0, rastreabilidade de componentes, tecnologias de desmontagem e smart adesivos;
- Saraiva et al. (2012) apresentam diretrizes (guidelines) para um manual de DfD com foco na construção civil no Brasil;
- Rios et al. (2015) discutem os desafios do DfD na construção civil e propõem estratégias para se implementar o DfD;
- [Neste vídeo do YouTube](#), o Prof. Tim McAlloone da DTU Dinamarca é entrevistado e discute a contribuição do DfD para a economia circular.

As próximas duas estratégias (atualizar e reparar) procuram **estender a fase atual de utilização dos produtos e componentes existentes**. O objetivo é capturar o valor residual do produto ou reduzir as perdas devido à continuação da sua utilização, pois os produtos e componentes podem não estar mais provendo valor devido a defeitos ou falta da atualização.

#### Atualizar (*upgrade*)

- envolve a atualização, modernização, renovação, *retrofit*, reconstrução, revisão ou colocar para funcionar novamente;
- estende a fase atual de utilização do produto melhorando as suas funções em relação a uma versão anterior;
- pode envolver a melhoria da estética do produto: mudar o acabamento superficial ou algum detalhe, que atende às novas preferências dos clientes ou
- pode envolver as funcionalidades do produto, como por exemplo na atualização de *software* ou *hardware*, mesmo os produtos com software embarcado, como produtos da linha branca e eletroeletrônicos;
- esta estratégia é aplicada a produtos com funcionalidades, que precisam evoluir no ponto de vista de qualidade e desempenho para atender aos requisitos do mercado;
- é uma estratégia apropriada para mercados com ciclos de inovação curtos e dinâmicos, devido a mudanças tecnológicas e de tendências, como o mercado da moda e de móveis;
- caso o produto tenha sido de uma forma modular, ele pode ser atualizado ao se repor os componentes, que já estão desatualizados, ou seja, durante a fase de design já deve se prever a atualização de alguns componentes;

#### Benefícios e cuidados

- por meio da atualização os clientes obtêm um produto com características de um novo por um custo bem menor do que o custo de aquisição de um novo produto e ainda diminui o impacto ambiental do descarte do produto antigo;
- o produtor mantém o contato com o cliente e estabelecem uma relação de longo prazo com aumento da confiança;

- o produtor pode acessar um novo segmento de mercado de clientes que preferem produtos usados, pois não conseguem comprar novos produtos;
- considere uma outra estratégia de recircular para os componentes desatualizados que foram retirados do produto que sofreu uma atualização;
- veja se o produto atualizado ainda atende aos requisitos atuais de qualidade, estética, segurança e desempenho;
- considere atualizar um produto, mesmo que ele não tenha sido projetado para este fim.

#### Exemplos:

- *aumentar o desempenho de equipamentos eletrônicos, como a [troca de HD por SSD em notebooks](#);*
- *aumentar a capacidade de armazenamento de equipamentos eletrônicos;*
- *[atualizar a estética de um sofá ao trocar o estofado e seu desempenho ao trocar a espuma](#).*

#### Reparar e manutenção (*repair & maintenance*)

- também conhecida como restaurar (*restore*);
- a manutenção pode ser acionada de forma corretiva, preditiva ou preventiva (programada);
- tanto a manutenção corretiva quanto a preditiva pode ocorrer baseada em uma **condição** (por exemplo, desgaste de algum componente que leva ao mal funcionamento)

Essa condição pode ser mensurada por sensores, com base na tecnologia de [IoT \(\*internet of things\*\)](#), que estão embutidos nos produtos.

- pode ocorrer a substituição de componentes gastos para retornar à funcionalidade original e, assim, evitar a substituição do produto;
- estende a fase atual de utilização do produto corrigindo os componentes defeituosos;
- pode envolver a desmontagem parcial do produto;
- pode ser emitida uma garantia limitada depois da reparação (conserto) do produto;
- devolve o produto a sua condição original (ou melhor);
- a manutenção pode ser realizada pelo próprio cliente, fornecedor original ou terceiros;
- a manutenção de produtos mais complexos (como aviões, turbinas ou usinas atômicas) é realizada por empresas especializadas e deve seguir normas bem restritas de segurança;
- pode ser necessário utilizar ferramentas ou procedimentos especiais;
- a manutenção pode resultar em receitas extras para o fabricante.

#### Exemplos:

- *o desgaste de um componente de uma máquina pode causar maiores forças e torques, que quando modelados (anteriormente por modelos matemáticos) e monitorados (durante a operação) podem indicar que é o momento para realização de uma [manutenção preditiva](#);*
- *na área de aeronáutica, a manutenção é essencial para manter as aeronaves seguras e é realizada por empresas de **MRO** (*maintenance, repair and overhaul*), ou seja, de manutenção, reparo e revisão geral.*

MRO pode significar *maintenance, repair and overhaul* (vamos chamar de MRO1) e *maintenance, repair and operation* (vamos chamar de MRO2). A diferença está no significado da letra “O” (revisão geral ou operação):

- O MRO1 normalmente é utilizado para descrever os processos de um local (empresa) que realiza a manutenção, reparo ou revisão geral em bens de capital intensivo, como aviões, navios, trens e outros.
- O MRO2 conota um processo empresarial para manutenção, reparo e operação de todas as instalações industriais (Incluindo os equipamentos) para manter uma empresa em funcionamento.

Pode ser encontrado neste significado o uso do termo MRO associado à gestão de estoque de itens relacionados a esses três processos (manutenção, reparo e operação).

Leia mais na [wikipédia em inglês](#). O título deste verbete traz somente o termo “*maintenance*” (manutenção), mas o seu conteúdo trata de MRO1 e 2.

A [dissertação de Luis Gabriel Rossi Roque](#) sistematiza um processo de gestão de portfólio de projetos de MRO1, aplicados em uma empresa real.

As próximas quatro estratégias (reusar, recondicionar, remanufaturar e redirecionar) procuram **estender** a vida de um produto existente **para uma nova fase** de utilização **com as mesmas funcionalidades**. O objetivo é capturar o valor residual do produto ou reduzir as perdas devido à continuação da sua utilização, pois os produtos e componentes podem não estar mais provendo valor devido a defeitos ou falta da atualização.

### Reusar ou Reutilizar (*reuse*)

- estende a vida de um produto existente para uma nova fase de utilização **com as mesmas funcionalidades**;
- pode envolver a limpeza e uma nova embalagem, mas, em geral, não envolve a desmontagem ou a emissão de garantia (há exceções, como em equipamentos que precisam ser certificados);
- as funcionalidades originais de um produto (descartado ou fora de uso), que ainda está em boas condições, podem atender a novos clientes ou usuários em um contexto de uso diferente;
- muitas vezes um produto usado é passado para um outro usuário sem o envolvimento do fabricante (veja os exemplos das plataformas online de venda de produtos usados);
- essa estratégia permite a redistribuição de produtos usados, o que estende a vida do produto, e, assim, evita que alguns novos produtos sejam produzidos, com toda a consequência resultante de uma nova produção (extração de material, gasto de energia, resíduos da produção, tempo e recursos investidos para remanufaturar etc.)

Se não for para a mesma funcionalidade, a estratégia é a de “redirecionar (*repurpose*)”, apresentada mais adiante.

### Exemplos:

- *venda de produtos usados em plataformas como [ebay](#) ou [OLX](#), para permitir que esses produtos possam ser utilizados por outros usuários. Atualmente essas plataformas também vendem novos produtos. Pesquise na web as diversas plataformas de vendas de produtos usados;*
- *algumas plataformas são especializadas em alguns tipos de equipamentos, que são certificados para garantir a sua funcionalidade, como a [mills](#) ou [armac](#);*
- *brechós de venda de roupas descartadas por outros usuários; hoje existem diversos brechós online, tais como, [repassa](#), [enjeoi](#), [etiqueta única](#) etc;*

### Recondicionar (*refurbish*)

- estende a vida do produto para uma nova fase de uso, **com qualidade inferior à original**, a partir de um produto ou componente descartado ou fora de uso pelo proprietário atual;
- inicia com o retorno no produto (normalmente com a logística reversa);
- o produto e seus componentes são restaurados para **condições** funcionais **semelhantes** (mas não iguais) às de um novo produto;
- normalmente as condições do produto / componente após o recondicionamento é inferior às condições de um novo produto (as mesmas condições são obtidas por meio da remanufatura);

- o cliente de um condicionamento precisa estar ciente de que as condições de um produto condicionado são limitadas, quando comparadas com um produto original;
- as atividades de condicionamento podem envolver: desmontar, limpar, reparar, remodelar, pintar novamente, **resleeving ou cladding**, e montar novamente;

As traduções em português para **sleeving** e **cladding** poderiam ser “recobrir”. Na verdade, é um recobrimento seguido de tratamento da nova superfície. No caso de componentes mecânicos seria um processo de usinagem.

- **Sleeving** para recobrimento das superfícies de furos (como a de um cilindro de um bloco de motor) e no caso de superfícies externas (como a de um pistão de motor) é denominada de encamisamento. *Sleeve* (cuja tradução literal é manga, não a fruta e sim a peça normalmente cilíndrica de uma roupa ou vasilhame) também indica um processo de rotulagem de garrafas plásticas, que se ajustam a superfícies não cilíndricas.
- **Cladding**, denominado também de cladeamento, consiste em depositar uma camada de material por fusão ou sinterização a laser do novo material. Depois, a nova camada pode sofrer igualmente um tratamento. Conforme o material da nova camada revestida, a qualidade do componente pode ser melhor do que o original (por exemplo, quando um cilindro hidráulico cromado sofrer o processo de *cladding* com um material sinterizado mais resistente - veja o exemplo da empresa HRC no tópico sobre remanufatura).

- o condicionamento pode ser realizado pelo próprio cliente, fornecedor original ou terceiros;
- o período de garantia oferecido normalmente é reduzido e o produto é vendido a um preço menor, em comparação com produtos novos;
- também são considerados produtos condicionados, aqueles que foram devolvidos pelos compradores após um período de teste ou devido a algum problema, que foi resolvido pelo fabricante;
- um produto condicionado pode ser usado como um equipamento periférico de instalações ou para se estender a vida de produtos que não são mais produzidos;
- equipamentos eletrônicos, como celulares, também podem ser condicionados, quando eles forem colocados novamente em operação (diferente de reusar um produto existente sem sofrer condicionamento);

#### Exemplos:

- *consoles antigos de video games, como os da Nintendo, são condicionados e podem ser comprados nas plataformas descritas na estratégia “reusar”; a própria Nintendo [indica locais para se adquirir consoles condicionados](#);*
- *no [Outlet da Dell](#) você pode comprar equipamentos condicionados tanto para uso doméstico como empresarial;*
- *computadores podem ser condicionados para [aplicação em projetos de inclusão digital](#);*
- *conheça o [processo de cladding](#) (veja a definição no quadro anterior);*
- *veja o vídeo com um exemplo de [encamisamento de bloco de motores à combustão interna](#);*
- *a empresa [up consertos](#) condiciona celulares e [neste blog explica a diferença entre um celular condicionado e um novo](#).*

#### Remanufaturar (*remanufacture*)

- estende a vida do produto para uma nova fase de uso, **com a mesma qualidade do produto original**, a partir de um produto ou componente descartado ou fora de uso pelo proprietário atual;
- inicia com o retorno no produto (normalmente com a logística reversa);
- os produtos são desmontados e limpos, e todas os componentes que não sofrem desgaste são reaproveitados;

- os componentes que sofreram desgaste são substituídos ou processados para **voltar à sua condição original**;
- os produtos remanufaturados voltam a apresentar as especificações, desempenho e qualidade de um produto original;
- pode ocorrer que os componentes substituídos possam possuir uma melhor qualidade do que os originais, quando o fabricante original (OEM - *original equipment manufacturer*) aprendeu com as falhas e melhorou os componentes utilizados nas novas versões do produto e estiver remanufaturando produtos de versões anteriores;
- as atividades de recondição podem envolver: desmontar, limpar, reparar, remodelar, pintar novamente, **resleeving ou cladding**, e montar novamente;
- a remanufatura de produtos especiais, customizados para a aplicação do cliente, permite que um produto com problemas possa ser repostado mais rapidamente do que na aquisição de um novo produto, pois o processo de remanufatura é mais rápido;
- na próxima fase de uso, os produtos recebem a garantia de um novo produto.

[Veja essa matéria sobre a diferença entre recondição e remanufatura](#). Apesar dessa diferenciação, é comum encontrar, na prática, empresas que remanufaturam os produtos denominando esse processo de recondição. Além disso, mesmo que o produto possua a mesma condição de um produto novo, em alguns mercados, o simples fato de um produto ser remanufaturado implica em praticar preços menores do que os produtos originais (o que não é um grande problema, pois dependendo do produto, grande parte do material é reutilizado, o que diminui os custos).

Na publicação de Potting et al. (2017), muito citada (924 citações em junho de 2023), há uma diferenciação entre recondição e remanufatura, na qual não concordamos com a definição de remanufatura. Segundo os autores:

- recondição - restaurar um produto descartado em um novo produto com a mesma função.
- remanufatura - utilizar os componentes de um produto descartado em um novo produto com a mesma função.

#### Exemplos de produtos remanufaturados:

- [remanufatura de embreagens SACHS](#): o corpo fundido de uma embreagem não sofre desgaste e pode ser totalmente reaproveitado para se produzir uma nova embreagem, com a troca dos componentes que sofreram desgaste;
- o [motor remanufaturado AGCO Reman](#) dos produtos da Valtra entrega a mesma qualidade, desempenho, especificação e garantia de fábrica de um motor novo, por um valor até 30% mais em conta;
- [a empresa HRC aplica o processo de cladding para remanufaturar eixos hidráulicos e pistões de grandes dimensões](#);
- o caso do [centro de processamento de suco cítricos da JBT](#) é um [sistema PSS orientado a resultados](#) (toneladas de suco produzidas), e durante a entressafra, os equipamentos, que sofreram desgaste, voltam para a empresa e são remanufaturados, aproveitando 80% do equipamento original em termos de peso

Conheça a [plataforma da web](#) que reúne informações sobre a remanufatura, que contém um guia para se definir um modelo de negócio para remanufatura.

Conheça a [ANRAP - Associação Nacional dos Remanufuradores de Autopeças](#).

Veja [essa notícia](#) sobre a unificação de definições das associações de remanufuradores.

## Redirecionar (*repurpose*)

- encontrar uma **nova aplicação** (novo objetivo / nova funcionalidade) para um produto e/ou seus componentes descartados ou fora de uso, que ainda estão em boas condições (comparar com o reusar, que visa usar novamente o produto para a mesma aplicação);
- pode ser que apenas uma parte dos produtos ou componentes sejam utilizados na nova aplicação;
- os componentes que não forem utilizados podem ser submetidos a uma outra estratégia de recircular;
- pode ocorrer que novas funcionalidades e, portanto, componentes sejam adicionados à nova fase de uso para a nova aplicação.

Você poderá encontrar o termo “repropor” como tradução “literal” de “*repurpose*”. Isso é um anglicismo, que aos poucos podemos aceitar. Repropor em português significa “fazer uma nova proposta” e em inglês significa “encontrar uma nova aplicação para uma ideia, produto ou construção”.

### Exemplos:

- *as baterias usadas do carro elétrico Nissan Leaf são reutilizadas para as unidades de armazenamento de energia em residências e empresas, conhecidas como xStorage, que são utilizadas para armazenar a energia elétrica produzida por placas solares durante o dia;*
- *utilização de embalagens tetra pack, forradas de alumínio, para se construir isolantes térmicos de forros de residências;*
- *utilização da borracha de pneus descartados em ligantes asfálticos;*
- *90% dos resíduos industriais das unidades da Flex do Brasil são transformados novamente em matéria-prima e reinseridos na cadeia produtiva.*

Alguns autores consideram o redirecionar como reusar / reutilizar, pois um produto descartado é “reutilizado” em uma nova aplicação.

## Recircular Materiais

- Essas estratégias são utilizadas quando o produto ou seus componentes estiverem em um estado que não é possível aplicar nenhuma das estratégias de recircular o produto & componentes apresentadas anteriormente;

Atente para a diferença entre as três estratégias desta categoria “recircular materiais” e as estratégias homônimas da área 2 de manufatura dentro da categoria de “restaurar, reduzir e evitar impacto”, apresentadas anteriormente.

Aquelas tratam de resíduos resultantes dos processos produtivos e outros casos, como identificação de produtos defeituosos na linha de produção. Ou seja, antes de uma fase de uso.

As estratégias de recirculação, apresentadas aqui, consideram o uso dos materiais depois de esgotar as possibilidades de se utilizar o produto e/ou seus componentes em diversas fases de uso.

No entanto, muitas das tecnologias utilizadas para reciclar, cascatear ou recuperar podem ser similares.

- essas estratégias podem / devem ser utilizadas quando os produtos existentes consumirem muita energia ou não possuírem as funcionalidades exigidas / requeridas atualmente pela legislação / pelos clientes, ou seja, as novas versões dos produtos são mais modernas e eficientes;
- a recirculação de materiais pressupõe que a estrutura e funcionalidade dos produtos serão perdidas;
- devem ser estabelecidos processos de apoio para possibilitar o retorno desses materiais, tais como: coleta de produtos e componentes descartados, logística reversa, desmontagem, separação de

materiais diferentes, limpeza para eliminação de contaminação, extração de materiais de elevado valor agregado.

### | Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) brasileiro tem uma página na web, [intitulada SINIR](#) + (Sistema Nacional de Informações sobre a gestão de Resíduos sólidos), no qual as empresas que geram resíduos precisam cadastrar o que elas geram e qual o tratamento dos resíduos. Você pode encontrar neste site o [Plano Nacional de Resíduos Sólidos \(PNRS\)](#); o [Inventário Nacional de Resíduos Sólidos](#); [Mapas interativos do Brasil sobre resíduos sólidos](#) (destinação, recuperação energética e outros); o [Painel de Destinação de Resíduos](#) por município; uma lista (e planilha) dos [Tipos de Resíduos](#); e muito mais. Recomendamos que você conheça as informações disponíveis.

As próximas três estratégias (reciclar, cascatear e recuperar) procuram **estender a utilização dos materiais**. O objetivo é capturar o valor residual dos materiais ou reduzir as perdas resultantes da continuação do uso de materiais não apropriados.

#### Reciclar (*recycle*)

- estender a vida do material do produto, após a fase de utilização, ao processá-lo **com o objetivo de obter o material original** com propriedades iguais ou semelhantes;
- a reciclagem ocorre quando o material é reprocessado na forma de materiais ou substâncias que foram extraídas por processos químicos ou metalúrgicos e são novamente utilizados na aplicação original ou em outras;
- a infraestrutura para reciclar materiais semelhantes ou advindos de produtos semelhantes pode ser compartilhada por vários atores com o objetivo de diminuir os custos de reciclagem (como no exemplo apresentado a seguir das instalações no Japão que atende as todas as empresas que produzem equipamentos da linha branca);
- as atividades de reciclagem podem ser: coletar e armazenar os produtos descartados; transportar para os locais de processamento; extrair e reutilizar os componentes que forem possíveis; separar os componentes a serem reciclados dos materiais perigosos; picotar todo o material a ser reciclado; classificar e separar os materiais semelhantes (dependendo da natureza dos materiais misturados, a separação pode ocorrer por meio da densidade, por atração magnética ou eletricidade ou alguma característica mecânica);
- extrair e reutilizar materiais de maior valor agregado, cuja aplicação seja viável economicamente;
- enviar os resíduos finais para a recuperação de energia / compostagem ou para descarte;
- a variedade e ligação dos materiais utilizados em um produto exige a aplicação de tecnologias avançadas para a separação, ainda mais de os mesmos materiais estiverem dispersos no produto em pouca quantidade’;
- materiais críticos e estratégicos podem estar disponíveis no produto em uma maior quantidade e concentração do que nos seus depósitos naturais justificando a sua reciclagem;
- quando a quantidade e concentração dos materiais forem baixas, pode ser impraticável reciclar do ponto de vista econômico, por isso a eficiência da reciclagem precisa ser avaliada, o que é um desafio para muitos casos, nos quais não existe informação disponível.

Um [relatório da União Europeia sobre indicadores de matérias primas](#) de 2020 apresenta seções específicas sobre economia circular e reciclagem e extraímos as seguintes conclusões, que consideramos relevantes:

- a circularidade da economia permanece baixa e ela teria benefícios de uma melhoria da eficiência dos recursos e aumento da aplicação das estratégias de reutilização, remanufatura e reciclagem
- a reciclagem de lixo eletrônico é eficiente para obtenção de materiais secundários, mas não para materiais críticos

Recomendamos que as pessoas interessadas nesse assunto leiam as demais conclusões e monitorem a publicação de novos relatórios, que são atualizados constantemente.

#### Exemplos:

- *a Green Eletron recicla material de equipamentos eletroeletrônicos e pilhas, que possuem muito valor ([neste link](#) você pode ler sobre a importância do lixo eletrônico);*
- *a Minas Jr. consultoria mineral apresenta [neste post](#) os tipos de minerais existentes nos dispositivos eletrônicos;*
- *um [estudo da câmara dos deputados federais do Brasil sobre minerais estratégicos e terras-raras](#) mostra a situação do Brasil com relação ao resto do mundo e destaca a importância de reciclar e cascatear para obtenção do gálio, tântalo e terras raras, que são materiais essenciais para diversas tecnologias, como na produção de semicondutores, painéis solares e LEDs;*
- *este [relatório da União Europeia sobre matérias primas críticas](#) (critical raw material) de 2020 mostra a demanda e aplicação desses materiais em tecnologias estratégicas, assim como diversas recomendações de reciclagem de materiais críticos para cada tipo de aplicação (células de combustível, baterias, turbinas eólicas, motores elétricos, células fotovoltaicas, robôs, drones manufatura aditiva e tecnologias digitais);*
- *O Japão desenvolveu [fábricas para reciclagem de produtos da linha branca e TVs](#), que depois da desmontagem e seleção manual, todo o material é picotado e separado automaticamente;*
- *a reciclagem de [vidro](#), de [alumínio](#) ([o Brasil recicla 98,7 % das latas de alumínio](#)) e de [papel](#) são muito difundidas.*
- *em 2021 a HP utilizou [40% de conteúdo reciclado](#) em peso de plástico na fabricação de novas impressoras.*

A [reciclagem de plástico](#) pode ser enquadrada em mais de uma categoria:

- quando o plástico for picotado em pequenos grânulos (reciclagem mecânica) com propriedades iguais ou semelhantes, os grânulos podem ser utilizados em vários produtos, tais como peças de automóveis, pisos, mangueiras, peças de produtos eletrônicos etc.
- quando o plástico estiver contaminado com outros materiais, a qualidade dos grânulos é menor e eles podem ser usado na produção de produtos com qualidade inferior, como sacos de lixo;
- quando o plástico for picotado e reprocessado para produzir produtos plásticos de menor qualidade, tais como, [cadeiras](#), tapetes, mantas para pisos, embalagens não alimentícias etc. Podemos enquadrar esse processo na estratégia de cascatear (*cascade*). Mas não há um consenso sobre essa classificação, o que não é um fator relevante;
- a reciclagem (recuperação) química do plástico, o transforma em materiais petroquímicos básicos, que podem ser utilizados na produção de matéria-prima, como a [gasolina de plástico](#);
- a [reciclagem \(recuperação\) energética do plástico](#) pela incineração ou pirólise trata o plástico como combustível, pois ele possui uma capacidade calorífica. Assim, o plástico é transformado em energia térmica e elétrica.

Os dois últimos processos se enquadram na estratégia de recuperar (*recover*).

#### Cascatear (cascade)

- o cascatear inicia normalmente após uma fase de uso de um produto, do qual se aproveita o material para uma nova aplicação em uma outra fase de uso, na qual os requisitos de qualidade do material são menores devido a possíveis impurezas que foram adquiridas na fase de uso;

**Diferença entre reciclar, redirecionar (*repurpose*), reutilizar e cascatear**

- no **reciclar**, o material reaproveitado possui qualidade igual ou equivalente à qualidade do material original;
- no **redirecionar**, o produto (não o material) é utilizado em uma outra aplicação sem sofrer mudanças;
- no **reutilizar**, o produto (não o material) é novamente utilizado para a mesma aplicação para um novo grupo de usuários;
- no **cascatear**, o material reaproveitado possui uma menor qualidade em comparação com a qualidade do material original.

- cascatear é um tipo de reutilização (*upcycling*), associada com um tipo de reciclagem anterior (*downcycling*), no qual a nova aplicação possui uma exigência menor da qualidade dos materiais;
- *downcycling* é equivalente a reciclagem de resíduos. No entanto, a qualidade e a funcionalidade dos materiais após a reciclagem são inferiores do que as do material original;
- o *upcycling* associado com o *downcycling* é um tipo de reutilização do material que resultou do *downcycling*.

**Significados de *upcycling***

O *upcycling* pode ser associado às estratégias de reutilizar e cascatear e é diferente da estratégia de reciclar.

- na estratégia de “reutilizar” o *upcycling* ocorre quando um produto ou componente é utilizado na sua “forma original” para se criar um outro. *Por exemplo, quando peças de um motor ou máquinas são utilizadas para se criar luminárias e móveis;*
- na estratégia de “cascatear” o *upcycling* ocorre após um downsizing, quando se aproveita os resíduos de processo ou produto para se produzir um novo. *Por exemplo, uma peça de vestuário, que já passou por vários ciclos de uso, resultantes de outras estratégias (reparar e/ou reutilizar), pode ser picotado e utilizado como enchimento de almofadas de móveis;*
- a estratégia de “reciclar” é diferente, pois nela ocorre a quebra ou a degradação do material para resultar em um material novo, como no *exemplo do plástico, mostrado anteriormente, que é picotado e depois serve de matéria prima para a injeção de um novo componente plástico.*

Mas de uma forma “popular”, o *upcycling* pode ser considerado uma forma de reciclar, pois há um reaproveitamento do material.

- as atividades do cascatear são as mesma que as da reciclagem, ou seja: coletar e armazenar os produtos descartados; transportar para os locais de processamento; extrair e reutilizar os componentes que forem possíveis; separar os componentes a serem reciclados dos materiais perigosos; picotar todo o material a ser reciclado; classificar e separar os materiais semelhantes (dependendo da natureza dos materiais misturados, a separação pode ocorrer por meio da densidade, por atração magnética ou eletricidade ou alguma característica mecânica);
- o cascatear (*cascade*) é comum de ser aplicado em uma rede de empresas conectadas por meio da simbiose industrial;

**Exemplos:**

- *pisos de borracha feitos de pneus reciclados;*
- *o exemplo da reciclagem de plásticos, quando não se consegue obter a mesma qualidade da matéria-prima (exemplo no quadro anterior sobre reciclagem do plástico);*
- *a empresa [Camiseta feita de PET](#) produz vários produtos, tais como, camisetas promocionais, ecobags personalizadas, brindes, a partir de garrafas PETs recicladas;*

- a [Insecta](#) utiliza materiais como plástico reciclado, algodão reciclado, borracha reaproveitada, peças de roupas usadas, tecidos de reuso e resíduos de produção que seriam jogados fora e os transforma em novos sapatos, acessórios e roupas;
- A [Comas](#) produz peças por meio da técnica de “upcycling”, processo pelo qual produtos descartados são recuperados, transformados e recolocados no mercado;

Além do upcycling, a indústria da moda possui alguns movimentos de sustentabilidade que se sobrepõem, tais como [eco fashion](#) e [slow fashion](#).

- a borra do café pode ser várias aplicações, tais como, fertilizar o solo, neutralizar odores e espantar insetos;

Leia [neste link](#) sobre 13 aplicações da borra de café.

- os papéis utilizados em jornais, revistas, encartes, cadernos e sulfite (entre outros) podem ser reciclados (downsizing) pode ser utilizado para se produzir papel, papel higiênico, embalagens ecológicas, bandeja de ovos etc.

Veja [neste link](#) que tipos de papel podem ser reciclados e quais não podem?

### Recuperar (recover)

- inclui recuperar energia ou nutrientes pelo processamento ou compostagem de materiais;
- essa estratégia só deveria ser aplicada após vários ciclos de reciclagem dos materiais;
- pode envolver os processos de incineração, pirólise e digestão anaeróbica

### Diferença entre incineração e pirólise

- “A **incineração** de resíduos é um processo que consiste na destruição térmica por oxidação (com presença do oxigênio), em temperaturas que vão de 900° e pode chegar a 1250°C. O tempo de residência em que o material será incinerado, é controlado. O controle é para permitir a quebra orgânica do resíduo, de modo a reduzir o volume e diminuir o risco de toxicidade do material” ([RCR Ambiental](#)). [Leia mais na Wikipédia](#).
- A **pirólise** dos resíduos é um processo de decomposição ou alteração da composição de um composto (ruptura da estrutura molecular original), que ocorre pela ação de altas temperaturas (menores que as temperaturas da incineração) em um ambiente com pouco ou nenhum oxigênio. [Leia mais no eCycle](#) os tipos de pirólise: lenta, rápida, térmica e catalítica.

- a recuperação de energia **vale a pena**, obviamente, **quando os custos envolvidos** na logística para transportar os resíduos, tratar os gases resultantes do processo, tratar os resíduos sólidos que sobram depois na queima e na geração de energia para a recuperação, **sejam significativamente menores** do que o calor recuperado;
- o principal problema dessa estratégia são os gases tóxicos que podem surgir durante a recuperação de um material, por meio da queima (por exemplo).
- “a digestão anaeróbia, ou também biogásificação ou biometanização, é um conjunto de processos em que os microorganismos degradam a matéria orgânica biodegradável na ausência de gás oxigênio... ela é amplamente usada como uma fonte de energia renovável. O processo produz biogás, uma mistura que consiste em metano, dióxido de carbono e traços de outros gases 'contaminantes'. Essa mistura pode ser usada diretamente como combustível no aquecimento de água, preparo de comida, e até para tocar motores, mas que tem sua eficiência melhorada se reformado para atingir o nível de qualidade de biometano. O efluente sólido e líquido resultante do processo é rico em nutrientes e pode ser usado na agricultura, desde livre de patógenos, metais pesados e outros” (Wikipédia).

Conheça as [matérias primas](#) que podem ser utilizadas para a produção de biogás.

- a prática de minerar aterros sanitários ([landfill mining](#)) extrai materiais com valor dos desses aterros e pode ser considerada uma estratégia de recuperar valor do que já foi descartado. Em países que aplicam diversas estratégias de economia circular, os aterros sanitários não possuem tanto material de valor, quando comparados a países, como o Brasil, onde ainda muito material de valor é descartado. Nos países que já recirculam muito material, o lixo dos aterros é utilizado prioritariamente para geração de energia (estratégia de recuperar energia apresentada mais adiante). Em países como o Brasil a estratégia de reminerar pode ainda extrair materiais de valor dos aterros sanitários.
- “compostagem é o conjunto de técnicas aplicadas para estimular a decomposição de materiais orgânicos por organismos heterótrofos aeróbios, com a finalidade de obter no menor tempo possível, um material estável, rico em substâncias húmicas e nutrientes minerais formando assim um solo húmifero” ([Wikipédia](#)) - [leia mais](#)).

### Compostagem

- [A página da Wikipédia em português sobre compostagem](#) é bem completa.
- A EMBRAPA possui várias publicações. Faça uma busca por “[manual compostagem embrapa](#)”, que você irá encontrar essas publicações e selecione aquela que seja mais apropriada para o seu caso.
- O Ministério do Meio Ambiente (MMA) brasileiro publicou um [manual de compostagem](#) ([clique aqui](#) para acessar a cópia que está na flexM4i).

Quando a recuperação deve ser utilizada?

- os processos de reciclagem ou cascadeamento não são estabelecidos para o tipo de material;
- o material é perigoso e precisa ser eliminado (como resíduos hospitalares);
- não há demanda por materiais secundários resultantes da reciclagem ou cascadeamento,

*Exemplos:*

- *a incineração do bagaço da cana de açúcar ou do lixo pode aquecer a água, que se transforma em vapor em uma termoeletrica para [produção de energia elétrica](#);*
- *[compostagem](#) resulta na decomposição de matéria orgânica para produzir nutrientes minerais a serem aplicados em solos;*
- *as cinzas da queima do bagaço de cana [pode ser usada na construção civil](#);*
- *um [biodigestor](#) pode decompor material orgânico, que se transforma em gás metano, que pode ser queimado em um motor de combustão acoplado em um gerador de energia elétrica;*
- *a recuperação **química** do plástico, o transforma em materiais petroquímicos básicos, que podem ser utilizados na produção de matéria-prima, como a [gasolina de plástico](#);*
- *a [recuperação energética do plástico](#) pela incineração ou pirólise trata o plástico como combustível, pois ele possui uma capacidade calorífica. Assim, o plástico é transformado em energia térmica e elétrica.*

### Polêmicas

A pirólise do plástico também pode gerar resíduos, que em um processo de *upgrading* (veja o cascadeamento) pode ser usado em novos plásticos. [Leia essa notícia sobre esse procedimento](#) e a polêmica entre as indústrias do setor petroquímico e ambientalistas.

*/ A queima descontrolada de plásticos ao ar livre causa gases tóxicos e o [banimento de sacos plásticos](#) pode [evitar esse problema](#).*

## Logística e energia

Como ilustrado na figura da visão geral das categorias de estratégias de economia circular do início desta seção, por trás das categorias apresentadas estão representadas as categorias de logística e energia. Isso indica que:

- as estratégias e práticas correspondentes das categorias “restaurar, reduzir e evitar impactos” e “recircular” devem minimizar os impactos da logística e as embalagens necessárias, ou seja, **melhorar a eficiência do processo de logística** com o objetivo de utilizar o mínimo de recursos ([Gentani](#)) e
- todas as estratégias de economia circular devem **melhorar a eficiência energética** dos processos e recursos envolvidos nas suas aplicações, além de **buscar utilizar fontes de energia limpa**.

*Exemplos:*

- *combinar a logística de entrega com a logística reversa ou com outro tipo de viagem de retorno para evitar o transporte sem carregamento (vazio);*
- *incentivar e treinar os motoristas para dirigirem com o menor consumo de combustível e menor emissão de CO2 (eco-friendly);*
- *reutilizar ou incentivar a reciclagem das embalagens de transporte;*
- *[as garrafas de vinho da Garçon Wines são planas ao invés de redondas e, assim, economizam embalagens. Uma garrafa de vinho pode ser empacotada em uma caixa de correio. Um pallet padrão de container pode conter 1040 garrafas. Se as garrafas fossem redondas, ele poderia conter 456;](#)*
- *[monitorar a pressão dos pneus economiza combustível e prolonga a vida útil dos pneus. O sistema de monitoramento da pressão dos pneus \(TPMS\) detecta quando a pressão está muito baixa ele é obrigatório desde 2007 nos USA e 2014 na Europa.](#)*

## Inovação de modelo de negócio circulares

Um dos caminhos para as empresas tornarem-se mais sustentáveis é implementar a economia circular realizando ações nas dimensões econômica, ambiental e social. Muitas vezes, para se atingir esses objetivos, as empresas devem atualizar / mudar a lógica com que elas operam.

Um modelo de negócio (BM, de *business model*) descreve a lógica de como uma organização cria, entrega e captura valor. Portanto, a inovação de modelo de negócio (BMI - *business model innovation*) tornou-se uma das abordagens mais difundidas para gerar um conjunto de inovações nos componentes dos modelos.

Atualizar ou criar um modelo de negócio pode também ser necessário, quando uma inovação implica na mudança de mais de um elemento da empresa (proposição de valor, processos, organização etc.).

***Os modelos de negócio circulares (CBM - circular business model) contribuem positivamente para o meio ambiente e a sociedade, promovendo um menor impacto, além dos ganhos de novos modelos de negócios para criação, entrega e captura de valor.***

A próxima figura representa o *framework* do Canvas de Modelo de Negócio, a mais conhecida estrutura que foi proposta por Osterwalder & Pigneur (2010), que apresenta nove dimensões. Alguns autores sintetizaram as dimensões desse modelo de negócio em três grupos relacionados com valor (Richardson, 2008; Bocken et al., 2014): **proposição de valor, criação de valor, entrega de valor e captura de valor**. A figura também representa a relação das dimensões do modelo de negócio com os grupos de valor.

### Proposição de valor

**Proposição de valor** abrange o que a empresa entrega para os seus clientes, que é a razão pela qual os clientes vão querer pagar pela entrega, o que inclui os potenciais benefícios que são criados para os clientes por meio

das soluções. A proposição de valor determina a vantagem competitiva. Essa dimensão envolve as seguintes dimensões do modelo Canvas:

- proposta de valor (praticamente homônimo dessa dimensão) - produtos, serviços e experiências;
- relacionamento com clientes; e
- segmento de clientes.

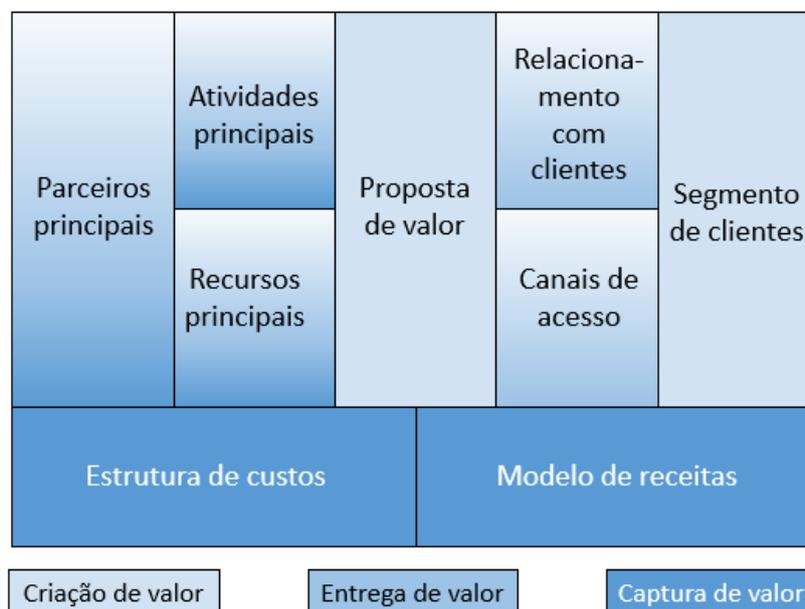


Figura 8: Dimensões do *framework* do modelo de negócio Canvas com cores representando a sua relação com os três grupos de valor: proposição, criação e entrega, e captura de valor.

Os gradientes mostram que algumas dimensões estão associadas a mais de um grupo.

Adaptado de Osterwalder & Pigneur (2010)

### Criação e entrega de valor

**Criação e entrega de valor** abrangem **como** a empresa cria e entrega valor para os seus clientes, ou seja, é a fonte da vantagem competitiva. Essa dimensão envolve as seguintes dimensões do modelo Canvas:

- atividades principais;
- recursos principais (que inclui a tecnologia);
- parceiros principais; e
- canais de acesso.

### Captura de valor

**Captura de valor** abrange **como** a empresa gera receitas e lucros. Essa dimensão envolve as seguintes dimensões do modelo Canvas:

- modelo de receitas e
- estrutura de custos, no contexto de uma avaliação econômica.

Existem atividades, parceiros e recursos que são utilizados tanto para criação, entrega e captura de valor.

### Exemplos:

- *Os processos de design & desenvolvimento de produtos e serviços e produção possui atividades, recursos e parceiros específicos, que pertencem à dimensão de criação de valor;*

- *Já os processos de logística, assistência técnica, manutenção e atendimento de clientes pertencem à dimensão de **entrega de valor**;*
- *Os componentes do modelo de negócio “estrutura de custos” e “modelo de receitas” precisam ser complementados por processo de análise da viabilidade econômica e outros processos operacionais associados à dimensão de **captura de valor**.*

Alguns elementos dos componentes “relacionamento com clientes” e “canais de acesso” pertencem à dimensão de criação de valor e outros à de entrega de valor. Na verdade, esses dois componentes confundem-se como mostrou o trabalho de Coes (2014).

*Exemplos:*

- *Canais para entendimento de cliente, feedback e cocriação estão associados à dimensão de criação de valor.*
- *Canais para divulgação, marketing e vendas pertencem à dimensão de entrega de valor.*

## Inovação de modelos de negócio (BMI)

A inovação de modelos de negócio é uma tradução literal do termo em inglês, *business model innovation* (BMI).

A inovação do modelo de negócios vai além das noções tradicionais de inovação limitadas a produtos, serviços ou tecnologia. Seu escopo também é mais amplo do que inovar em processos de compra ou de vendas ou implementar uma nova estrutura organizacional. **Quando a inovação envolve mais de um componente de um modelo de negócio, estamos falando de Inovação de Modelo de Negócio (BMI)**. É importante diferenciar a inovação no modelo de negócios das inovações em produtos, serviços ou tecnologia. As empresas que confundem essas duas abordagens, podem subestimar os diferentes requisitos de inovação exigidos (Lindgardt et al., 2009).

Veja outras definições de “[inovação de modelo de negócio](#)”.

*A BMI pode ser mais desafiadora do que a inovação de produtos ou processos, mas também proporciona retornos superiores (Lindgardt et al., 2009).*

Portanto, a inovação de modelo de negócio (BMI) tornou-se uma das abordagens mais difundidas para gerar um conjunto articulado de inovações nos componentes dos modelos (proposição de valor, atividades, recursos, canais, modelos de receita etc.).

Leia mais:

- Mostramos no capítulo introdutório do metalivro da flexM4i, que “[um tipo de inovação sempre ocorre com outros tipos de inovação](#)” e um dos determinantes para o tipo de inovação é o objeto de inovação, ou seja, aquilo que será inovado.
- Portanto, toda vez que a inovação envolver mais de um elemento de [diferentes perspectivas da visão sistêmica da empresa e seu ecossistema](#) consideramos como sendo uma inovação do modelo de negócio.

Reflexões:

- Nem sempre uma inovação começa a partir do desenho do modelo de negócio, utilizando um framework de modelo de negócio.
- Mas, se essa inovação exigir inovações de outros elementos, é bom orquestrar essas inovações.
- Recomendamos que, nesses casos, sempre seja utilizado um framework que represente os componentes do modelo de negócio, pois assim aumenta a chance de se manter a consistência

entre as inovações que envolvem elementos de diferentes perspectivas / componentes do modelo de negócio.

- Essas inovações estarão agrupadas na “inovação do modelo de negócio”.
- Isso facilita a orquestração das iniciativas de inovação a serem consideradas na gestão de portfólio dos projetos de inovação, pois normalmente um portfólio agrega projetos de natureza semelhante.

## BMI para a economia circular

A **inovação do modelo de negócio** é um importante habilitador para a economia circular, visto que diferentes estratégias podem ser exploradas e consideradas no desenvolvimento do novo negócio para se **garantir a criação, entrega e captura de valor** de forma alinhada aos princípios da economia circular. Com a economia circular, abre-se espaço para propor soluções inovadoras para as empresas, os governos, o meio ambiente e a sociedade, promovendo novos negócios que aumentem a competitividade dos mercados.

*A BMI para economia circular é uma BMI que considera os aspectos adicionais de um modelo de negócio circular, que apresentamos anteriormente.*

Em outras palavras,

*a inovação de modelo de negócio circular tem o objetivo de criar e entregar valor **não somente para os clientes** e capturar valor para os investidores e sócios, **mas também para todos os stakeholders**, com foco na contribuição positiva para o meio ambiente e sociedade, por meio dos mecanismos resultem em:*

- criação de valor sustentável;
- gestão proativa de múltiplos stakeholders (ecossistema circular);
- perspectiva de longo prazo;
- soluções para sustentabilidade (abordagens, iniciativas, estratégias e práticas);
- desaceleração, fechamento e estreitamento dos ciclos de recursos;
- intensificação do uso de recursos;
- desmaterialização dos recursos;
- soluções para economia circular (abordagens, iniciativas, estratégias e práticas).

## A evolução para o modelo circular passa pelo modelo de negócio sustentável?

Geissdoerfer et al. (2018) afirmam que “as maiores diferenças entre o modelo de negócio convencional e um circular estão nos elementos de criação e entrega de valor”. Eles propuseram uma figura que mostra a evolução de um modelo de negócio (BM), passando pelo BM sustentável até se tornar um BM circular. A figura a seguir é uma adaptação da figura original.

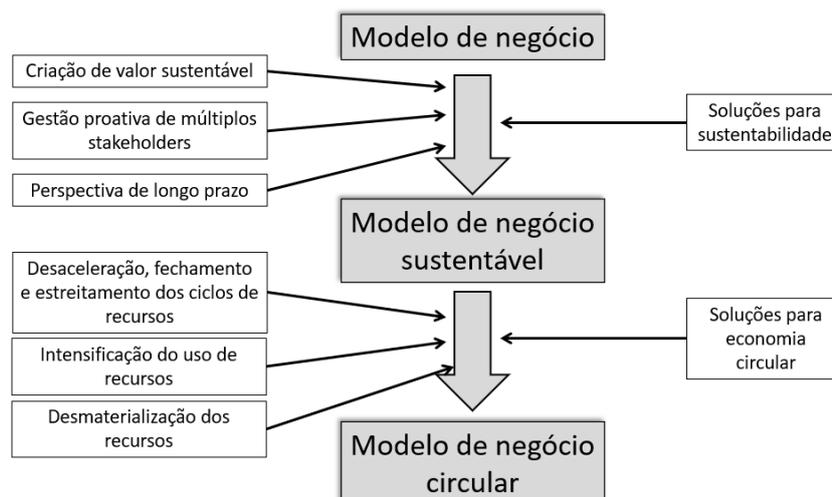


Figura 9: Aspectos que adicionados a um modelo de negócio convencional podem tornar o modelo de negócio sustentável e circular

Fonte: adaptado de Geissdoerfer et al. (2018)

#### Evolução do BM convencional ao BM sustentável:

- **criação de valor sustentável:** considera os stakeholders e não somente os clientes (que também são stakeholders), ou seja, clientes, investidores, sócios, meio ambiente, fornecedores e parceiros, empregos e sociedade (Geissdoerfer et al., 2016);
- **gestão proativa de múltiplos stakeholders:** o nome deste elemento é autoexplicável e resulta da visão mais ampla de stakeholders, citada no elemento anterior. Atualmente, este elemento corresponde a [gestão de ecossistemas](#);
- **perspectiva de longo prazo:** considera stakeholders como a sociedade e o meio ambiente necessita de uma visão de longo prazo, pois um novo modelo de negócio deve “sobreviver para sempre” (sendo constantemente atualizado, pois inovação é uma jornada sem fim) e deve criar valor sem afetar as futuras gerações, que corresponde a definição mais ampla de sustentabilidade;
- **soluções para sustentabilidade:** são diversas e podem incluir aquelas que listamos na seção [“iniciativas e temas em sustentabilidade”](#).

#### Evolução do BM sustentável ao BM circular:

- **desaceleração, fechamento e estreitamento dos ciclos de recursos;**
- **intensificação do uso de recursos:** este elemento faz parte da estratégia de desaceleração do ciclo de recursos, pois se um recurso for mais utilizado, pode eliminar a necessidade de novos recursos. Os autores separaram este elemento para enfatizar a sua importância;
- **desmaterialização dos recursos:** este elemento corresponde à mudança de paradigma de utilização de produtos por serviços e *softwares*, como no caso do sistema produto-serviço (PSS), que é explicado no capítulo 3 deste e-book;
- **soluções para economia circular:** são as abordagens e práticas de economia circular descritas anteriormente desdobradas das estratégias de economia circular, orientadas pelos princípios para atingir os objetivos da economia circular.

Pela figura anterior poderíamos interpretar que o caminho rumo a um modelo de negócio circular passa necessariamente pela implementação de um modelo de negócio sustentável. **Se ser sustentável é uma condição para o modelo de negócio ser circular**, não existe modelo de negócio circular que não seja sustentável.

Na prática, porém, existem modelos de negócio circulares, nos quais somente as dimensões ambiental e econômica são consideradas.

*Se, por exemplo, os colaboradores de algumas empresas são maltratados, ou trabalham em condições degradantes, não se pode considerar este modelo como sustentável, uma vez que uma das principais características da sustentabilidade é a social.*

Alguns defendem que se o modelo de negócio não for sustentável (considerada uma premissa para que ele seja circular), então não faz sentido denominá-lo de circular.

*No exemplo anterior, considerando essa última premissa, se o bem-estar dos colaboradores e da sociedade não for atingido, o modelo de negócio não deve ser denominado de circular.*

Essa é uma discussão de definições. Na prática, observamos que ***há modelos de negócio circulares que não são sustentáveis, e há modelos de negócio sustentáveis que não são circulares.***

A implementação de um modelo de negócio circular pode ser um caminho para a criação de um modelo de negócio sustentável, quando se adicionar posteriormente características de sustentabilidade social. Essa última afirmação inverte a direção da figura anterior.

Um caso específico de BMI para a economia circular é a servitização, apresentada no próximo capítulo.

# Servitização

# Servitização

## Definições

O termo servitização surgiu em 1988, sendo definido como a oferta de pacotes completos de combinações de produtos, serviços, suporte, autosserviço e conhecimento (Vandermerwe & Rada, 1988). Onze anos depois, em 1999, foi proposto o termo Sistema Produto-Serviço (PSS - *product-service system*, em inglês), que é definido como um sistema (uma coleção de elementos e suas relações) que combina produtos e serviços para atender às necessidades de um grupo de usuários (Goedkoop, 1999). Desde então esses dois termos eram confundidos e defendidos por comunidades diferentes. PSS chegou a ser considerado como um tipo de servitização (Baines et al., 2007). Recomendamos que você leia primeiramente esta seção e depois leia o próximo capítulo.

Atualmente, existem várias comunidades que pesquisam a servitização e seu significado evoluiu de acordo com algumas correntes de pensamento. Veja neste link uma [lista de definições de servitização em inglês](#).

De uma forma geral, existe hoje um consenso que ...

*a servitização é um processo de transformação de uma empresa orientada a produtos em uma empresa orientada à oferta de serviços.*

Esse processo pode começar pela adição de serviços à oferta de produtos ou pela implementação de um novo modelo de negócio. **A transformação envolve uma mudança de mentalidade e cultura, voltada a serviços.** É um processo evolutivo. Nos casos de inovação do modelo de negócio, geralmente a empresa passa a oferecer um sistema produto-serviço (PSS) para o mercado.

Consulte as [definições de PSS](#) e outros termos equivalentes, que às vezes podem ser confundidos com servitização.

Qual a razão para uma empresa trilhar o caminho da servitização? Temos três perspectivas: a dos clientes, a da sua empresa e a dos outros stakeholders.

## Cientes desejam algo além dos produtos

### *A perspectiva dos clientes*

Os clientes desejam **produtos com ótimo desempenho** (que, em um aspecto geral, também inclui a **experiência do usuário** na relação B2C) **e que não falhem**. Essa é uma **condição básica**. Mas eles desejam mais. Os clientes demandam atenção, serviços customizados, apoio e conselhos (Mathieu, 2001).

A cultura orientada a produtos das empresas de manufatura faz com que o foco seja entregar e instalar ótimos produtos e dar assistência quando necessário. Muitas empresas não se envolvem com as necessidades emocionais dos clientes e nem enfatizam a empatia. Quanto mais padronizada a solução, menor o custo, maior a escala e melhores as margens. Só que os clientes querem algo a mais.

Os clientes, desejam:

- apoio na tomada de decisão para selecionar o produto e pacote de serviços associados;
- apoio para financiamento da compra e/ou uso (aluguel, leasing, empréstimo a juros menores que os de mercado);

- pagar por desempenho do produto (uso, resultados, qualidade, eficiência, etc);
- apoio ao especificar as diferentes aplicações do produto;
- um menor custo de propriedade (TCO - *total cost of ownership*) ao longo do ciclo de vida do produto
- soluções para que seus problemas, dores, necessidades e desafios específicos sejam atendidos / resolvidos;
- soluções customizadas para o seu caso específico;
- atendimento personalizado;
- treinamento personalizado de uso e resolução de problemas relacionados com o produto;
- resolução rápida de problemas;
- manutenção eficaz (preventiva, preditiva e corretiva - reparos);
- apoio para otimizar o uso do produto (coleta e análise de dados, consultoria etc.);
- apoio para especificar uma melhor combinação com outras soluções (softwares, outros equipamentos, layout, instalações etc.);
- enfim, no relacionamento B2B, os desejos dos clientes envolvem todos os itens anteriores para que o relacionamento com o provedor do produto / da solução seja único e “exclusivo”;
- e no relacionamento, B2C, o cliente dá ainda grande importância à experiência com o produto, que exige então que o produto seja útil, utilizável, fácil de interagir, agradável, acessível etc.;
- em produtos digitais, essa experiência do usuário é muito importante e deve ser associada à credibilidade das informações;
- apesar de enfatizarmos a experiência do usuário no relacionamento B2C, na verdade, no relacionamento B2B também existem usuários, que também desejam ter uma ótima experiência com o produto;
- que os produtos e serviços associados tenham um menor impacto ambiental e social de acordo com os seus parâmetros pessoais de avaliação e percepção.

No fundo, para atender a maior parte dos seus desejos (\*), as empresas precisam focar em serviços para proporcionar uma experiência única e diferenciada com a marca da empresa. Os produtos são “secundários”, desde que tenham a condição básica de um ótimo desempenho e confiabilidade, como mencionamos no início deste tópico.

(\*) Nota: mencionamos desejos para simplificar a frase, mas como citado acima, os clientes desejam “soluções para que seus problemas, dores, necessidades e desafios específicos sejam atendidos / resolvidos”.

Mesmo assim, a cultura de alguns clientes ainda está voltada para a compra de produtos, o que vem mudando conforme o mercado evolui.

Na relação B2C, existem clientes que desejam o “*glamour*” de possuírem certos produtos. Porém, cada vez mais, os clientes preferem produtos que trazem mais benefícios.

*Por exemplo, você já pensou em um celular com poucos Apps no ecossistema? Já pensou se o seu internet banking não tiver um App para o seu celular? Ou seja, o seu celular pode ter todas as funcionalidades que você gostaria, mas se o App do seu banco não puder ser instalado nele, você não ficará satisfeito.*

## Por que oferecer mais serviços?

### **|** A perspectiva da empresa

Antes de tudo, a empresa precisa atender às expectativas dos clientes (tópico anterior), caso contrário um concorrente pode atender, fazendo com que ela perca mercado. A seguir, listamos algumas razões pelas quais

as empresas devem pensar em oferecer mais serviços (alguns itens foram adaptados de Cusumano et al., 2015):

- oferecer serviços complementares aos produtos podem alavancar novas vendas, pois os clientes enxergam mais valor na oferta integrada;
- a oferta de serviços é essencial para que os clientes decidam comprar e usar alguns produtos. Torna-se uma diferenciação com relação à oferta dos concorrentes, além de trazer receitas adicionais;
- quando o produto é fácil de ser imitado, as empresas precisam ofertar serviços complementares para se diferenciar e, assim, lucrar com a inovação e alavancar a difusão da marca no mercado;
- a oferta de soluções customizadas, personalizadas e, portanto, “específicas” para um determinado cliente ou um grupo de clientes semelhantes, torna a oferta mais competitiva (se comparada com a oferta de produtos padronizados, que se tornam “comoditizados”);
- serviços (como de consultoria, manutenção e reparo) podem ajudar a construir uma relação mais estreita com os clientes, o que abre a possibilidade de se vender novas versões das ofertas para os mesmos clientes por muito tempo, uma das práticas da abordagem de [customer success](#);
- as receitas e lucratividade com serviços podem ser mais estáveis e recorrentes, do que a venda de produtos que sofre de sazonalidade (tem momentos de venda e outros sem);
- diversificação de receitas;
- em produtos com ciclos de vida longos (por exemplo, aviões e bens de capital intensivo), principalmente na fase de uso, as receitas com serviços ao longo dos anos podem superar em muitas vezes a receita com a venda de produtos.

Wang et. al. (2018) confirmaram que **a servitização tem um efeito positivo (e significativo) sobre o desempenho das empresas de manufatura**. Eles consideraram tanto o desempenho financeiro, como o não financeiro com base nos seguintes indicadores:

- desempenho financeiro: crescimento das vendas, margem de lucro, retornos sobre os ativos e sobre os investimentos;
- desempenho não financeiro: satisfação do cliente, desempenho do cliente com os serviços, desempenho estratégico e da inovação.

No estudo deles, o efeito no desempenho não financeiro foi maior do que no financeiro. Alguns fatores contextuais podem ser determinantes para se obter um desempenho financeiro (Wang et. al.; 2018). A implementação da servitização pode exigir muitos recursos e investimentos, o que pode complicar o retorno a curto prazo, que discutiremos mais adiante no tópico “o paradoxo do serviço”.

## Outros stakeholders

### *A perspectiva de outros stakeholders (além dos clientes)*

Veja aqui um [checklist de possíveis stakeholders](#). Cada um desses outros stakeholders também possuem desejos e necessidades. Uma análise detalhada desse checklist pode revelar novas necessidades, que podem ser atendidas pela servitização.

A servitização tem o potencial de influenciar positivamente a sustentabilidade, principalmente no caso de "desmaterialização" do produto por meio da oferta de um sistema produto-serviço. Ela vai de encontro ao atendimento das necessidades dos stakeholders: sociedade e órgãos reguladores.

A oferta de serviços pode envolver vários atores de um [ecossistema de inovação](#). Assim, a servitização deve atender às necessidades desses atores para garantir a competitividade da solução integrada ofertada no mercado.

## Relação com a inovação

A servitização refere-se a um processo de inovação para a criação de valor adicional para a empresa por meio da transição de um negócio tradicional para um negócio que oferece produtos e serviços integrados (Baines et al., 2017; Smith et al., 2014). Ao mesmo tempo em que cria capacidades de agregação de valor, a servitização garante vantagens competitivas sustentáveis para os fabricantes tradicionais.

Na servitização, a inovação não acontece somente no nível de inovação do modelo de negócio, que será explorado no próximo tópico. Ela é mais específica e **vai desde a proposição de novas soluções integradas de produtos e serviços até a implementação da solução**. Além disso, mais do que a mudança na oferta, a servitização envolve a **inovação das capacidades organizacionais**, que envolvem os processos, capacitação do pessoal e recursos em prol da mudança para o novo paradigma de oferta de serviços. Importante, neste contexto, é criar ou **participar de um ecossistema** de inovação que permita alavancar as capacidades.

Ao envolver **estratégias inovadoras e integradas de serviços** como uma fonte de diferenciação, a servitização é um processo único para cada empresa, e é difícil de ser replicada e imitada por competidores. Pode permitir **relações de longo prazo com os clientes** de modo que influencie nas decisões de compra deles, garantindo não apenas o aumento de capacidades futuras de vendas, mas também tornar a empresa menos sensível a uma competição baseada em preço (Baines et al., 2009). Mais do que isto, por meio da servitização, a **proposta de valor pode ser criada em conjunto com os clientes** ao envolvê-los na servitização.

Mas, a **servitização não é uma “panaceia”** que vai conduzir as empresas para um novo patamar de competitividade. Outras abordagens devem ser aplicadas de forma orquestrada com a servitização. As condições definidas pelo **planejamento estratégico** e as informações adquiridas pela **análise do contexto dos negócios** (mercado, competidores e tecnologia) são essenciais para o sucesso da servitização, assim como a existência de uma **mentalidade (mindset) e cultura apropriadas**. Devido a isso, a **gestão de mudanças deve ser incorporada à servitização**.

## Servitização e outras abordagens

Comparamos a seguir a servitização com outras abordagens complementares.

### Servitização e Inovação do Modelo de Negócio

Quando uma empresa passa pela servitização, o modelo de negócio da organização pode ser alterado. O modelo de negócio define os mecanismos de criação, entrega, e captura de valor pela empresa (Osterwalder; Pigneur, 2010). Então, **a servitização implica em alterar um modelo de negócio existente para um novo** (Baines et al., 2017; Martín-Peña; Pinillos; Reyes, 2017)

Ou seja, a servitização está diretamente relacionada à inovação do modelo de negócio.

Em organizações já estabelecidas e que já oferecem um produto, isso envolve o **redesenho de um negócio existente** (Baldassarre et al., 2017). Em organizações já estabelecidas, mas que desejem desenvolver um novo produto e os serviços a ele relacionados, isso pode envolver **a criação de um modelo de negócio completamente novo**. Por sua vez, como já mencionamos, após a servitização, o desenvolvimento de um PSS pode exigir apenas melhorias incrementais no modelo de negócio.

*Toda transformação baseada na inovação do modelo de negócio deve estar inserida dentro do contexto de gerenciamento de mudanças, que trata do fator mais determinante para o sucesso das transformações e, portanto, da servitização: as pessoas.*

A gestão de mudanças inclui a motivação, autonomia, participação na tomada de decisão, autogestão, criação de um senso de urgência, comunicação com stakeholders, consolidação de parcerias, institucionalização da nova abordagem / modelo de negócio, planejamento do projeto e melhoria contínua.

Leia mais sobre [gestão de mudanças](#).

Em resumo, **a servitização pode ser considerada como uma inovação do modelo de negócio**. Como toda transformação, a servitização deve estar inserida no contexto do gerenciamento de mudanças. A servitização engloba o desenvolvimento do PSS e está focada na mudança de mentalidade e cultura de uma orientação ao produto para se tornar um provedor de PSS. Representamos isso na figura abaixo.

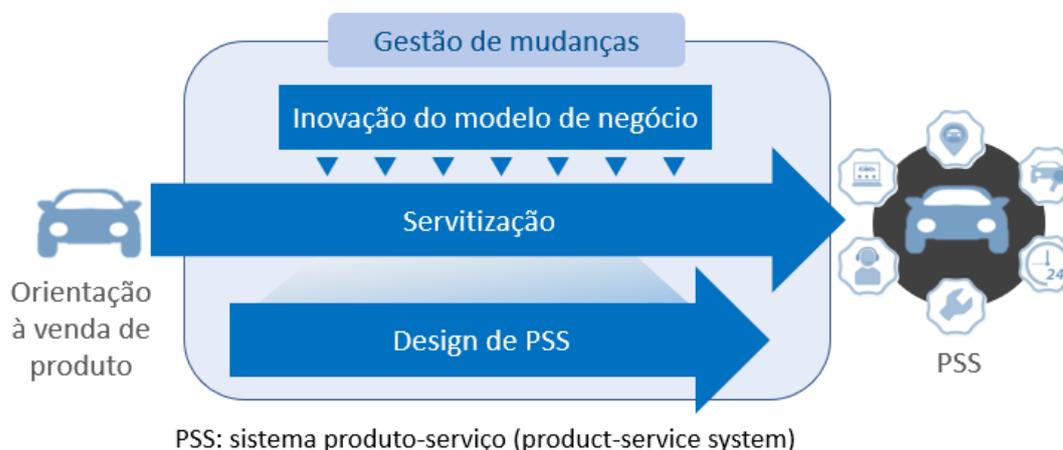


Figura 10: Ilustração da servitização como o processo de transformação de uma empresa orientada à venda de produtos em uma provedora de sistemas produto-serviço (PSS), que inclui o design do PSS, normalmente é orientada (e inclui) a inovação do modelo de negócio. Essa transformação deve estar inserida no contexto de gestão de mudanças para garantir que a mentalidade das pessoas e a cultura organizacional acompanhem as mudanças.

## Tipos de contexto para a servitização

Uma empresa pode seguir dois caminhos diferentes de servitização, a depender do estágio de desenvolvimento de produto em que a empresa se encontra:

### 1) Servitização com base em produtos existentes

Em um primeiro tipo de contexto, a empresa já pode estar realizando a venda de produtos, e pode passar pela servitização para **prover novos serviços associados a esses produtos existentes**. Pode começar a prover alguns serviços orientados ao produto, como indicado anteriormente no tópico “tipos de serviços”.

Em **casos mais avançados** neste contexto, a empresa pode **innovar o modelo de negócio** explicitamente na forma de ofertar os produtos e serviços aos clientes. Ao invés de vender e cobrar pelo produto, a empresa **pode ofertar o uso do produto ou o resultado** a ser obtido por meio dele. Nesses casos, o produto passa a ser parte do ativo da empresa e as receitas para a empresa resultam da cobrança pelos serviços ofertados.

Nos casos que vivenciamos, o **design do produto deve ser adaptado** para ser inserido no sistema produto-serviço. Atualmente a adaptação do produto do produto está relacionada com a digitalização do negócio, como discutido no tópico mais adiante.

### 2) A servitização envolve o design do produto

Em um segundo tipo de contexto, a empresa já possui experiência na venda de produtos no mercado e a servitização pode ocorrer a partir do desenvolvimento de um novo produto e dos serviços a ele relacionados

de forma simultânea e integrada. Diferente do contexto apresentado no tópico anterior, a servitização não ocorrerá a partir de um produto existente. Será um novo desenvolvimento.

Neste caso, é interessante criar uma arquitetura única que envolva todos os elementos do PSS (arquitetura do produto, arquitetura dos processos associados aos produtos, arquitetura de TI e infraestrutura, outros recursos relacionados aos processos, canais e organização).

***A arquitetura possui um nível de detalhamento bem maior do que o modelo de negócio.***

### Novo design de PSS

Como apresentado no tópico anterior, se a empresa já for uma provedora de PSS, ela não precisa seguir todo o processo de servitização, mas focar no novo design de PSS em si. Entretanto, em qualquer novo design de PSS, a verificação do modelo de negócio atual é importante para verificar se mudanças são necessárias ou não de acordo com o tipo de desenvolvimento.

### Startups provedora de PSS

Novas empresas criadas como provedoras de PSS já poderiam nascer com a mentalidade e cultura orientada a serviços, pois é o que o seu modelo de negócio indica (provedora de PSS). No entanto, muitas vezes, são startups, cujos fundadores ainda são focados em tecnologia e produtos. Eles precisam se associar com pessoas ou organizações com mentalidade e cultura de serviço, pois caso contrário já irão nascer enviesados. Neste caso, não se fala em servitização, que é um processo de transformação, como já citamos várias vezes.

## Servitização e sustentabilidade

Como vimos, com a servitização, as empresas começam a oferecer um PSS que pode ser focado na oferta do uso do produto ou o resultado a ser obtido por meio dele. Com isso, ao fornecer o **produto como um serviço (as a service)**, a empresa retém a propriedade do produto físico e é incentivada a aumentar os esforços, desde o desenvolvimento até a disposição final do produto, para maximizar o valor que pode ser obtido com o produto após o fim de uso ou o fim de vida dele.

Esses esforços podem ser consistentes com um movimento para a promoção da sustentabilidade, com o **menor consumo de energia, o uso de materiais recicláveis e o controle da disposição final do produto** (que ao invés de ser enviado para um aterro sanitário sem qualquer controle, poderia ter os componentes reaproveitados para a fabricação de novos produtos, por exemplo).

Como as receitas virão do uso do produto (*as a service*), as empresas irão **produzir produtos mais robustos, que falhem menos e durem mais**. O aumento da vida útil do produto traz benefícios para o meio ambiente.

No modo de venda tradicional de produtos aos clientes, as empresas não possuem incentivos para tomar decisões que visem manter ou aumentar o valor residual dos produtos ao longo do uso ou ao fim dele. Por exemplo, as empresas poderiam não ter interesse para estender o ciclo de vida do produto ou até mesmo para adotar estratégias de reuso, reciclagem, remanufatura, reforma etc. Isso teria implicações negativas na promoção da sustentabilidade.

# Sistema Produto-Serviço

# Sistema Produto-Serviço (PSS)

## Definição

O termo sistema produto-serviço (PSS - *product-service system*, em inglês) foi formalmente introduzido por Goedkoop et al. (1999) como...

*“um conjunto comercializável de produtos e serviços capazes de atender, em conjunto, às necessidades de um usuário”.*

- Produtos são bens manufaturados, e
- Serviços são relacionados a um amplo conjunto de ofertas incluindo aquelas que dependem do produto, como reparo e reposição de peças, até aquelas que apoiam as ações do cliente, como garantia e treinamento (Gaiardelli et al., 2014).

Desde a sua criação, **o termo PSS 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. Podemos dizer que o **PSS é um dos resultados da servitização**.

Desde o surgimento do termo PSS, muitas outras definições têm sido propostas. Uma das definições mais referenciadas é a de Mont (2002), que diz que um PSS é

*“um sistema de produtos, serviços, relacionamentos e infraestrutura de apoio que é desenhado para ser: competitivo; satisfazer às necessidades dos clientes; e ter um menor impacto ambiental em relação aos modelos de negócio tradicionais”.*

As características das **definições de PSS podem ser divididas em dois blocos** (como ilustramos na próxima figura):

- elementos estruturais (com suas relações) e
- os efeitos / objetivos / intenção da existência de um PSS.

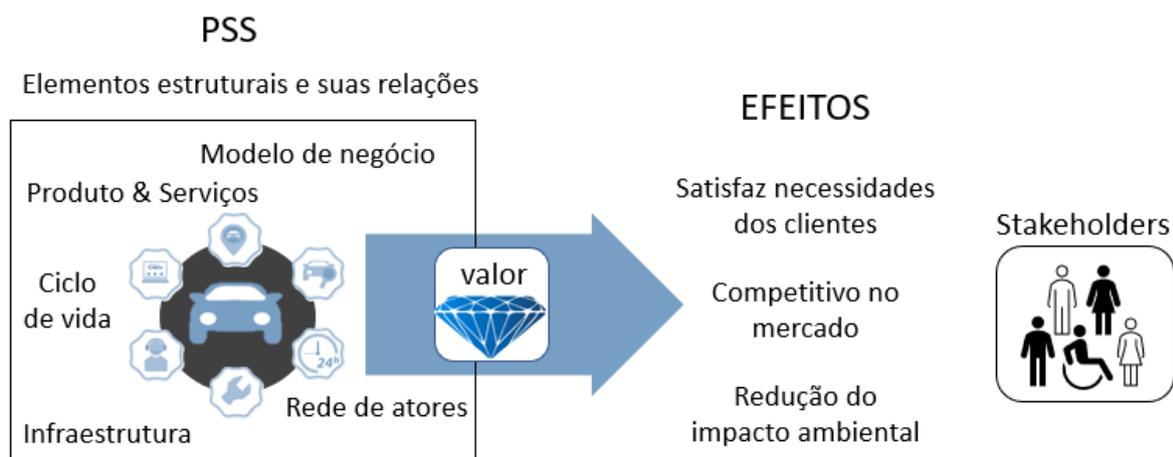


Figura 11: Elementos estruturais do PSS.

## Produtos e serviços

Os produtos e serviços são os elementos estruturais essenciais de um PSS, como o próprio termo diz, mas muitas pessoas **na prática “esquecem” do significado do termo sistema**. PSS é um **sistema** produto-serviço.

Ilustramos um exemplo de compartilhamento de carro (*car sharing*) para destacar os elementos do “sistema”.

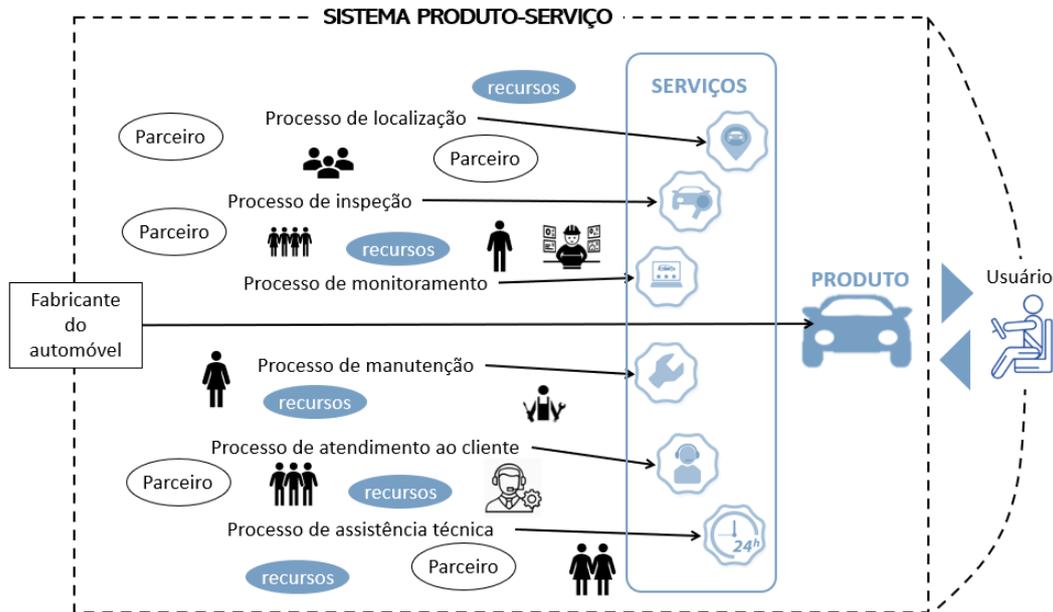


Figura 12: Exemplo de PSS de compartilhamento de carro.

Não detalhamos os parceiros e os recursos para deixar a figura mais didática e **nem representamos outros serviços, como financiamento, seguro, treinamento, aluguel, pagamento do uso, comunicação entre cliente e provedor na operação do serviço entre outros**. Do ponto de vista de uma empresa, no caso o fabricante do automóvel, podemos dizer que sua rede de parceiros do ecossistema de inovação faz parte do PSS, que se torna em um certo momento a cadeia de valor (veja a diferença na seção sobre [ecossistema de inovação](#)).

Se você imaginar que o *car sharing* é um PSS no contexto de *mobility as a service* (MaaS), no qual outros modais estarão integrados, a figura fica bem mais complexa e envolve mais sistemas produto-serviço de muitas empresas.

Existem, todavia, casos mais simples de PSS. Mesmo nesses casos, os outros elementos do sistema representados na figura fazem parte do PSS.

## Definição que elaboramos

De modo prático, **vamos estabelecer a seguinte definição** com base nos argumentos apresentados acima:

*O sistema produto-serviço (PSS) compõe uma oferta integrada que representa uma proposição de valor (\*) focada nos clientes com as seguintes características:*

- *o valor é criado continuamente por meio do uso do PSS, a partir da operação de um modelo de negócio inovador, que inclui os componentes de criação de valor, que são: processos, canais, recursos (tecnologia e infraestrutura), pessoas e parceiros da cadeia de valor; ou seja, os elementos do negócio, segundo a [visão sistêmica da empresa e seu ecossistema](#) que usamos na flexM4I.*
- *além dos clientes, outros stakeholders devem perceber valor, como nos exemplos apresentados no tópico [“definição básica de inovação”](#).*
- *tem o potencial de diminuir o impacto ambiental, pois tende a prolongar a vida e a eficiência no uso e operação do produto (bem físico), como apresentamos no tópico [“PSS e sustentabilidade / economia circular”](#).*

(\*) Para o valor ser percebido pelos clientes / *stakeholders*, a oferta precisa trazer benefícios que envolvem: satisfazer às necessidades e aos desejos; resolver os problemas, dores e desafios; atender aos requisitos etc.

Embora os serviços tenham sido providos ao longo do tempo pelas empresas de manufatura, a recente estratégia para fornecimento de serviços integrados a produtos tem se tornado fundamental para um negócio (Baines et al., 2009).

## Benefícios e limitações

Apesar da servitização ser mais abrangente que o PSS, os benefícios e barreiras das duas abordagens são semelhantes.

Inicialmente, apresentamos os **benefícios** da adoção do PSS para:

- a sua empresa, que pode ser fornecedora/provedora de PSS;
- os clientes;
- o meio ambiente;
- o governo ou sociedade.

Em seguida, destacamos algumas barreiras à implantação do PSS.

### Benefícios para Fornecedor / Provedor de PSS

- Aumento de mercado, pois nem todos os clientes possuem recursos para adquirir o produto e depois pagar pelos serviços adicionais;
- Aumento e maior previsibilidade e estabilidade do fluxo de caixa em função das receitas recorrentes;
- Promoção de um relacionamento de longo prazo com o cliente, o que possibilita obter informações para a melhoria de produtos e serviços e estabilidade nos negócios;
- Fidelização do cliente e garantia da venda de consumíveis;
- Oportunidades para inovação incremental;
- Maior feedback a respeito das necessidades dos clientes;
- Otimização da assistência técnica;
- Garantia de uma operação correta do produto;
- Maior conhecimento do produto no ambiente de aplicação e garantia de uma operação correta;
- Melhor valor da marca e da imagem da organização;
- Imagem de empresa, eficiente, sustentável e de resposta rápida;
- Atendimento de legislações ambientais.

### Benefícios para Cliente / Usuário

- Aumento da satisfação, pois percebe o maior valor na oferta;
- Liberdade das responsabilidades decorrentes da posse do produto;
- Não precisa desembolsar um valor elevado para aquisição do produto;
- Poder usufruir do produto e serviços associados, pois não é necessário um investimento elevado; Poder realizar pagamentos menores, previsíveis e de acordo com o seu uso;
- Menor risco de parada da operação do produto em função da disponibilidade garantida do produto e da manutenção preditiva;
- Atualização do produto sem necessidade de um novo investimento;
- Produto mantido em bom estado de uso;
- Acesso a maiores diversidades de serviços, formas de pagamento e escolhas no mercado;
- Customização para atender a necessidades específicas.

## Benefícios para o meio ambiente

- Redução no uso de recursos naturais;
- Produtos projetados para terem maior durabilidade (devido à maior robustez) e reciclabilidade (possibilidade de reuso, reparo, recondicionamento e remanufatura);
- Aumento do ciclo de vida do produto, pois o design não visa a obsolescência;
- Abordagem mais sustentável para os negócios;
- Desmaterialização dos produtos e planejamento do ciclo de vida do sistema;
- Ganho ambiental.

## Benefícios para o governo / sociedade

- Menores custos e problemas associados com compra, uso, manutenção e troca de produtos;
- Aumento nos empregos do setor de serviços;
- Gerenciamento mais eficiente de resíduos sólidos;
- Economia mais ambientalmente sustentável;
- Formulação de políticas de promoção de padrões de consumo e estilos de vida sustentáveis.

Mas, ainda há **barreiras** que precisam ser superadas para a implantação do PSS. Apresentamos tais barreiras abaixo.

## Principais barreiras

- Dificuldade em mudar cultura orientada a produtos;
- Falta de aceitação dos clientes em relação ao consumo sem propriedade do produto;
- Conflito estratégico: vender mais produtos versus prover mais serviços e aumentar a vida útil do produto;
- Relutância para internalizar o custo do ativo e incertezas em relação ao fluxo de caixa;
- Legislações não conseguem abranger as características da PSS;
- Falta de incentivos governamentais para criação de soluções melhores para o meio ambiente;
- Pesquisas em PSS são fragmentadas e não voltadas para aplicação;
- Falta de metodologias práticas para desenvolvimento e implementação do PSS;
- Inexistência de um consenso sobre as definições e modelo de negócio;
- Barreira financeira: relutância para internalizar o custo de ativos (produto) caros no caso de PSS orientado ao uso ou ao resultado, devido às incertezas em relação ao fluxo de caixa e com período longo de *payback* até obter receitas recorrentes.

## Relação com inovação

O PSS representa um **novo modelo de negócio para as empresas de manufatura** e para aquelas que desejam iniciar um empreendimento inovador; quando o novo negócio já nascer com uma solução integrada de produto e serviços. **O PSS é uma tendência; é um paradigma de sucesso** para as empresas **nos tempos atuais** (Baines et al., 2013). É um meio para as empresas descobrirem novas direções para o crescimento do negócio, diversificação e inovação.

Por meio do PSS é possível prover soluções criativas e adaptáveis. Desenvolver um PSS **implica na inovação do modelo de negócio** ao alterar a proposição de valor, bem como a forma como os processos, recursos e capacidades são convertidas nas ofertas de produtos integrados a serviços. Além disso, o PSS compreende a **inovação da infraestrutura e a cadeia de valor, com uma nova configuração de integração entre o provedor, clientes e demais stakeholders**. Em alguns casos, o **provedor precisa “desenhar” também os modelos de negócios do cliente e parceiros**:

- dos clientes: para mostrar as vantagens da nova solução e para trabalhar de forma integrada com os elementos do negócio do provedor (recursos, processos, pessoal etc.);
- dos parceiros: para distribuir responsabilidades e ganhos.

De modo geral, a inovação ocorre por três modos com o PSS (Tietze; Hansen, 2013):

- a propriedade do produto não é transferida para os clientes, mas continuam sendo um ativo do provedor;
- o propósito do produto é diferente dos modelos de negócio tradicionais, pois no PSS eles são utilizados como um meio para prover serviços e resultados para os clientes;
- o lucro dos provedores de PSS são substancialmente diferentes das empresas de manufatura que fabricam e vendem os produtos.

Mais do que isso, o PSS **requer uma nova mentalidade orientada ao paradigma de oferta de serviços**. Para isso, as empresas também precisam **innovar na forma que abordam os potenciais clientes para gerar maior empatia** com eles. Isso requer mais compromisso e compartilhamento de informações, ganhos e riscos com os demais *stakeholders*.

## Tipos de PSS

Um PSS pode ser classificado em tipologias para permitir que, por meio das descrições de suas variações, as empresas e pesquisadores possam prever comportamentos do PSS auxiliando na tomada de decisão (Park; Geum; Lee, 2012). A classificação do PSS pode ser útil também como classificação para a definição do modelo de negócios (Reim; Parida; Örtqvist, 2015). A tipologia mais difundida e empregada é a tipologia de Tukker (2004), que apresentamos a seguir.

A classificação de Tukker (2004) define três categorias, que estão ilustradas na figura abaixo:

- PSS orientado ao produto;
- PSS orientado ao uso;
- PSS orientado ao resultado.

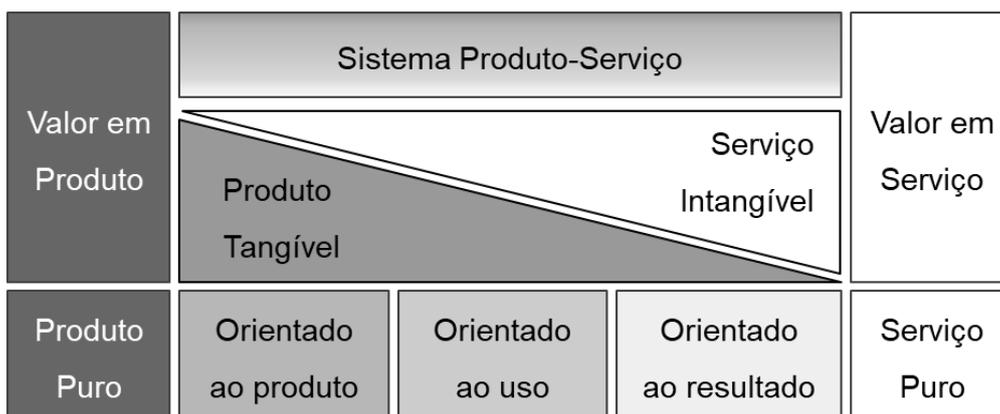


Figura 13: Tipos de PSS  
Adaptado de Tukker (2004)

## PSS orientado ao produto

No **PSS orientado ao produto**, o fornecedor vende o produto da forma tradicional, e oferece e cobra por serviços adicionais que garantem a funcionalidade, a usabilidade e a durabilidade do produto.

*Um exemplo é a venda de automóveis. Compramos um automóvel e, portanto, temos a posse do produto. Porém, durante o ciclo de vida do automóvel, pagamos ainda por serviços de manutenção e reparo oferecidos*

*pela rede de concessionárias do fabricante do automóvel. Outro exemplo é quando a empresa oferece serviços de consultoria, que são pagos pelos clientes, para sugerir um uso mais eficiente de um produto.*

## PSS orientado ao uso

No **PSS orientado ao uso**, a posse do produto é do provedor e não é transferida ao cliente após a comercialização. Neste caso, é ofertado o uso ou disponibilidade do produto. O provedor deve maximizar a fase de uso do produto desenvolvendo-o de forma robusta para prolongar seu ciclo de vida, diminuindo custos de manutenção e remanufatura, que normalmente são de sua responsabilidade. A comercialização pode ser realizada por meio de:

- **Leasing do produto**

Leasing também é conhecido como arrendamento mercantil. O cliente paga uma taxa regular pelo uso do produto em um determinado período, como se fosse um aluguel, com a opção de compra do produto no término do contrato. **Pode ser considerado um tipo de compra à prestação. É quando o cliente tem interesse em adquirir o bem.** No final do contrato, os valores pagos pelo uso entram como prestações pagas e o cliente paga só o restante, se desejar comprar o produto. A vantagem, normalmente, são os juros mais baixos do que os juros normais de mercado para compra de um bem.

Além da opção de compra, no final do contrato, o cliente tem a opção de renovar o contrato ou devolver o bem. A opção de compra só é interessante se depois do período de contrato de leasing, o produto ainda tiver muito tempo de vida e um valor residual significativo.

*Por exemplo, imagine uma máquina que tem uma vida útil de 25 anos e o cliente não tem capital para comprar. A operação de leasing é mais barata do que o financiamento para compra.*

Normalmente no Brasil, realiza-se o leasing financeiro. Um arrendador (um banco por exemplo), adquire o bem do provedor do PSS e “aluga” por meio de um contrato de leasing com o cliente, usuário do PSS. Do ponto de vista do PSS, **o leasing torna-se uma compra, o que na verdade remeteria ao primeiro tipo de PSS orientado ao produto.** Uma variação deste tipo de PSS é quando no fim da fase de uso, o cliente devolve o produto para o provedor. Isso pode ser desvantajoso para o provedor (ou arrendador), caso o produto não possa ser realocado em um outro contrato.

*Este é o caso da indústria automotiva na relação B2B (business to business). Uma empresa que necessita usar automóveis não os compra. Ela paga pelo uso e no final de um período de contratação tem a opção de compra do produto por um preço residual.*

- **Aluguel**

De forma similar ao leasing, o cliente paga uma taxa para uso do produto em um determinado período. O leasing é caracterizado como uma dívida, pois a princípio o cliente deseja comprar o bem. **A locação é muito mais simples e prática.** No final do contrato de aluguel não existe dívida. A devolução do produto cessa qualquer obrigação entre provedor e cliente. **Para produtos de maior valor, o provedor precisa garantir um tempo mínimo de aluguel** no contrato para garantir o *payback* e não ter de arcar com os custos de transporte (trazer de volta para equipamentos mais complexos e instalados em locais distantes), o que poderia inviabilizar financeiramente o negócio. Por isso, é normal que para bens de alto valor, o provedor insira uma **cláusula de multa contratual, caso o produto seja devolvido antes do prazo.**

*Este é o caso da “Água pura da Brastemp”. A Brastemp oferece um serviço de assinatura de purificadores de água. As assinaturas variam de acordo com o tipo de purificador e suas funcionalidades. As assinaturas não fornecem apenas um purificador de água com classificações de filtragem, mas comodidade e segurança por meio do fornecimento de água limpa. O provedor é responsável por manter o produto funcionando em boas condições, trocar o filtro etc.*

*Este é o caso do aluguel de equipamentos, como por exemplo, os guindastes na indústria civil ou empilhadeiras para fábricas.*

**A locação é ideal para quem não deseja adquirir o produto. É o caso do PSS orientado ao uso.** Uma vantagem do aluguel para empresas (no relacionamento B2B) é que o aluguel é contabilizado como um gasto operacional (OPEX - *operational expenditure*) e não um investimento, despesa de capital (CAPEX - *capital expenditure*). O gasto operacional pode ser abatido do imposto de renda. Além disso, se já tiver passado do prazo de multa contratual (mencionado acima), o aluguel se torna muito mais flexível, pois a qualquer momento o cliente pode devolver o bem.

**Outro motivo** para se alugar ao invés de comprar é **a depreciação do produto**. No instante imediato após a compra, o produto passa a valer muito menos. Se for **produto digital, a obsolescência é muito rápida** e, portanto, não vale a pena mesmo comprar. Esta é a razão pela qual os produtos de TI adotaram o modelo de aluguel (o XaaS citado anteriormente).

No Brasil, por enquanto, o aluguel não paga o imposto sobre serviços (ISS), pois o aluguel não caracteriza um serviço. Isso foi incorporado na legislação depois que o STF julgou um recurso de uma empresa de locação de guindastes. Então, **no Brasil, os provedores de PSS deste tipo não podem chamar de PSS e nem usar o termo “serviço”**, pois passariam a pagar o ISS (vai explicar para um fiscal que o serviço é um aluguel...). Por isso, vemos no Brasil o uso do termo aluguel ou o termo em inglês, rental: equipment rental etc.

No Brasil, se o provedor fornecer um pacote de serviços associados, tem de ser por meio de um outro contrato. Se o provedor “embutir” no valor do aluguel os preços dos serviços de manutenção etc., ele incorrerá em uma fraude contábil.

**Se o provedor** realizar a locação do produto e for **responsável pela operação, é caracterizada a prestação de serviços** e, então, o provedor passa a pagar o ISS.

- **Compartilhamento**

Se o aluguel for de curto prazo, o provedor pode depois alugar para outro cliente. Assim, o produto pode ser compartilhado por mais clientes.

*Os exemplos mais populares deste tipo de PSS são os de aluguel/compartilhamento de bicicletas, patinetes, motos e automóveis em grandes cidades. Um exemplo é a ShareNow, que é uma empresa de compartilhamento de carros com sede na Alemanha e presente em diversas cidades europeias como Copenhagen, Berlim, Viena, Londres, Milão e Lisboa. Oferece o conceito de mobilidade baseado em carros manufaturados pela Daimler e BMW, sendo o oferecimento dos carros, baseado em cada região. Um caso similar ao ShareNow e que já está em operação em São Paulo é a Beepbeep, uma startup paulista que oferece mobilidade por meio de carros 100% elétricos.*

Alguns especialistas em PSS consideram Uber e Airbnb como PSS e outros não. É uma “discussão sem fim”. No nosso entendimento, baseado na definição adotada de PSS, consideramos esses modelos exemplos de PSS, pois existem produtos (os automóveis, locais de hospedagem) operados por terceiros (os donos do automóvel ou dos locais, como prestadores de serviço), integrados por uma plataforma (Uber ou Airbnb). Esses produtos são compartilhados por muitos usuários. Esses “sistemas” prestam serviços aos seus usuários.

Além disso, a existência desses modelos traz benefícios:

- ambientais: menor quantidade de carros necessária para transportes individuais e de construções para hospedagem e, portanto, menor utilização de materiais; maximização da utilização do produto, pois não fica a maior parte do tempo parado, como os automóveis individuais, que ficam em média 95% do seu tempo ociosos; maior conservação do produto, pois os operadores são os proprietários
- econômicos: grande parte dos motoristas da Uber e os donos de espaços que são alugados por meio da Airbnb não teriam outra possibilidade de renda.

A Uber, por sua vez, gostaria que o seu negócio fosse classificado como uma plataforma de comunicação e não como uma empresa de transporte “em rede”, pois assim evitaria muitos desafios e conflitos atuais (Cannon & Summers, 2014).

Muitas questões fiscais e trabalhistas ainda deverão ser resolvidas com os legisladores de cada local. Esses modelos de negócio devem enfrentar dificuldades trabalhistas devido à precarização do trabalho e fiscais, pois pagam impostos somente com base na parcela que recebem. O proprietário, prestador de serviço, não paga impostos.

- **Pooling do produto**

É um caso especial de aluguel no qual diferentes clientes utilizam o produto simultaneamente. É um caso pouco difundido, quando clientes distintos compartilham o uso e dividem o pagamento entre si.

*É o caso do Uber pool, em que por meio do aplicativo mais de uma pessoa pode contratar e usar o mesmo veículo, dividindo as despesas do transporte, que é pago pelo uso.*

## PSS orientado ao resultado

No **PSS orientado ao resultado**, o provedor vende um resultado ou desempenho do uso do produto. O provedor mantém a posse do produto e ele pode customizar diferentes serviços associados à oferta de valor. Pode ser subdividido em:

- **Gestão da atividade**

O cliente terceiriza algumas atividades para o provedor, que assume a responsabilidade por entregar os resultados daquela atividade.

*Este é uma das opções do caso da JBT Foodtech, que é uma empresa subsidiária da JBT Corporation (multinacional americana) e é especializada em fabricar equipamentos para a indústria de processamento de alimentos. Ele ocorre quando o provedor, além de colocar o produto nas instalações do cliente (no caso da JBT, o cliente é o produtor de suco de laranja), ele coloca os seus funcionários (do provedor) para operar o equipamento.*

- **Pagamento por unidade de serviço**

O cliente paga por um resultado que o produto fornece por seu uso.

*Este também é o caso da JBT Foodtech. Mas aqui, neste caso, quem opera o equipamento é o próprio cliente. O pagamento é baseado na quantidade de laranjas processadas.*

- **Resultado funcional**

O provedor negocia com o cliente para entregar um resultado funcional que agregue valor. O provedor cobra uma taxa por uma unidade funcional e tem total liberdade de decidir como vai entregar o resultado final.

*É o caso de empresas que fornecem, por exemplo, uma temperatura em um ambiente. O provedor cuida do sistema de aquecimento ou de resfriamento.*

*Outro exemplo é quando o provedor oferece uma boa colheita para um agricultor e ele cuida da aplicação de defensivos etc. Se neste último caso, ele cobrar, por exemplo, por tonelada de grãos que o agricultor produzir, classificaremos como “pagamento por unidade de serviço”.*

*Um caso é o Pay-per-lux da Philips, que oferece iluminação de ambientes. A Philips é responsável por todo o serviço de iluminação, desde o design da solução, equipamentos, instalação, manutenção, e atualizações durante a oferta do serviço. O cliente paga uma taxa de contratação do serviço e por lumens que recebe na iluminação de seus ambientes.*

Apesar da grande difusão da tipologia do Tukker (2004), sua aplicação é dependente da interpretação individual de cada cenário, o que resulta em ambiguidades e confusão. Isto é resultado da tipologia ser puramente descritiva e por se utilizar dois critérios para se definir os tipos: de quem é a posse do produto (bem físico) e o modelo de receitas.

No PSS orientado ao produto, a posse é do cliente; nos outros dois tipos, a posse fica com o provedor e a diferenciação entre os tipos é segundo o modelo de receitas. Como a própria denominação do tipo indica, no PSS orientado ao uso, o modelo de receitas é baseado no uso, ou seja, o cliente paga o quanto usa do produto e, no PSS orientado ao resultado, ele paga de acordo com os resultados obtidos pelo uso do PSS.

Consulte os exemplos colocados acima. Esses três tipos têm consequências e determinam outras características do PSS.

Ressaltamos que existem outras formas de se classificar um PSS, mas a de Tukker (2004) ainda é a mais empregada. A comunidade de servitização, que não utiliza o termo PSS como resultado, classifica os serviços, como você pode consultar na seção sobre servitização.

## PSS e sustentabilidade / economia circular

O conceito de PSS emergiu em um contexto diretamente relacionado à sustentabilidade (Vasantha; Roy; Corney, 2015). Desde as suas primeiras definições, a adoção do PSS deveria minimizar o impacto ambiental da produção e consumo (Mont, 2002), pois ...

- como em alguns casos de PSS, a propriedade do produto é do provedor ao invés de ser transferida para o cliente. Então, o provedor teria interesse em que o produto durasse mais tempo, cuja abordagem pode levar a diminuir o impacto ambiental (Manzini; Vezzoli; Clark, 2001), ou seja, não teria uma “obsolescência programada” para que depois de um período o fornecedor (no paradigma orientado ao produto) possa vender um outro produto
- mais do que na esfera ambiental, o PSS era considerado como um modelo de negócio desenvolvido para também ser economicamente e socialmente sustentável (Annarelli; Battistella; Nonino, 2016).

Mas, a abordagem de PSS não garante melhorias ambientais e sociais se não for especificamente projetada com esse propósito (Tukker, 2015; Vezzoli et al., 2015). Em outras palavras, **o PSS não é uma panaceia** para questões de sustentabilidade e a oferta de um PSS nem sempre é melhor do que a venda de produtos (Tukker, 2015). **O alcance da sustentabilidade depende de uma transformação profunda no modelo de negócio em direção a esse objetivo.**

Por exemplo, a vida de produtos compartilhados tem se mostrado menor do que nos casos tradicionais, pois os usuários não cuidam bem do produto (Tukker, 2015). Se não houver uma mudança de paradigma, esse PSS não será sustentável.

*Em algumas cidades da China, o compartilhamento de bicicletas, baseado em uma política do governo para diminuir o uso de automóveis e, portanto, a poluição, incentivou a criação de dezenas de provedores deste serviço que não tiveram retorno financeiro. Essa desregulação criou cemitérios de [milhares de bicicletas descartadas que causou um grande impacto ambiental.](#)*

Outras questões em aberto são os impactos sociais do modelo de PSS orientado ao uso do ponto de vista da precarização do trabalho, como a discussão que fizemos no caso da Uber e Airbnb, dentro do tópico “tipos de PSS” acima, quando apresentamos o PSS orientado a resultado - compartilhamento.

O PSS é considerado como uma estratégia para se atingir os objetivos da economia circular. Podemos dizer que um PSS circular é...

um PSS inserido em um sistema no qual o uso de recursos, os desperdícios, as emissões e perdas de energia são minimizados por meio de estratégias que visem diminuir a velocidade, fechar e estreitar ciclos de materiais e energia. Isso pode ser obtido por meio:

- do prolongamento da vida útil dos produtos;
- da melhoria a eficiência no uso e operação dos produtos;
- da recuperação de materiais que possam ser explorados ao fim de vida.

Entretanto, o PSS não é uma panaceia para a economia circular, já que nem todas as soluções integradas de produtos e serviços necessariamente contribuem para a eficiência de recursos e para maximizar a criação de valor para os *stakeholders*. O PSS pode resultar em efeitos não-intencionais que não promovem a circularidade (Matschewsky, 2019), como encorajar substituições e/ou consumo mais frequente de produtos, em vez de favorecer a redução do uso de recursos (Kjaer et al., 2018; Tukker, 2015). Assim, o PSS deve ser intencionalmente desenvolvido para a eficiência de recursos e para promover os princípios e estratégias da economia circular.

## Design de PSS

### Servitização e PSS

Vimos que a servitização pode envolver:

- somente a adição de serviços à oferta de produtos, ou
- a implementação de um novo modelo de negócio, um sistema produto-serviço (PSS), também conhecido como “**algo as a service**”.

“*Algo as a service*” pode ser:

- uma funcionalidade como serviço (exemplos: *mobility as a service* ou *lighting as a service*)
- um produto como serviço (exemplos: *equipment as a service* ou *software as a service*)

Leia mais sobre isso em “[Outros termos que representam um PSS](#)”.

## PSS pode ser um resultado da servitização

Alguns autores afirmam que o resultado da servitização é um PSS. Na maior parte das vezes, ao final dessa transformação, é o que ocorre: a empresa torna-se uma provedora de PSS. Mas essa não é uma condição necessária. É muito mais do que isso. O resultado da servitização é a empresa ser capaz de prover serviços combinando diversos tipos de PSS e, mais importante, **incorporar a mentalidade e cultura orientada a serviços**.

Vamos analisar o termo PSS - sistema produto-serviço em cima de um exemplo ilustrado de *car sharing*:

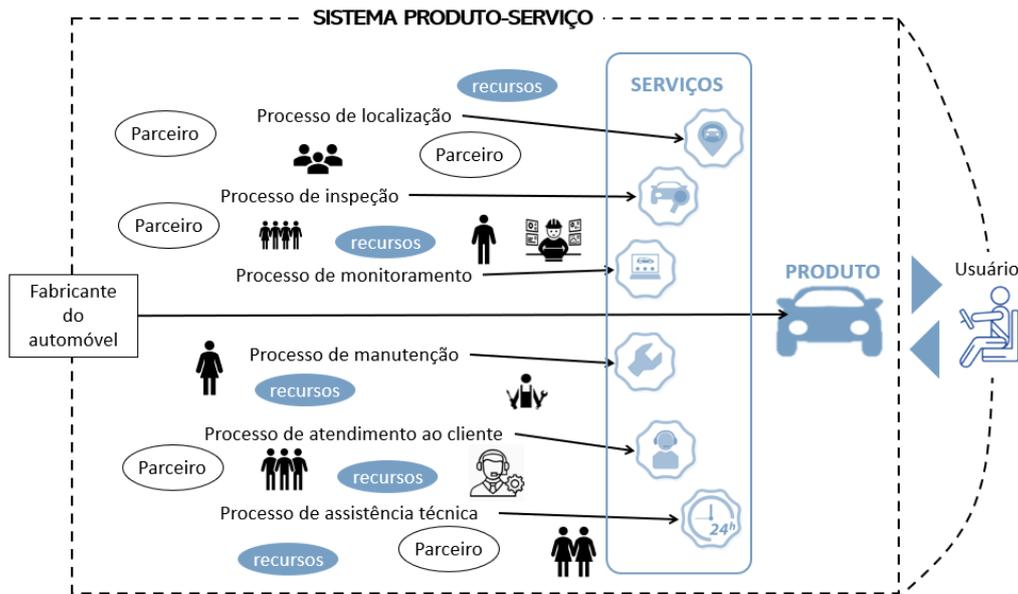


Figura 14: Exemplo de um PSS de um fabricante de automóveis com alguns dos elementos do negócio

Muitos imaginam que um PSS é composto apenas pelo produto e pelos serviços. Para prover os serviços, existe muita coisa por trás: os processos, os recursos necessários (máquinas, equipamentos de fabricação, infraestrutura de informática e comunicação, canais, tecnologias etc.), as pessoas que vão realizar as atividades dos processos, os parceiros do ecossistema para prestação de serviços e oferta de produtos complementares, o fabricante do produto etc. Às vezes, o próprio usuário faz parte do sistema, quando ele contribui com a cocriação de valor.

**Nas empresas orientadas a produtos**, alguns desses processos ocorrem de forma ad-hoc, ou seja, ocorre uma vez quando o produto é entregue ou quando as empresas são acionadas pelos clientes (para manutenção, por exemplo). No caso do PSS, esses processos estão constantemente associados à oferta e com canais diretos de comunicação com os clientes, seja por meio do monitoramento da operação ou acionamento de manutenção preditiva ou outras ações de maneira proativa.

**Essa visão ampla de PSS (“o sistema de oferta de serviços associado a um produto”) apoia a afirmação de que o “resultado” da servitização é um PSS**, confirmando o que alguns autores dizem.

Isso, porém, não está de acordo com alguns pesquisadores da área de serviço, que não usam o termo PSS. Nós também consideramos que hoje existem termos mais práticos para se usar (“**alguma coisa as a service**”, como você pode ver na descrição da abordagem sobre PSS), que substitui o termo PSS, apesar de possuir o mesmo significado.

Alguns pesquisadores em servitização adotam o termo produto “servitizado”. No nosso entendimento, este termo é sinônimo de PSS. Não queremos entrar aqui em uma discussão semântica. Não podemos esquecer que a servitização é um processo de transformação da empresa, que resulta no SISTEMA produto-serviço, como indicamos acima. Portanto, consideramos importante utilizar o termo sistema ou utilizar a “funcionalidade *as a service*”, como nos exemplos de *mobility as a service*, *equipment as a service*.

Consideramos, ainda, que a servitização é um caso específico de inovação do modelo de negócio (BMI - *business model innovation*), pois na maioria das vezes, prover serviços envolve uma mudança do modelo de negócio.

## Design de PSS *versus* servitização

Quando a empresa não possui a mentalidade e cultura de prover serviços e a servitização tiver como objetivo tornar a empresa provedora de um PSS, a transformação do modelo de negócio, gestão da mudança e o desenvolvimento de uma primeira oferta de PSS estão inseridos na servitização, como ilustra a próxima figura. Ou seja, para criar a primeira oferta de PSS e quando a organização ainda não possui a mentalidade e cultura de prover serviços, ela tem que passar por um processo de transformação do modelo de negócio que está inserida na servitização. Ou seja, **durante a servitização é realizado o primeiro design de um PSS**.

Observe que não usamos o termo “processo de servitização”, pois a servitização tem o significado de ser um processo de transformação.

Depois que a empresa passar pela servitização e incorporar a lógica, processos, mentalidade e cultura da oferta de serviços, ela se torna uma provedora de PSS. A servitização e o design de PSS confundem-se.

Ou seja, a partir desse momento não faz mais sentido usar o termo servitização, pois a cada desenvolvimento de uma nova oferta, estamos desenvolvendo um PSS (PSS design). Esses novos desenvolvimentos podem incluir ajustes ou um redesenho do modelo de negócio. Isso mostra que o escopo da servitização é mais abrangente do que o do design do PSS. Existe uma equivalência entre algumas atividades da servitização relacionadas com o design do PSS.

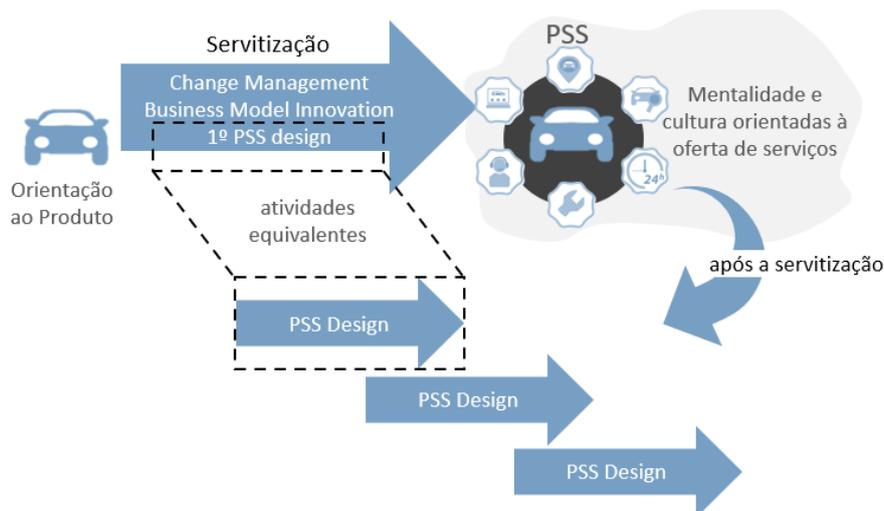


Figura 15: Ilustração do processo de servitização visando obter um PSS, quando se transforma uma empresa orientada à venda de produtos em uma empresa orientada a serviços, com uma nova mentalidade e cultura. Essa transformação inclui o desenvolvimento de um primeiro PSS. Depois que a mentalidade e a cultura forem incorporadas, os próximos desenvolvimentos de PSS podem ser considerados apenas um design de PSS.

*Na servitização temos de mudar o modelo de negócio, a mentalidade das pessoas (mindset) e a cultura organizacional. No design do PSS o novo paradigma já está presente na organização.*

*O design de PSS em si acontece dentro da servitização ou quando a organização já incorporou a mentalidade do paradigma de oferta de serviços.*

O design de PSS é um processo complexo devido à necessidade de se desenvolver, de forma integrada, um sistema composto por produtos e serviços, com novas diretrizes antes não consideradas em um desenvolvimento tradicional de produtos.

*Além disso, o design de PSS não é um processo linear. Ele acontece de forma iterativa, e o ideal é que se tenha substancial interação com o cliente.*

Para auxiliar no design de PSS, metodologias têm sido propostas. De modo geral, as metodologias podem englobar os seguintes aspectos (Tan, 2010):

- orientação para o ciclo de vida;
- foco nas atividades dos clientes;
- pensamento sistêmico;
- interdisciplinaridade;
- estratégia de negócio competitiva;
- perspectiva de sustentabilidade.

A interdisciplinaridade é crucial para se desenvolver soluções que agregam elementos de várias áreas de conhecimento: produto e suas tecnologias; sistemas de informação; processos de apoio; serviços etc. Muitas vezes ocorre um conflito cultural, pois a orientação por produto é bem diferente da orientação a serviços. Por isso, muitos autores indicam que esses desenvolvimentos não podem ocorrer em separado, mas de uma forma integrada.

Mas como conseguir realizar isso? Somente a existência de um time multidisciplinar para trabalhar de forma interdisciplinar não é suficiente.

Para mostrar uma forma pragmática de conseguir realizar um “**desenvolvimento integrado**”, vamos nos basear nos grupos de atividades da [metodologia de servitização da flexM4i](#) para definir as principais fases do design de PSS:

- análise do contexto;
- design da proposição de valor;
- design do modelo de negócio;
- design conceitual;
- análise da viabilidade econômica;
- criação de uma arquitetura integrada (arquitetura do produto, arquitetura de serviços, arquitetura dos processos associados aos produtos, arquitetura de TI e infraestrutura);
- detalhamento do design e implementação do PSS.
- lançamento do PSS.

**Nas primeiras fases, o time multidisciplinar deve trabalhar em conjunto.** Na criação da arquitetura integrada, são definidas as interfaces de todos os elementos do PSS, assim como possíveis incompatibilidades entre as arquiteturas. **A partir deste ponto, os times de especialistas sempre devem tomar a arquitetura integrada como referência no momento do detalhamento.** Se alguma divergência ocorrer, deve-se chamar reuniões com todos os envolvidos das diversas áreas de conhecimento para que a arquitetura seja atualizada. É dessa forma que se consegue desenvolver de forma interdisciplinar um PSS.

## Importância do design da proposição de valor

Após a análise do contexto para levantamento e consolidação de informações sobre o ambiente interno e externo da empresa, a fase primordial e que serve como ponto de partida para todas as etapas do design de PSS é o **design da proposição de valor**. Essa fase é essencial também para a **inovação do modelo de negócio**, e envolve a definição do **conjunto de benefícios associados às soluções integradas de produtos e serviços**.

De modo geral, a fase de design da proposição de valor fundamenta-se no **entendimento das necessidades, problemas e oportunidades de clientes e outros stakeholders**, para assim ter a **criação de soluções que gerem valor** a eles. Os seguintes estágios de inovação são considerados no design da proposição de valor (Fernandes et al., 2020):

- entendimento: com atividades relacionadas à análise interna e externa para o entendimento da situação atual da empresa, e ao entendimento das [necessidades](#) e problemas (dores) dos clientes e outros *stakeholders*;
- ideação: com foco na geração de [ideias](#) e consolidação de proposições de valor de PSS circular para atender às necessidades e problemas da empresa, dos clientes e outros *stakeholders*;
- avaliação das proposições de valor: que inclui atividades para avaliar as proposições de valor em relação ao valor (benefícios e riscos) potencial de cada solução;
- seleção das proposições de valor: que inclui atividades de seleção de uma ou mais proposições de valor com base em diferentes critérios;
- experimentação: que endereça o desenvolvimento de protótipos para testar, com os clientes e outros *stakeholders*, a(s) proposição(ões) de valor selecionada(s).

*O design da proposição de valor é fundamental para orientar todo o processo de design, garantindo que as soluções atendam de forma eficaz às necessidades, problemas e oportunidades de clientes e outros diversos stakeholders.*

O design da proposição de valor pode apresentar novos desafios gerenciais, uma vez que requer uma avaliação das capacidades organizacionais nos níveis estratégicos e operacionais, uma gestão da solução ao longo do ciclo de vida, e uma atenção com os relacionamentos com os stakeholders.

Em especial, proposições de valor de PSS têm o potencial de orientar as empresas de manufatura a inovar o modelo de negócio para o alcance da circularidade. Entretanto, proposição de valor de **PSS não é uma panaceia para a economia circular**, já que nem todas as soluções integradas de produtos e serviços necessariamente contribuem para a eficiência de recursos e para maximizar a criação de valor para os *stakeholders*. Portanto, **o design de proposição de valor de PSS deve ser intencionalmente voltado para o propósito da economia circular**. Isso enfatiza ainda mais a importância do design da proposição de valor no contexto de design de PSS e economia circular.

# Comentários finais e próximos passos

Este e-book é um livro base para o entendimento da economia circular, servitização e PSS. A leitura deste e-book e um estudo “formal” são apenas parte do aprendizado. É importante complementar a leitura com outros tópicos apresentados nas respectivas seções do [metalibro da flexM4i](#), e com a participação em um ecossistema ou comunidade, por mentorias, networking, experimentação etc.

Trouxemos alguns exemplos para ilustrar alguns conceitos, mas convidamos você a **visitar o [repositório de casos](#)** que apresentam casos relacionados à economia circular e servitização. Este repositório está sendo construído e continuamente complementado. Dessa forma, sempre teremos novos casos para ilustrar os conceitos.

O **próximo passo** é conhecer a **metodologia de design de proposição de valor de soluções integradas e circulares**, que apresenta um modelo de processo e métodos associados que podem auxiliar na transição para economia circular a partir do design da proposição de valor. Essa metodologia combina vários conceitos e práticas apresentados neste e-book.

Outros e-books serão criados reutilizando o conteúdo da flexM4i, que funciona como um metalibro. Os e-books são voltados principalmente àqueles(as) usuários(as) que preferem ler de forma linear.

Nem todo o conteúdo das páginas do metalibro da flexM4i na web foram utilizados nos capítulos deste livro, pois selecionamos alguns e mudamos sua sequência de apresentação para atingir os objetivos deste e-book.

Tente montar um modelo mental a partir das conexões entre as abordagens e práticas apresentadas para, assim, começar treinar o seu [pensamento integrativo](#). Assim, você adquire uma visão holística necessária para entender as complexidades relacionadas à inovação circular.

Se você encontrar algum erro nos links ou tiver qualquer crítica, entre em contato. Este e-book é um recorte do que existe no [metalibro da flexM4i](#). Você também pode entrar em contato para propor novos temas ou para configurar um e-book que atenda aos seus objetivos.

Contato: [flexm4i.email@gmail.com](mailto:flexm4i.email@gmail.com)

# Referências

- Amshoff, B., Dülme, C., Echterfeld, J., & Gausemeier, J. (2015). Business model patterns for disruptive technologies. *International Journal of Innovation Management*, 19(3), 1–22
- Annarelli, A.; Battistella, C. & Nonino, F. (2016). Product service system: A conceptual framework from a systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 139, 1011–1032. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.08.061
- Baines, T. S. et al. (2017). Servitization: Revisiting the State-of-the-art and Research Priorities. *International Journal of Operations & Production Management*, 37(2), 256–278. doi: 10.1108/IJOPM-06-2015-0312
- Baines, T., Lightfoot, H., Smart, P., & Fletcher, S. (2013). Servitization of manufacture: Exploring the deployment and skills of people critical to the delivery of advanced services. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Baines, T. et al. (2009). The servitization of manufacturing: a review of literature and reflection on future challenges. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(5), 547–567. doi: 10.1108/17410380910960984
- Baines, T. S. et al. (2007). State-of-the-art in product service-systems. In *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 221(10), 1543–1552. doi: 10.1243/09544054JEM858
- Baldassarre, B. et al. (2017). Bridging sustainable business model innovation and user-driven innovation: A process for sustainable value proposition design. *Journal of Cleaner Production*, 147, 175–186. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.01.081
- Blomsma, F.; Brennan G. (2017). The Emergence of Circular Economy: A New Framing Around Prolonging Resource Productivity. *Journal of Industrial Ecology*. 21(3). doi: 10.1111/jiec.12603
- Blomsma, F., Pieroni, M., Kravchenko, M., Pigosso, D. C. A., Hildenbrand, J., Kristinsdottir, A. R., Kristoffersen, E., Shabazi, S., Nielsen, K. D., Jönbrink, A. K., Li, J., Wiik, C., & 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>
- Bocken, N. M. P., Short, S. W., Rana, P., & Evans, S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, 65, 42–56. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039>
- Broughton, J. (2023). Disassembly. *Design and Manufacture of Structural Composites*, 499–526. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819160-6.00017-2>
- Cannon, S., & Summers, L. H. (2014). How Uber and the Sharing Economy Can Win Over Regulators. *Harvard Business Review*, 27(5), 544–558.
- Coes, B. (2014). Critically assessing the strenghts and limitations of the Business Model Canvas. Dissertation, Master Business Administration, University of Twente. 99 p.
- Cusumano, M. A., Kahl, S. J., & Suarez, F. F. (2015). Services, industry evolution, and the competitive strategies of product firms. *Strategic Management Journal*, 36(4), 559–575. <https://doi.org/10.1002/smj.2235>
- EMF (2013). Towards the Circular Economy: Economic and business rationale for an accelerated transition. *Ellen MacArthur Foundation*, 1, 1–96.
- EMF (2015). Rumo à economia circular: o racional de negócio para acelerar a transição. *Ellen MacArthur Foundation*, 1, 1–21.
- EMF (2018). The circular economy opportunity for Urban & Industrial Innovation in China. *Ellen MacArthur Foundation*, 1–166.
- EMF; SUN; McKINSEY (2015). Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe. *Ellen MacArthur Foundation, Stiftungsfonds für Umweltökonomie und Nachhaltigkeit, McKinsey Center for Business and Environment*, 1–98.
- Fernandes, S. C., Pigosso, D. C. A., McAloone, T. C., & Rozenfeld, H. (2020). Value Proposition of Product-Service Systems: an experimental study to compare two different design approaches. *Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference*, 1, 121–130. <https://doi.org/10.1017/dsd.2020.84>

- Gaiardelli, P. et al. (2014). A classification model for product-service offerings. *Journal of cleaner production*, 66, 507-519. doi: 10.1016/j.jclepro.2013.11.032
- Geissdoerfer, M.; Vladimirova, D.; Evans, S. (2018). Sustainable business model innovation: A review. *Journal of cleaner production*, 198, 401-416. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.06.240
- 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>
- 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>
- 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.
- Gregson, N. Et Al. (2015). Interrogating the circular economy: the moral economy of resource recovery in the EU. *Economy and Society*, 44(2), 218–243. doi: 10.1080/03085147.2015.1013353
- Hildenbrand, J., Shahbazi, S., Dahlström, J., Jensen, T. H., Pigosso, D. C. A., & McAloone, T. C. (2020). *Closing the Loop for a Circular Economy: CIRCit Workbook 5*. Technical University of Denmark.
- Homrich, A. S. Et Al. (2018). The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways. *Journal of Cleaner Production*, 175, 525–543. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.11.064
- Kalmykova, Y.; Sadagopan, M.; Rosado, L. (2017). Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservation and Recycling*, February, 135, 190-201. doi: 10.1016/j.resconrec.2017.10.034
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127(April), 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Lindgardt, Z., Reeves, M., Stalk, Jr, G., & Deimler, M. (2009). Business model innovation: When the game gets tough, change the game. *Own the future: 50 ways to win from The Boston Consulting Group*, 291-298.
- Lüdeke-Freund, F., Carroux, S., Joyce, A., Massa, L., & Breuer, H. (2018). The sustainable business model pattern taxonomy—45 patterns to support sustainability-oriented business model innovation. *Sustainable Production and Consumption*, 15, 145–162. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2018.06.004>
- Manzini, E.; Vezzoli, C.; Clark, G. (2001). Product-service systems: using an existing concept as a new approach to sustainability. *Journal of Design Research*, 1(2), 27-40. doi: 10.1504/JDR.2001.009811
- Martín-peña, M. L.; Pinillos, M. J. & Reyes, L. E. (2017). The intellectual basis of servitization: A bibliometric analysis. *Journal of Engineering and Technology Management*, 43, 83–97. doi: 10.1016/j.jengtecman.2017.01.005
- Mathieu, V. (2001). Product services: From a service supporting the product to a service supporting the client. *Journal of Business and Industrial Marketing*, 16(1), 39–53. <https://doi.org/10.1108/08858620110364873>
- Metic, J., Klose, S., McAloone, T. C., Fröhling, M., & Pigosso, D. C. A. (2022). Proposal of a Dual Circularity Concept for Sustainable Design. *Proceedings of the Design Society*, 2, 1051–1060. <https://doi.org/10.1017/pds.2022.107>
- Mont, O. (2002). Clarifying the concept of product – service system. *Journal of Cleaner Production*, 10, 237–245. doi: 10.1016/S0959-6526(01)00039-7
- Osterwalder, A.; Pigneur, Y. (2010) *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*; John Wiley and Sons: Hoboken, NJ, USA.
- Park, Y.; Geum, Y.; Lee, H. (2012). Toward integration of products and services: Taxonomy and typology. *Journal of Engineering and Technology Management*, 29(4), 528–545. doi: 10.1016/j.jengtecman.2012.08.002
- Pieroni, M. P. P., McAloone, T. C., & Pigosso, D. C. A. (2019). Configuring new business models for circular economy through product-service systems. *Sustainability (Switzerland)*, 11(13). <https://doi.org/10.3390/su11133727>
- Porteous, A., & Rammohan, S. (2013). Integration, Incentives and Innovation Nike 's Strategy to Improve Social and Environmental Conditions in its Global Supply Chain. *Stanford Graduate School of Business*, October, 1–7.

- Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). Circular economy: Measuring innovation in the product chain. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2544, 42.
- 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(August 2017), 246–264. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027>
- Reim, W.; Parida, V.; Örtqvist, D. (2015). Product–Service Systems (PSS) business models and tactics—a systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 97, 61–75. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.07.003
- Richardson, J. (2008). The business model: An integrative framework for strategy execution. *Strategic Change*, 17, (5-6), 133–144. <https://doi.org/10.1002/jsc.821>
- Rios, F. C., Chong, W. K., & Grau, D. (2015). Design for Disassembly and Deconstruction – Challenges and Opportunities. *Procedia Engineering*, 118, 1296–1304. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.485>
- Saraiva, T., Colchete Filho, A. F., & Borges, M. M. (2012). Guidelines for a Manual of Design for Disassembly According To Brazilian Reality. ENTAC 2012, June 2020.
- Smith, L.; Maull, R.; C.L. Ng, I. (2014). Servitization and operations management: a service dominant-logic approach. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(2), 242–269. doi: 0.1108/IJOPM-02-2011-0053
- Stahel, W. R. Circular economy. *Nature*. V. 531, p. 435-438, 2016.
- Su, B. et al. (2013). A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215–227. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.11.020
- Tan, A. R. (2010). Service-oriented product development strategies. Thesis. Technical University of Denmark.
- Tukker, A. (2015). Product services for a resource-efficient and circular economy – a review. *Journal of Cleaner Production*, 97, 76–91. doi: 10.1016/j.jclepro.2013.11.049
- Tukker, A. (2004). Eight types of product–service system: Eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet. *Business Strategy and the Environment*, 13, 246–260. doi: 10.1002/bse.414
- Vandermerwe, S. & Rada, J. (1988). Servitization of Business: Adding Value by Adding Services. *European Management Journal*, 6(4), 314–324.
- Vasanth, G. V. A.; Roy, R.; Corney, J. R. (2015). Advances in Designing Product-Service Systems. *Journal of the Indian Institute of Science*, 95(4), 429–447.
- Vezzoli C. et al. (2015). New design challenges to widely implement Sustainable Product–Service Systems. *Journal of Cleaner Production*, 97, 1–12. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.02.061
- Wang, W., Lai, K. H., & Shou, Y. (2018). The impact of servitization on firm performance: a meta-analysis. *International Journal of Operations and Production Management*, 38(7), 1562–1588. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-04-2017-0204>

# **.flexM4i**

flexible Methodology 4 innovation

<https://flexmethod4innovation.com/>

2024