



## Circular Economy strategy FRAMEwork for sustainable SMEs

### **IO3: Guia de Implementação de Estratégias de Economia Circular**

#### **Isenção de responsabilidade:**

Projeto n.º 2020-1-EL01-KA202-078870



Cofinanciado pelo  
Programa Erasmus+  
da União Europeia

O apoio da Comissão Europeia para a produção desta publicação não constitui um endosso aos conteúdos que refletem apenas as opiniões dos autores e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer uso que possa ser feito das informações nele contidas.



SIGMA



### 3.3B Setor do Fabrico

O setor do Fabrico é definido como qualquer indústria que produz produtos a partir de matérias-primas pelo uso de mão-de-obra ou máquinas manuais e que geralmente é realizada sistematicamente com uma divisão do trabalho. Num sentido mais limitado, o fabrico denota a manufatura ou montagem de componentes em produtos acabados numa escala bastante grande. Entre as indústrias do setor do fabrico mais importantes estão aquelas que produzem aeronaves, automóveis, produtos químicos, roupas, computadores, eletrónica de consumo, equipamentos elétricos, mobiliário, maquinaria pesada, produtos petrolíferos refinados, navios, aço e ferramentas e matrizes.<sup>1</sup>

A lista NACE, a sigla francesa para "Classificação Estatística das Atividades económicas na Comunidade Europeia"<sup>2</sup> dedica a secção C (NACE Rev. 2) ao setor do fabrico, divisões 10 a 33:

<b>DIVISÃO</b>	<b>SECÇÃO C - FABRICO</b>
10	Fabrico/Produção de produtos alimentares
11	Produção de bebidas
12	Fabrico de produtos de tabaco
13	Fabrico de têxteis
14	Fabrico de artigos de vestuário
15	Fabrico de couro/pele e produtos relacionados
16	Fabrico de madeira e produtos de madeira e cortiça, exceto mobiliário; fabrico de artigos de palha e de matérias para entrançar (cestaria)
17	Fabrico de papel e produtos de papel
18	Impressão e reprodução de suportes/meios gravados
19	Fabrico de coque e de produtos petrolíferos refinados
20	Fabrico de químicos e produtos químicos
21	Fabrico de produtos farmacêuticos básicos e preparações farmacêuticas
22	Fabrico de borracha e produtos plásticos
23	Fabrico de outros produtos minerais não metálicos
24	Fabrico de metais básicos
25	Fabrico de produtos metálicos fabricados, exceto máquinas e equipamentos

<sup>1</sup> Fonte: <https://www.britannica.com/technology/manufacturing>

<sup>2</sup> "Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne"

26	Fabrico de produtos informáticos, eletrónicos e óticos
27	Fabrico de equipamentos elétricos
28	Fabrico de máquinas e equipamentos, (não classificados noutras categorias)
29	Fabrico de veículos a motor, reboques e semirreboques
30	Fabrico de outros equipamentos de transporte
31	Fabrico de móveis
32	Outras indústrias transformadoras
33	Reparação e instalação de máquinas e equipamentos

Na Europa, o setor do fabrico é um dos setores económicos mais antigos e importantes. Desde a Revolução Industrial, o setor do fabrico tem estado na vanguarda da economia europeia. Atualmente (2020), o setor do fabrico responde por 14.247% do PIB da União Europeia<sup>3</sup> e de acordo com o Eurostat, até 2018, empregou mais de 29,9 milhões de pessoas, distribuídas por 2 milhões de empresas. Mas os números estão a diminuir desde os anos 90.

O setor entrou num período de declínio com a proliferação das novas tecnologias, a alteração dos modelos de negócios para uma economia mais "assente em serviços", o envelhecimento da força de trabalho e a concorrência dos mercados emergentes. Contudo, mais fatores contribuíram para este declínio. Os preços da energia e a diminuição dos recursos globais participaram do lento crescimento do setor do fabrico na Europa nas últimas décadas. O paradigma tradicional de fabrico, que tem sido dominado por um modelo de negócios linear, tem sido cada vez mais desafiado por governos e sociedades. As matérias-primas são extraídas, transportadas para locais de fabrico e processadas numa ampla gama de produtos. Esses produtos são então enviados para retalhistas, vendidos a clientes e utilizadores e, finalmente, descartados e substituídos por outros produtos. Assim, o setor do fabrico é particularmente intensivo na utilização de energia e recursos, com emissões significativas de carbono e alta dependência da disponibilidade de recursos. Isso não só coloca uma pressão sobre os recursos do nosso planeta, mas também contribui para a mudança climática. As cadeias de valor do setor do fabrico são cada vez mais longas e complexas e têm sido associadas a um aumento da procura por recursos que se estão a esgotar, elevados volumes de resíduos e emissões poluentes. Espera-se que a evolução tecnológica e o aumento das tendências de consumo contribuam ainda mais para esses efeitos adversos.

<sup>3</sup> The World Bank - Manufacturing, value added (% of GDP) - European Union - <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.MANF.ZS?locations=EU>

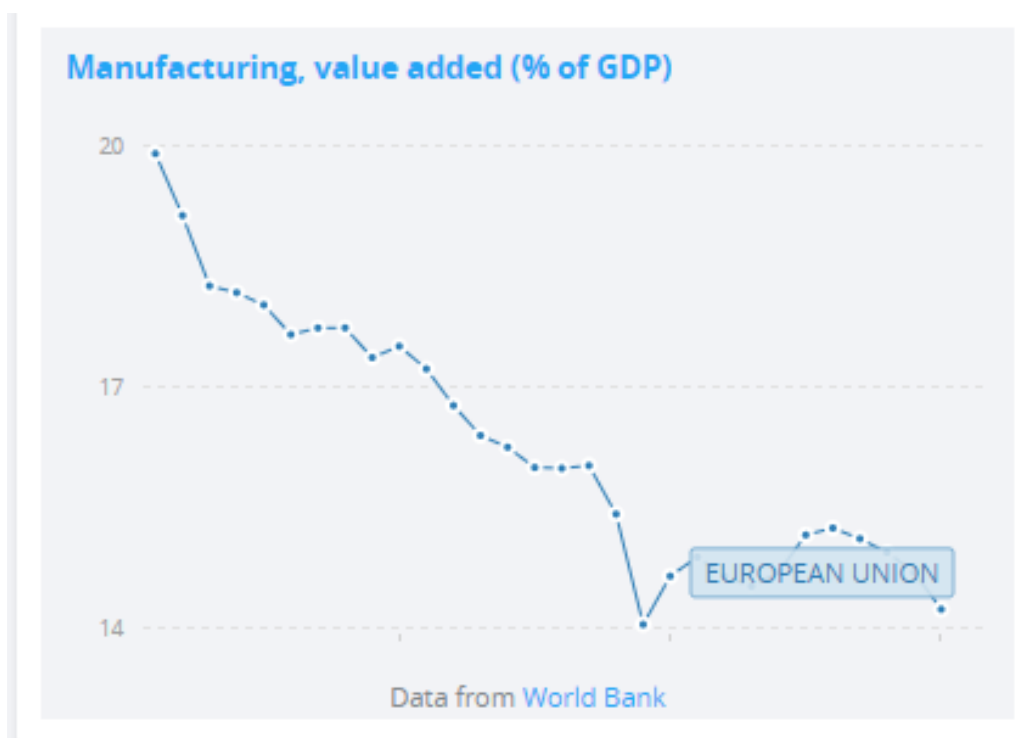


Imagem 1. The World Bank - Manufacturing, value added (% of GDP) - European Union

(Fonte: <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.MANF.ZS?locations=EU>)

A UE envidou esforços concertados para revitalizar o setor através de categorias específicas no Programa Horizonte 2020, contribuindo, ao mesmo tempo, para a "ecologização" da economia da UE e a criação de novos empregos (ecológicos). É necessária uma abordagem sistémica para resolver estas questões – não só implementando sistemas circulares ao nível local, da fábrica, mas ao nível da indústria. Há uma necessidade crescente de ver os processos de fabrico como parte de um quadro mais amplo, um "sistema" com uma variedade de impulsionadores, como modelos de negócios, finanças, política e comportamento.

A transição para um setor do fabrico circular pode quebrar esse ciclo negativo. Para que isso aconteça, os princípios da economia circular devem ser integrados em todas as etapas do sistema de fabrico. Há muito tempo que as empresas europeias tentam competir globalmente reduzindo os custos de mão-de-obra, por exemplo, salários e contribuições para a segurança social. No entanto, os custos de materiais e energia consumidos no processo de produção são muitas vezes mais elevados do que os custos da mão-de-obra. Consequentemente, obter poupanças no consumo de energia e material, que constitui um objetivo central das empresas de ecologização, gerará vantagens competitivas no futuro. As empresas de fabrico europeias gastam em média 40% dos seus custos em matérias-primas; se adicionarmos a energia e a água sobe para 50% dos custos totais de fabrico. Estes valores comparam-se a uma participação de

apenas 20% nos custos de mão-de-obra. Assim sendo, produtos e processos eficientes ao nível dos recursos, impactam positivamente a lucratividade de qualquer empresa de fabrico.

De acordo com a Fundação Ellen MacArthur, são necessárias as seguintes mudanças para avançar em direção a um setor do fabrico circular:

### **Os materiais devem ser mantidos em uso, reduzindo a pressão da procura de material virgem**

Ainda são possíveis aumentos incrementais na eficiência dos recursos com o atual modelo económico linear, mas no contexto da pressão global sobre os recursos e da crescente insegurança quanto à oferta, mudar para um modelo económico mais circular promete um futuro muito mais brilhante para as empresas do fabrico e, por si só, para a economia europeia. Manter os recursos em uso produtivo por mais tempo, usá-los repetidamente por meio da reciclagem, reduzindo a geração de desperdício e a dependência de fornecimento incerto dos produtos é um caminho direto para a melhoria da competitividade.

### **A produção deve ocorrer localmente e com uma capacidade de produção distribuída**

A produção distribuída, também conhecida como fabrico distribuído, produção em nuvem ou fabrico local, é uma forma de fabrico descentralizado praticado por empresas que usam uma rede de instalações de fabrico geograficamente dispersas e que são coordenadas por via das tecnologias da informação. Isto pode ser implementado através do estabelecimento de redes de fabrico locais e regionais, a organização de fabricantes em parques ecoindustriais, o uso de tecnologias digitais escaláveis verdes e, por último, mas não menos importante, estruturas políticas apoiadas por compromissos de políticas globais.

### **A Tecnologia Digital deve ser aproveitada para simplificar este processo**

A combinação de processos e tecnologia influencia altamente os produtos (resultados) e os produtos desperdiçados ou saídas indesejadas. É a oportunidade de repensar o fabrico e a rede industrial com tecnologia "verde" – metas de zero emissões de carbono – *big data* (grandes volumes de dados) para aprimorar a rastreabilidade de processos e materiais, visibilidade e oportunidades para o fabrico distribuído. Os "passaportes dos materiais" do produto e a impressão ambiental detalhada da pegada ambiental produto, fornecendo pormenores dos materiais e dos processos em tempo real, oferecem a confiança da informação para assegurar padrões ambientais e sociais elevados durante todas as cadeias de aprovisionamento complexas, que reforçam a aplicação de práticas da economia circular. Outras tecnologias de rastreabilidade, como o uso de sensores, também são fundamentais para apoiar o desenvolvimento de mercados de materiais secundários e ajudar a perceber os benefícios do uso mais circular de recursos.

*"Em vez de pensar apenas na funcionalidade e no preço da fabricação de produtos, os fabricantes devem pensar em todo o ciclo de vida dos seus produtos, maximizando o uso de*

*materiais e reduzindo os desperdícios. Atualmente, muitos consumidores ainda não consideram o que acontece com os produtos depois de os usar – presume-se que, no momento em que ele deixa de ser útil, o produto será descartado e substituído. As empresas projetam produtos para tornar o fabrico o mais fácil possível, o que não conduz a uma utilização sustentável". (SAGE, 2020).*

O *Circular City Funding Guide (Guia de Financiamento para a Cidade Circular)*<sup>4</sup> sugere diferentes medidas a serem introduzidas nas diferentes fases do processo de produção para transformar um setor de fabrico linear num setor de fabrico circular. Isso implica uma transição de um modelo de negócios linear para um circular, não focado na maximização do lucro (ou no corte de custos), mas no reprojeter e/ou mesmo repensar das relações produtor-consumidor convencionais, nas atividades de criação de valor e na estrutura das cadeias de valor. Os modelos de negócios circulares podem ajudar a desacelerar, estreitar e até fechar circuitos de recursos à medida que passamos do pensamento da cadeia de valor para uma mentalidade de ciclo de valor. Isto é válido não só para o setor do fabrico, mas também para qualquer setor de atividade económica.

### 1.1.1 Modelo de negócios Circular: Fornecimento Circular

Baseia-se no fornecimento de insumos de recursos totalmente renováveis, recicláveis ou biodegradáveis que sustentam sistemas circulares de produção e consumo. A proposta de valor se concentra na substituição de materiais fósseis, essenciais e escassos. A crescente procura por eletrónica, máquinas para a indústria automóvel, transportes elétricos, tecnologias aeroespaciais e de energia sustentável é responsável pelo uso crescente de matérias-primas, em particular, no setor do fabrico. A extração e produção desses recursos causa problemas ambientais e outros problemas de sustentabilidade. Além disso, as extrações de matéria-prima são cada vez mais complicadas de executar porque a qualidade está a diminuir. A recolha e a reciclagem são adotadas, mas a um ritmo lento e grande parte dos resíduos não é devolvido à cadeia de valor. Numa indústria de fabrico circular, os produtos e as peças não são descartados ou reciclados com uma qualidade inferior; após a inspeção e o processamento, são usados outra vez e revelam ser de alta qualidade. A fase de projeto influencia fortemente o uso e o fim de um produto fabricado. Garantir que os produtos sejam duráveis, fáceis de manter e reparar e possam ser reciclados é vital. Um design modular contribui para a adaptabilidade do produto e prolonga o seu ciclo de vida útil. Durante o processo de produção, os princípios da economia



---

<sup>4</sup> O Circular City Funding Guide (Guia de Financiamento para a Cidade Circular) apoia municípios, empresas e outros atores urbanos na criação de cidades circulares. O Guia foi iniciado como uma das ações no âmbito da "Urban Agenda Partnership for Circular Economy" (Agenda Urbana da EU). O guia foi desenvolvido por prestadores de serviços externos e especialistas do EIB mobilizados e financiados pelo "European Investment Advisory Hub". <https://www.circularcityfundingguide.eu/>







circular podem ser integrados aumentando o uso de materiais secundários – fragmentos de produtos acabados que foram usados e reciclados e convertidos como recurso –, projetando resíduos e criando produtos sob procura e no local. Usar materiais locais, a impressão 3D e a robotização são maneiras de otimizar a cadeia de produção.





Imagem 2. Princípios e abordagens de Design (Fonte: Adaptado de UN Environment, 2018)

Aspetos relevantes do design circular <sup>5</sup>	Como incorporá-lo no produto	Exemplo	
Projetar o desperdício	Usar menos recursos para produzir o produto	A Ford investiga peças impressas em 3D para reduzir o uso de material e o peso dos componentes	
Design para atualização e modularidade	Permitir troca de componentes por atualizações ou <i>upgrades</i> (por exemplo, padronizar ligações)	O PuzzlePhone é construído a partir de três componentes modulares disponível em diferentes tamanhos e materiais	

<sup>5</sup> Fonte: Circular Economy business models in the manufacturing industry  
[https://samfeligasabyrgd.is/assets/2020/05/circular-economy-playbook-for-manufacturing\\_v1-1.pdf](https://samfeligasabyrgd.is/assets/2020/05/circular-economy-playbook-for-manufacturing_v1-1.pdf)

Design para reutilização, reparação, remodelação, refabrico	Permitir a desmontagem através da utilização, por exemplo, de ligações reversíveis	A Caterpillar projeta peças para fabrico, por exemplo, de um bloco de motor com uma manga amovível no furo do cilindro	
Design assente em recursos sustentáveis	Usar materiais renováveis ou reciclados	A Renault usa material reciclado em 36% da massa total de um veículo novo	
Design para o uso mínimo de recursos ao longo do ciclo de vida	Certifique-se de que o produto é eficiente na fase de uso (por exemplo, sem produtos de consumo intensivo de recursos)	A estação de tratamento de águas Outotec minimiza o consumo de água doce durante a sua operação	
Design que permite a reciclagem de materiais de alta qualidade	Limita o número de materiais diferentes, usa os recicláveis e torna-os separáveis	A Philips fabrica lâmpadas num edifício com painéis sanduíche que garantem a separação ao esmagar	
Design para ciclos de materiais mais "limpos" (ecológicos)	Substituir substâncias perigosas em produtos	A Akzo Nobel criou um novo revestimento feito de óleos vegetais e garrafas PET recicladas em vez de solventes	
Construindo cadeias de fornecimento resilientes para matérias-primas essenciais	Trabalhar no design circular, reutilização e reciclagem	A KPN introduziu critérios de projeto e estabeleceu normas e padrões com os seus fornecedores. Em 2019, a KPN começou a avaliar o papel das matérias-primas essenciais na cadeia de fornecimento desses produtos-chave. Agora desenvolvem estratégias em conjunto com fornecedores para mitigar riscos e conseguir a circularidade de matérias-primas essenciais. Os futuros desenvolvimentos tecnológicos são monitorizados para acompanhar as mudanças nos impactos na resiliência da cadeia de fornecimento.	



Boas práticas e exemplos <sup>6</sup>		
<p><b>Impressão 3D</b></p> 	<p>Aumentar a qualidade do produto e ajudar a reduzir a necessidade de um inventário de peças de reposição</p>	<p>A Volvo Trucks produz ferramentas de fabrico e montagem difíceis em 94% menos tempo com recurso à impressão 3D</p>
<p><b>Separação de resíduos de produção</b></p> 	<p>Integrar a gestão de resíduos na produção processar e manter os fluxos de resíduos separadamente para permitir a reciclagem de alta qualidade</p>	<p>A Ford trabalha com os seus fornecedores para reciclar sobras de alumínio da produção de automóveis (por exemplo, encaixar janelas em painéis da carroçaria). Para atingir o nível necessário de pureza, a Ford investiu em máquinas para separar, limpar e destruir alumínio</p>
<p><b>Recursos de refabrico</b></p> 	<p>Desenvolver competências de refabrico para classificar e reparar equipamentos devolvidos e prolongar os seus ciclos de vida</p>	<p>Vários modelos de camiões Scania são desmontados e refabricados na Scania Vehicle Recycling. Peças como motores, caixas de mudanças e diferenciais são inspecionadas e ajustadas internamente. São vendidos através de oficinas locais da Scania e distribuídos através da rotina diária de peças de reposição da Scania Parts Logistics</p>

<sup>6</sup> *Idem*

## 1.1.2 Modelo De Negócios Circular 2 - Recuperação de recursos

Boas práticas e exemplos <sup>7</sup>		
<p>Incentivar o retorno do produto</p> 	<p>Fornecer incentivos para que os clientes devolvam produtos ou componentes por meio de, por exemplo, reembolsos e descontos</p>	<p>A Caterpillar usa um sistema de gestão do proprietário para gerir globalmente os principais retornos dos revendedores e a inspeção das instalações da Caterpillar e determinar os valores de crédito principais que serão reembolsados</p>
<p>Canais de logística inversa</p> 	<p>Desenvolver canais de logística inversa próprios ou estabelecer parcerias com empresas para recolher componentes e produtos completos</p>	<p>A CoremanNet, uma subsidiária da Bosch, oferece soluções de retorno de qualificadas para o mercado de peças de reposição automóveis. Os pacotes modulares podem ser adaptados aos requisitos individuais da empresa</p>
<p>Gestão de desperdício</p> 	<p>Controlar os fluxos de resíduos para garantir materiais de alta qualidade para reciclagem</p>	<p>A Renault tenta manter o controlo sobre o fluxo de resíduos e peças automóveis por meio da sua subsidiária Renault Environment que por exemplo, coordena &gt; 300 demolidores em França</p>

Para que os materiais funcionem numa economia circular, a hierarquia 10 R da circularidade pode ser aplicada. As estratégias R correspondem a diferentes níveis de retenção de valor dos produtos, onde "recuperar" é o nível final.<sup>8</sup> Geralmente, quanto mais retenção de valor pode

<sup>7</sup> Idem

<sup>8</sup> Recusar, Repensar. Reduzir, reutilizar, reparar, remodelar, refabricar, reaproveitar, reciclar e recuperar.

ser mantida, maior circularidade e redução da pressão sobre o meio ambiente. O valor de um produto no final do seu ciclo de vida útil determina se este é descartado, reciclado, refabricado ou tratado de outra forma dentro da infraestrutura de recuperação. Isto inclui a recolha separada e, quando necessário, instalações para classificação e refinamento de fluxos de materiais diferentes. O valor do produto muda com o tempo, mas o utilizador mais recente deseja maximizar os ganhos económicos. Como a escolha feita pelo utilizador mais recente tem um efeito significativo no impacto ambiental do produto fabricado, é importante avaliar o valor do produto ao longo do seu ciclo de vida – LCA – e o seu valor no final do ciclo de vida. Inovações em robótica, classificação ótica e inteligência artificial podem melhorar a classificação e recuperação de diferentes tipos de materiais e recolher informações precisas e valiosas e analisar dados. Por outro lado, o conceito de logística inversa facilita o retorno de produtos em fim de vida para refabrico ou reciclagem e, posteriormente, a reintegração em novos produtos. Empresas inovadoras podem usar os fluxos de resíduos recolhidos e classificados como matéria-prima nos seus processos de fabrico.

### 1.1.3 Modelo de Negócios Circular 3 – Extensão de Vida do Produto

Prolongar o valor do produto tem o foco em Explorar o valor residual dos produtos e fornecer produtos de alta qualidade e duradouros suportados pelo design para a durabilidade, a reparabilidade, a atualizabilidade e a modularidade. Valores que, de outra forma, seriam perdidos por meio de materiais desperdiçados são mantidos ou até mesmo aprimorados reparando, atualizando, reformando, refabricando ou recomercializando produtos. No entanto, os ciclos de vida dos produtos têm diminuído ao longo do século passado. Essa noção de "obsolescência planeada" foi implementada no setor do fabrico já na década de 1930, como forma de impulsionar a recuperação económica dos Estados Unidos após a Grande Depressão. Obsolescência planeada é uma política deliberada de produção de bens de consumo que rapidamente se tornam obsoletos, exigindo substituição frequente. Durabilidade material reduzida, reparabilidade limitada e fatores psicológicos, sociais ou emocionais de design e moda; são as três principais formas de estimular o respetivo consumo e eliminação de produtos. Mas, quando um produto está em uso, existem diferentes estratégias de design circular aplicáveis para prolongar a vida útil de a) o produto, b) elementos estruturais ou c) peças do produto. Quando o ciclo de vida de um produto chega ao fim, isso não significa que a vida útil dos componentes tenha chegado ao fim. Um produto pode chegar ao seu fim de uso (EOU) prematuramente, seja devido a uma falha técnica ou porque o utilizador não tem uso para o mesmo ou desejo de manter o produto por mais tempo.

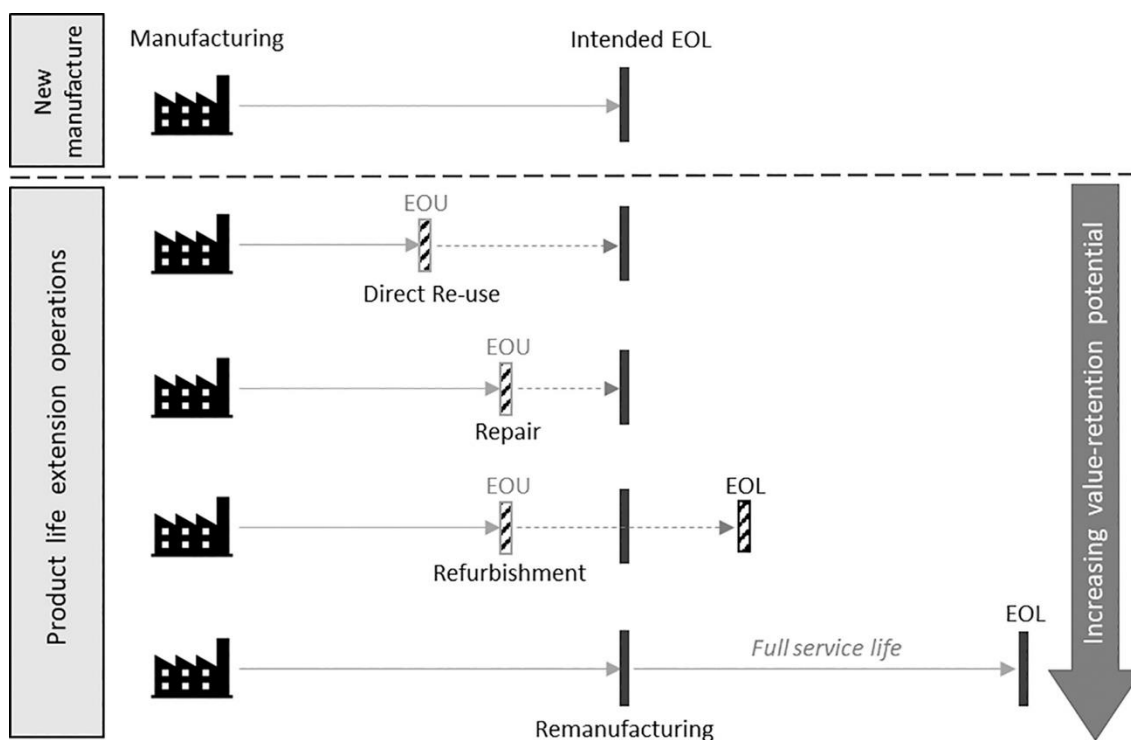


Imagem 3. Representação gráfica das operações de extensão da vida útil do Produto (Fonte: Milios, 2021)

Os dois primeiros níveis de operações – "reutilização direta" e "reparação" – garantem que o produto possa atingir pelo menos o "fim de vida útil" pretendido (EOL). Os próximos dois níveis de operações – "remodelação" e "refabrico" – podem efetivamente prolongar a vida útil de um produto além da EOL pretendida, sendo o refabrico um processo altamente industrializado, como o fabrico original de um produto.




Boas práticas e exemplos <sup>9</sup>		
<p>Durável, ético e inteligente um telemóvel concebido para durar</p> <p><b>FAIRPHONE</b></p>	<p>O primeiro telefone ético do mundo com minerais de locais livres de conflitos e ouro proveniente de fontes de comércio justo na sua cadeia de fornecimento</p>	<p>A empresa fez um avanço no design modular e reparável para prolongar a vida útil e romper com o ciclo de dois anos do <i>smartphone</i> médio. As reparações no <i>smartphone</i> são simples e rápidos em comparação com outros <i>smartphones</i>, As peças de reposição são fáceis de obter e o software é à prova de futuro. O seu monitor, por exemplo, pode ser substituído em poucos minutos, por apenas uma fração do custo em comparação com <i>smartphones</i> não modulares. A empresa vendeu mais de 250 000 Fairphones desde a sua fundação, em 2013, até ao presente.</p>
<p>Revestimento especializado</p> <p><b>Revamo</b></p>	<p>Promoção da extensão de vida do produto e economia de material</p>	<p>As atividades da Revamo podem ser divididas em dois grupos: num grupo, as peças de máquinas existentes são reparadas com revestimento a laser e pulverização térmica e técnicas adicionais às especificações de novas peças, ou superiores até. Resultando numa pegada de CO2 de 10-15% em comparação com uma peça nova. No segundo grupo, é aplicado um revestimento a um novo produto para obter melhores especificações e reduzir o custo total de propriedade. Para um fabricante de bombas, revestiram a parte dos eixos da bomba que precisavam ser quimicamente resistentes e impediram que todo o eixo fosse feito do material precioso. Outros exemplos incluem revestir peças essenciais da máquina para prolongar a vida útil e reduzir a frequência de manutenção.</p>

#### 1.1.4 Modelo de Negócios Circular 4 - Plataformas de partilha

Estabelece a ponte entre produtores e consumidores, indivíduos ou organizações. A proposta de valor concentra-se na colaboração, permitindo a interação entre diferentes atores, mas interdependentemente, e reunindo oferta e procura, tornando possível o uso/acesso/propriedade partilhados.



<sup>9</sup> Fonte: *Manufacturing: the future is circular* <https://hollandcircularhotspot.nl/wp-content/uploads/2021/06/Manufacturing-the-future-is-circular-April2021-1.pdf>



Boas práticas e exemplos <sup>10</sup>	Ativando a Tecnologia		
<p><b>Plataforma de Marketplace de Recursos Circulares</b></p> 	<p>Participar numa plataforma que facilite a correspondência de materiais requeridos e disponíveis para reciclagem ou reutilização de diferentes empresas ou envolver-se no seu desenvolvimento</p>	<p>O Excess Materials Exchange é um projeto-piloto de um mercado digital administrado por uma start-up holandesa. Empresas de todos os setores podem partilhar informações sobre o material que desejam trocar e receber informações sobre o valor, usos alternativos para/fontes de materiais secundários e impacto ambiental. A plataforma usa um mecanismo de Inteligência Artificial ligando-se a dados de milhares de artigos científicos e patentes</p>	<p>Inteligência Artificial</p> <p>Big data (grandes volumes de dados)</p>
<p><b>Simbiose Industrial (IS)</b></p> 	<p>Desenvolver parcerias simbióticas com atores intersetoriais projetando fluxos de "resíduos como insumos"</p>	<p>Kalundborg (Dinamarca) – a colaboração com 8 parceiros privados e públicos começou na década de 1970. Tem cerca de 50 trocas simbióticas, como fluxos, água ou fluxos específicos. Um exemplo de um fluxo específico é Novo Gro30, biomassa de produtos farmacêuticos que são então usados como fertilizantes, tratamento de águas residuais e produção de biogás</p>	<p>Inteligência Artificial</p> <p>Big data (grandes volumes de dados)</p>
<p><b>Orientação de resultados habilitada pela tecnologia</b></p> 	<p>Implementar sensores e desenvolver produtos inteligentes para gerar novos modelos de</p>	<p>A Michelin introduziu o primeiro "sistema de gestão de monitorização de pneus" para pneus de mineração habilitado por meio de sensores nos pneus, registando e</p>	<p>IoT – Internet das Coisas</p>

<sup>10</sup> Fonte: *Circular Economy business models in the manufacturing industry*

[https://samfelaqsabyrqd.is/assets/2020/05/circular-economy-playbook-for-manufacturing\\_v1-1.pdf](https://samfelaqsabyrqd.is/assets/2020/05/circular-economy-playbook-for-manufacturing_v1-1.pdf)

	negócios habilitados por dados	transmitindo pressão e temperatura	
<b>Monetização dos dados</b>  	Usar os resultados dos dados para reduzir custos ou gerar receitas, por exemplo, por meio de manutenção preditiva, fornecida internamente, ou fornecida como um serviço aos clientes	A Siemens modela o estado das turbinas a gás com cerca de 500 sensores numa turbina e usa dados para simular a operação enquanto a IA simula o desgaste das componentes para solicitar medidas de manutenção, evitando o tempo de inatividade. Estes resultados podem ser partilhados via Nuvem (Cloud)	Inteligência Artificial  IoT – Internet das Coisas
<b>Ferramentas de visualização de dados</b>  	Usar ferramentas de análise e visualização de dados para extrair resultados do aglomerado de dados disponíveis	As ferramentas plug-and-play disponíveis são, por exemplo, Tableau, Microsoft Power BI ou IBM Cognos	Big data (grandes volumes de dados)

### 1.1.5 Modelo de Negócios Circular 5 – Produto como serviço

numa economia circular, os produtos duram mais e mantêm o máximo de valor possível. Para conseguir isso, são necessários serviços adicionais, como reparação, atualização e devolução de produtos em fim de vida. Depois disso, uma mudança de "propriedade" para "uso" pode ser atrativa: um modelo no qual o utilizador não compra o produto, mas paga pela solução. O modelo de negócios está em mudança e, com ele, o modelo de obtenção de receitas. Os fabricantes podem mudar o seu modelo de negócios da venda de produtos para a prestação de serviços sob contratos de produto-como-serviço Este modelo de negócios "produto como serviço" (PaaS) tornou-se significativo nos últimos anos entre as empresas entusiasmadas em obter receitas através do "modo de serviço" de subscrições ou assinaturas. Inicialmente, o PaaS era um complemento aos produtos regulares e mais semelhante ao modelo serviço como serviço. Por exemplo, após comprar um carro, pagaria uma taxa mensal extra pela sua manutenção, percebendo que o vendedor de carros tem acesso a dados de desempenho que permitem reparações aprimoradas e proactivas. Os produtos não são comprados, mas alugados. Os fabricantes também podem facilitar a reparação, refabrico e revenda dos seus produtos, para prolongar o seu ciclo de vida útil e reduzir a geração de desperdício.



Oferta de Produto como serviço <sup>11</sup>			
Oferta	Propriedade	Oferecendo design	Incentivos à circularidade
Modelos de produto como serviço	Permanece com a empresa produtora durante a vida útil do produto	<b>Locação operacional:</b> conceito abrangente, no qual o locador retém a propriedade do ativo, enquanto o locatário paga pelo seu uso ao longo de um determinado período de tempo	Longevidade
		<b>Locação de serviço completo:</b> combina contrato de locação operacional com serviços adicionais, como manutenção do ativo	Longevidade, reparabilidade e facilidade de manutenção
		<b>Pagamento assente em desempenho:</b> combina a locação operacional com taxas periódicas dependentes do uso ou desempenho do ativo	Longevidade, reparabilidade, consumo otimizado da fase de uso
		<b>Alugar:</b> difere do leasing, pois geralmente é por um período mais curto. A manutenção e o seguro estão frequentemente incluídos no contrato	Longevidade, reparabilidade e facilidade de manutenção
Outros sistemas de produtos como serviços (não considerados como PaaS)	Transferidos para o cliente em algum momento durante o ciclo de vida	<b>Locação financeira:</b> todos os riscos e recompensas relacionados com a propriedade de um ativo são transferidos para o locatário durante o período de locação (por exemplo, custo de manutenção, reparação, uso de recursos durante a fase de uso). No final do contrato de leasing, a propriedade do ativo é devolvida ao locatário.	Sem incentivos de circularidade

### 1.1.6 Conselho final para fabricantes:

#### 1.1.6.1 Avaliar

Em primeiro lugar, identifique o que a empresa já faz. Muitas vezes, as empresas já estão a executar atividades compatíveis com a economia circular sem saber. A ferramenta de diagnóstico dos Modelos de Negócio Circulares REFRAME poderá ajudar a definir as competências atuais da empresa. O curso sobre Economia Circular e o Guia de Implementação

<sup>11</sup> *Idem*

de Estratégias de Economia Circular dão mais informações e orientações sobre como implementar mudanças na cadeia de valor.

#### 1.1.6.2 Explorar oportunidades

Integrar princípios de design circular apoiados por avaliações de ciclo de vida social e ambiental (ACV) em processos de inovação para garantir que o resultado produza o máximo impacto. Isso começa na fase de projeto – desenvolvimento de produtos – com a otimização de cadeias de fornecimento circulares e compras. Reduzir, reutilizar e reciclar, prolongar a vida útil do produto, partilhar plataformas e abordagens colaborativas, envolvendo os consumidores na redução de desperdícios são outras maneiras de avançar para práticas mais circulares.

Etapa da cadeia de fornecimento <sup>12</sup>	Oportunidades de economia circular
Extração (matéria-prima)	Realizar um fornecimento sustentável, por exemplo, usando materiais de base biológica, reutilizando subprodutos e preservando o capital natural  Usar energia renovável
Fabrico do produto	Prolongar a vida útil do produto e incluir a modularidade na fase de design  Desenvolver simbiose industrial para partilhar serviços e utilitários públicos, etc..  Otimizar o uso de energia nas operações
Retalho	Utilizar compras e logística circular
Consumo	Avançar para um modelo de negócios "produto como serviço"  Possibilitar o uso partilhado, o acesso e a propriedade dos produtos  Usar grandes volumes de dados para atender às necessidades dos clientes
Fim da vida, tratamento de desperdícios	Refabrico, reutilização, remodelação, reciclagem, recuperação  Usar <i>downcycling</i> (reciclagem), <i>upcycling</i> (reaproveitamento), reciclagem em circuitos fechados

<sup>12</sup> Fonte: Unlocking More Value with Fewer Resources A practical guide to the circular economy  
<https://eco.nomia.pt/contents/documentacao/unlocking-more-value-with-fewer-resources.pdf>

### 1.1.6.3 *Garantir o máximo de impacto (triple bottom line impact)*

Potenciar casos de negócios que justifiquem iniciativas específicas de economia circular, combinando benefícios tangíveis e intangíveis, considerando um horizonte a mais longo prazo do que os investimentos tradicionais. Isto pode ser implementado com 1) uma avaliação do ciclo de vida (ACV), uma metodologia comum para estimar o desempenho ambiental. Recomenda-se usar o ACV não apenas nas etapas iniciais do projeto para poder fazer as escolhas certas (de recursos a estratégias), mas também em etapas posteriores do projeto para confirmar os benefícios ambientais direcionados. Uma economia circular está frequentemente ligada à criação de empregos (ecológicos), o que causa um grande impacto social. 2) as metodologias de avaliação do ciclo de vida social (LCA sociais) podem ser úteis devido à sua semelhança com as estruturas das LCA regulares. As LCA sociais podem ajudar a quantificar e a destacar outros potenciais impactos sociais. A LCA social analisa os impactos em diferentes grupos de partes interessadas, como trabalhadores, consumidores, comunidade local e atores da sociedade ou da cadeia de valor e; estão relacionados com diversos temas sociais, como salários justos, transparência, acesso a recursos, migração, compromissos públicos com questões de sustentabilidade, concorrência leal, etc. Por último, execute um 3) custo do ciclo de vida (CCV). Esses princípios avaliam não só o preço de compra e todos os custos associados, mas também os custos operacionais, custos de fim de vida e, potencialmente, custos externos. As iniciativas gerais e os modelos de negócios de economia circular podem reduzir os custos de insumos e, em alguns casos, criar fluxos de lucro inteiramente novos, construir maior resiliência nas cadeias de fornecimento e reduzir a exposição à escassez de materiais e impactos relacionados com a volatilidade dos preços.

### 1.1.7 Implementação

Colocar uma estratégia circular em prática pode ser alcançada pelo uso de processos e estruturas estabelecidos da sua empresa para realizar a implementação, como um processo de desenvolvimento de novos produtos (NPD). Verificações sistemáticas do seu modelo de negócios, não apenas em termos financeiros, mas também em termos de desempenho social e ambiental. Envolvimento imediato dos funcionários e a sua adesão para que possam tirar lições úteis e partilhar feedback concreto das suas experiências de economia circular. E, por último, mas não menos importante, colocar em prática a estratégia de comunicação externa e interna correta: garantir que as partes interessadas apoiam iniciativas de economia circular, comunicando histórias de sucesso de várias formas criativas de comunicação.

### 1.1.8 Liderar pelo exemplo e mostrar que é exequível

Uma EC não pode ser construída sozinho e precisa de envolvimento da liderança e colaboração com todas as partes interessadas e parceiros em todos os setores, governos e ONG. Uma comunicação forte que envolva funcionários, consumidores e parceiros é essencial para o

sucesso de uma economia circular. As iniciativas de CE devem ser integradas na estratégia de negócios, comunicadas e executadas com o apoio da gestão de topo, com prioridades e recursos. As abordagens de comunicação criativa, promoção de colaboração e transparência com partes interessadas externas, empregadores e envolvimento do cliente também são de extrema importância. Os elementos para uma estratégia eficaz de comunicação da economia circular são exemplos da vida real, comunicação de factos e números, apelos à ação, uso de narrativas criativas e mensagens educativas