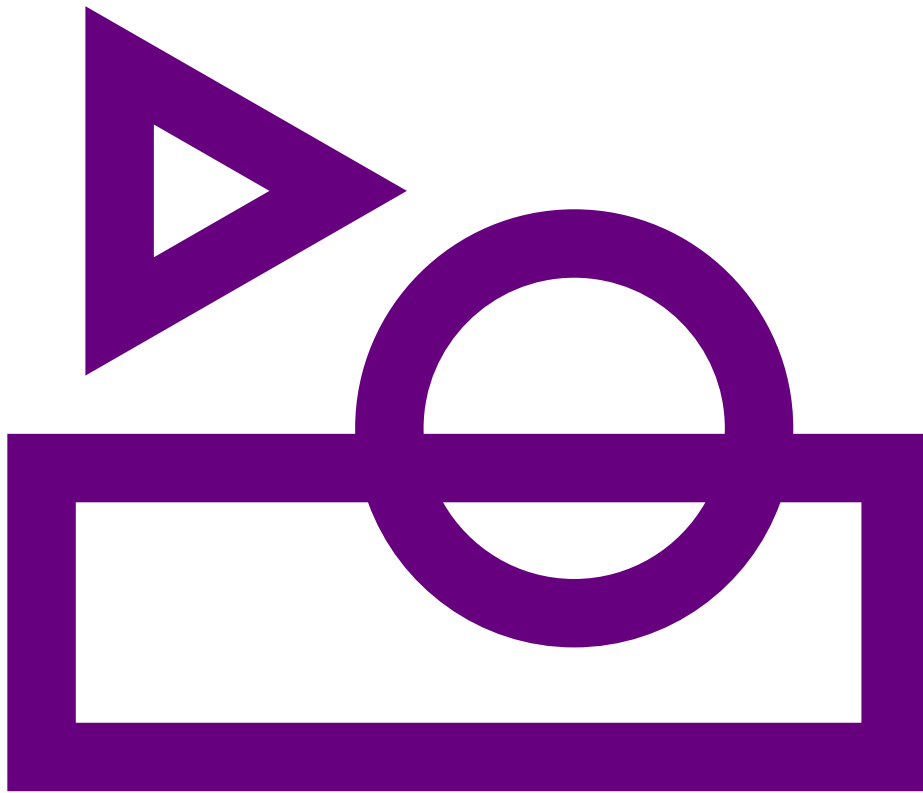


**ECONOMIA
CIRCULAR
NAS CIDADES**



**CRIAR PRODUTOS COM TÉCNICAS
POSSIBILITADAS DIGITALMENTE E DE
FORMA CADA VEZ MAIS LOCAL**



**ELLEN
MACARTHUR
FOUNDATION**



CRIAÇÃO

Os processos de produção, embora frequentemente eficientes – com cadeias de suprimentos que se espalham pelo mundo – são inerentemente prejudiciais devido à poluição e aos resíduos que geram. A transição para um sistema de produção de economia circular pode fornecer muitas soluções para esses desafios, principalmente quando se faz uso de novas tecnologias digitais. A emergente Quarta Revolução Industrial, que é caracterizada por tecnologias digitais disruptivas (por exemplo, a Internet das Coisas, realidade virtual, robótica e inteligência artificial), oferece oportunidades novas e animadoras de produção que, se bem usadas, podem apoiar as práticas de economia circular e, assim, melhorar o nosso uso dos materiais.

ARGUMENTOS A FAVOR DA MUDANÇA



29% das emissões de gases de efeito estufa nos EUA resultam de mercadorias fabricadas no país¹



Em 2015, as emissões de CO² da produção têxtil global totalizaram **1,2 bilhões de toneladas** de CO² equivalente, mais do que a soma das emissões de todos os voos internacionais e do transporte marítimo²

80%

A típica cadeia de suprimentos de uma empresa de bens de consumo gera um impacto ambiental muito mais negativo do que suas próprias operações, frequentemente sendo responsável por mais de **80%** das emissões de CO² e por mais de **90%** do impacto no ar, terra, água, biodiversidade e recursos geológicos³

"A impressão 3D não será uma tecnologia de fabricação intrinsecamente ecológica, a menos que busquemos ativamente torná-la uma. Se pudermos explorar os recursos exclusivos da impressão 3D e inventar materiais de impressão mais ecológicos, iremos colher os benefícios ambientais na forma de cadeias de suprimentos mais curtas e de uma nova geração de produtos otimizados."

Hod Lipson e Melba Kurman, *Fabricated: the new world of 3D printing* (2013)

EXEMPLOS DE OPORTUNIDADES DE ECONOMIA CIRCULAR

Obter materiais abundantes localmente

A seleção de materiais renováveis e não tóxicos que são localmente abundantes (incluindo materiais reciclados e coprodutos industriais) oferece uma oportunidade importante para criar ciclos de materiais locais.

Alinhar fabricação digital aos princípios de economia circular

A fabricação digital (como a impressão 3D) e a inteligência artificial criam novas e animadoras oportunidades de produção de produtos. Fabricantes podem produzir mercadorias de forma mais eficiente, com menos resíduo, personalizar seus

produtos para atender a necessidades exclusivas e encurtar suas cadeias de suprimentos imprimindo peças ou produtos sob demanda e próximo a seus clientes.⁴ O crucial para tirar proveito dessas tecnologias é assegurar que os materiais escolhidos sejam seguros para entrar no ciclo (por exemplo, não tóxicos) e projetados para entrar no ciclo (por exemplo, poderem ser reusados e reciclados). Empresas de bens de consumo também podem criar transparência na cadeia de suprimentos usando soluções baseadas em blockchain, o que aumentará a visibilidade das escolhas feitas durante o processo de produção.⁵ (Consulte *Produtos: Design*)



criação

Aumentar a distribuição de fabricação alinhada aos princípios de economia circular

O termo fabricação distribuída cobre a descentralização da produção em instalações de produção dispersas e localizadas. Essas instalações podem ser de propriedade centralizada ou empresas pequenas e independentes. Máquinas-ferramentas digitais de mesa e dimensionadas para escritório (por exemplo,

impressoras 3D e cortadores a laser), com suporte de compartilhamento de conhecimento digital, tornaram a produção de pequena escala comercialmente possível, dando vida a iniciativas como "movimento maker" e dos "fab labs".⁶ Quando os fabricantes seguem os princípios da economia circular em seus designs e obtenção de materiais, essas redes de fabricação distribuída podem ter um impacto poderoso no sistema de produtos urbanos (consulte *Produtos: Design*).⁷

EXEMPLOS DE CASOS

Uma biblioteca de receitas de materiais para viabilizar a produção circular

Para criar um sistema eficaz de produtos de ciclo fechado, em que todos os materiais podem ser reutilizados ou retornados à natureza, é importante que os fabricantes usem os materiais apropriados. A Materiom é uma organização sem fins lucrativos que trabalha para apoiar isso ao criar uma biblioteca extensiva de receitas de materiais. A biblioteca cobre muitos tipos de materiais, incluindo plásticos, cerâmicas e compostos, e as receitas usam somente ingredientes biológicos abundantes localmente e que podem se decompor naturalmente e, portanto, permanecer em ciclos naturais. Como a disponibilidade de ingredientes difere de um local para o outro, a plataforma é de código aberto, incentivando todos a usá-la e a contribuir.

Joint venture para aumentar a disponibilidade local de PET reciclado para embalagens

A Coca-Cola investiu €13 milhões em duas parcerias estratégicas para aumentar o conteúdo reciclado de suas garrafas plásticas. A meta desse empreendimento, chamado de *Continuum*, é melhorar a capacidade de reprocessamento de plásticos na Grã-Bretanha e na França. Nesses países, cerca de metade do plástico PET que é descartado não é coletado para reciclagem e grande parte do que é coletado é enviado para o exterior para reprocessamento, limitando a fonte de PET reciclado (rPET) disponível localmente. Essa joint venture assegura que a demanda crescente de rPET

possa ser atendida. O *Continuum* na Grã-Bretanha está em operação desde maio de 2012 e é hoje a maior instalação de reprocessamento de garrafas plásticas no mundo, produzindo 25.000 toneladas de rPET de boa qualidade por ano, duas vezes a quantidade anteriormente fabricada no país. O projeto economiza cerca de 33.500 toneladas de CO² por ano – o equivalente a tirar mais de 15.715 carros das ruas – e criou 30 novos empregos qualificados.⁸

Uma plataforma global de design para criação local

A Opendesk é uma plataforma de móveis que conecta designers, fabricantes e clientes. O cliente pode selecionar um design no site e, em seguida, escolher entre uma série de cotações de oficinas locais independentes que entram na licitação para fabricar o pedido, eliminando a necessidade de remessas. Cada móvel é projetado por um designer da rede e consiste em peças modulares que podem ser feitas em cortadores digitais de compensado em qualquer uma das oficinas locais da plataforma. Atualmente, a Opendesk opera em 16 cidades no mundo e está experimentando criar ligações mais próximas com fornecedores locais de materiais. O modelo reduz o número de intermediários e o comprimento da cadeia de suprimentos ao mesmo tempo em que aumenta o pagamento para os designers e fabricantes e dá aos clientes acesso a móveis de alta qualidade a preços mais acessíveis.⁹

EXEMPLOS DO QUE CRIADORES DE POLÍTICAS PODEM FAZER

Programas de conscientização e de **capacitação** sobre economia circular e novos métodos de produção distribuída para empreendedores, pequenas empresas e iniciativas da comunidade são maneiras pelas quais os agentes públicos podem ajudar a criar novas qualificações, empregos e oportunidades de inovação. Uma barreira importante para as pessoas criarem espaços de fabricantes é a falta de espaço a preços acessíveis.¹⁰ Por meio de políticas de **gestão de ativos**, os governos municipais podem alocar tais atividades a espaços excedentes da cidade ou incorporá-las a instalações existentes, como bibliotecas e instituições educacionais.

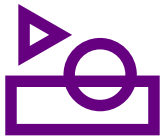
Para explorar mais, consulte **Alavancas de políticas públicas**

EXEMPLOS DE LINKS PARA OUTROS SISTEMAS E FASES

Produtos: Planejamento Sistemas de gestão efetiva de recursos que permitem a fácil recuperação e redistribuição de materiais e coprodutos são fundamentais para possibilitar o fornecimento de materiais localmente apropriados para a fabricação de produtos. Políticas que apoiam desenvolvimentos no início da produção, como o aumento da capacidade de fabricação urbana, também têm seu papel.

Produtos: Design As decisões sobre o design do produto podem ser centrais para viabilizar a adoção de novos métodos de produção e o uso de materiais locais.

Edificações: Acesso O acesso a espaço urbano a preços acessíveis para a criação de produtos pode ter um papel importante em estimular a capacidade urbana de fabricação. As oportunidades de economia circular, como aumento do compartilhamento de espaço, podem aliviar esse problema e apoiar a colaboração entre empresas.



EXEMPLOS DE BENEFÍCIOS



PRODUTIVIDADE ECONÔMICA

Redução de custos de fabricação

Estudos sugerem que a impressão 3D pode reduzir os custos de fabricação de US\$ 170 a US\$ 593 bilhões até 2025, dependendo da taxa de adoção.¹¹

Geração de economias de custo na indústria têxtil

Estimular a automação, a impressão 3D, a eficiência hídrica e energética e a reciclagem de tecidos na indústria têxtil urbana na China poderia reduzir a necessidade de materiais virgens e de outros recursos primários, ao mesmo tempo em que geraria ¥ 0,3 trilhões (US\$ 48 bilhões) de economia até 2040.¹²

Aumento da resiliência econômica urbana

Uma maior diversificação e localização de produção e do fornecimento de matéria-prima pode oferecer suporte às cidades e a seus habitantes para se tornarem mais autossuficientes e resistentes a mudanças nos mercados globais.¹³



POSTOS DE TRABALHO, QUALIFICAÇÕES E INOVAÇÃO

Redução das barreiras para entrada no mercado

A fabricação distribuída reduz as barreiras para entrar no mercado ao diminuir a quantidade de capital necessário para se construir os primeiros protótipos e produtos.¹⁴

Aumento da inovação centrada do cidadão

O acesso a ferramentas digitais de fabricação e ao conhecimento de especialistas a preços acessíveis, junto com o envolvimento dos usuários na co-criação, pode fornecer novas fontes de inovação vindas dos cidadãos.¹⁵

Aceleração de protótipos e desenvolvimento

A impressão 3D para ferramentas de moldagem por injeção ajudaram a Unilever a reduzir os ciclos de produção de protótipos em 40%.¹⁶



COMUNIDADE E PROSPERIDADE SOCIAL

Aumento da coesão social

A produção distribuída na forma de espaços comuns para fabricantes e o aprendizado entre pares podem apoiar a coesão e a inclusão sociais, já que agentes

menos abastados têm mais oportunidades para se sustentarem e aumentar os negócios.¹⁷



SAÚDE E MEIO AMBIENTE

Dissociação da produção das emissões de CO²

Estima-se que, se a impressão 3D fosse aplicável a volumes maiores de produção de produtos de consumo, ela teria o potencial de dissociar energia e emissões de CO² da atividade econômica.¹⁸

Redução de emissões de CO² na indústria têxtil

Estimular a automação, a impressão 3D, a eficiência hídrica e energética e a reciclagem de tecidos na indústria têxtil urbana na China poderia reduzir as emissões de CO² em cidades chinesas em 200 milhões de toneladas até 2040 em comparação ao caminho de desenvolvimento atual.¹⁹

Redução dos quilômetros incorporados do transporte de carga

A fabricação distribuída pode reduzir os quilômetros incorporados do transporte de carga à medida que informações digitais são enviadas pela web em vez de transportar produtos físicos por veículos. Além disso, se matérias-primas forem obtidas localmente, o transporte de carga será reduzido ainda mais.²⁰



USO DE RECURSOS

Redução do consumo de energia

A demanda de energia para a fabricação de produtos de polímeros pode ser reduzida de 41% a 64% com impressoras 3D de código aberto de baixo custo.²¹

Suporte à eficiência de recursos

A fabricação aditiva pode ser uma opção com mais eficiência de recursos, pois ela viabiliza a produção de peças de reposição sob demanda e a redução ou eliminação de custos de inventário, resíduo de produção e transporte.²²

Aumento da eficiência de materiais na produção de eletrônicos

A inteligência artificial, como as verificações automatizadas e de controle de qualidade, pode ajudar a reduzir a geração de resíduos na produção global de eletrônicos de consumo a um valor de US\$ 8 bilhões.²³



NOTAS FINAIS

- 1 US EPA, *Climate change and waste* (2009). This includes the extraction or harvest of materials production and transport of goods, provision of services, reuse of materials, recycling, composting, and disposal.
- 2 Ellen MacArthur Foundation, *A new textiles economy: redesigning fashion's future* (2017) p. 20
- 3 McKinsey, *Starting at the source: sustainability in supply chains* (2016)
- 4 Ellen MacArthur Foundation/Google, *Artificial intelligence and the circular economy* (2019)
- 5 Blockchain can be described as a 'chain' of 'information/data blocks' put together in a ledger in the cloud (a bit like a Google excel sheet). All relevant stakeholders can access the ledger and submit information each time a transaction occurs. For example, when a material or product passes hands, moves on to the next production stage or changes in some way, new blocks are added onto the end of the digital 'product information chain', allowing a complete overview of the life cycle of that product. It has the advantage that the ledger is decentralised and thereby information cannot, once logged on the blockchain, be changed or modified. Source: Design-Longevity, *Blockchain Information Technology* (n.d.)
- 6 A fab lab (fabrication laboratory) is a small-scale workshop offering (personal) digital fabrication and was set up by Massachusetts Institute of Technology with the mission to allow anyone to make (almost) anything. The Fab Lab programme has developed into a global community of designers, makers, and learners. To learn more see: www.fabfoundation.org, World Economic Forum, *Top 10 emerging technologies of 2015*, weforum.org (4 March 2015)
- 7 With 3D printing for example, it is possible to use less material with minimal waste in prototyping and production compared to traditional manufacturing. As customised products can be made on the spot the need for freight and spare part stocks can also be reduced. Z. Liu *et al.*, *Sustainability of 3D printing: a critical review and recommendations* (2016) p. 3
- 8 Ellen MacArthur Foundation, *Coca-Cola enterprises increasing post-consumer plastic content in packaging*, Case Studies (n.d.)
- 9 Opendesk, *About Opendesk - a global platform for local making*, opendesk.cc (n.d.)
- 10 J. Warden, *Making space for manufacturing in the city*, Royal Society for the encouragement of Arts, Manufactures and Commerce (11 May 2018)
- 11 M. Gebler *et al.*, *A global sustainability perspective on 3D printing technologies*, Energy Policy (2018)
- 12 Ellen MacArthur Foundation, *The circular economy opportunity for urban and industrial innovation in China* (2018)
- 13 OECD, *Enhancing the contributions of SMEs in a global and digitalised economy* (2017) p. 6
- 14 World Economic Forum, *Top 10 emerging technologies of 2015*, weforum.org (4 March 2015)
- 15 K. Fleischmann *et al.*, *Making things in Fab Labs: a case study on sustainability and co-creation*, Digital Creativity (2016), p. 128
- 16 C. Wyman, *Unilever accelerates consumer product prototyping by 40% with 3D printed injection molds*, Stratasys (20 January 2015)
- 17 S. Leyronas *et al.*, *How fab labs help meet digital challenges in Africa*, The Conversation (4 July 2018); International Development Norway, *FabLab based concept as a way to social inclusion* (NGO sector), id-norway.com (n.d.)
- 18 M. Gebler *et al.*, *A global sustainability perspective on 3D printing technologies*, Energy Policy (2018)
- 19 Ellen MacArthur Foundation, *The circular economy opportunity for urban and industrial innovation in China* (2018) p. 101
- 20 World Economic Forum, *Top 10 emerging technologies of 2015*, weforum.org (4 March 2015),
- 21 Z. Lieu *et al.*, *Sustainability of 3D printing: a critical review and recommendations*, conference paper (2016)
- 22 Z. Lieu *et al.*, *Sustainability of 3D printing: a critical review and recommendations*, conference paper (2016)
- 23 Ellen MacArthur Foundation/Google, *Artificial intelligence and the circular economy* (2019) p. 27

ISENÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Este documento foi produzido por uma equipe da Ellen MacArthur Foundation. A Ellen MacArthur Foundation não faz declarações nem fornece garantias em relação a qualquer aspecto do documento, inclusive em relação à recomendação de investimento em qualquer empresa ou fundo de investimento específico ou outro veículo. Embora se tenha exercido cuidado e atenção na preparação do documento e suas análises, com respaldo em dados e informações que se acredita que sejam confiáveis, nem a Fundação nem nenhum de seus funcionários ou nomeados deverão ser responsabilizados por reclamações ou perdas de qualquer natureza relacionadas a informações contidas neste documento, incluindo, entre outros, lucros cessantes ou danos punitivos ou consequentes.