

Painel modular à base de plástico reciclado para renovação de fachadas de edifícios

Economia circular aplicada ao ambiente construído

Daniel Reis & Manuela Almeida, Universidade do Minho

Teaser

A economia circular é uma abordagem que pretende criar um sistema económico sustentável no qual a produção e o consumo de bens são otimizados para minimizar o impacto ambiental e maximizar a eficiência dos recursos. Neste contexto, o projeto ZeroSkin+ desenvolveu um painel pré-fabricado inovador produzido com plástico reciclado para reabilitação energética de edifícios por meio da impressão 3D.

Texto principal

A economia circular está no centro de várias políticas públicas internacionais e tem sido valorizado por vários *stakeholders* da indústria. O conceito promove o uso de produtos orientados para os serviços, em vez do modelo linear orientado para a produção-uso-eliminação (*take-make-dispose*), que leva à escassez de recursos, acumulação de resíduos e problemas ambientais associados. Com essa abordagem, os materiais são mantidos em uso por mais tempo, resultando numa redução dos impactos ambientais e em um aumento do retorno financeiro do produto. Vários países e organizações internacionais adotaram políticas públicas e programas de incentivo, incluindo a União Europeia, que lançou um Plano de Ação para a Economia Circular em 2015. O objetivo desse plano é impulsionar a transição para uma economia circular na Europa até 2050, criando oportunidades de negócios, empregos verdes e melhorando a qualidade de vida dos cidadãos. Outra importância da economia circular é a contribuição para a mitigação das alterações climáticas. A redução da extração de recursos naturais e a diminuição das emissões de gases com efeito de estufa associadas à produção de materiais podem ajudar a reduzir a pegada de carbono de diversos setores da economia.

Diversas iniciativas podem ser aplicadas para promover a economia circular. Uma das mais importantes é a reciclagem de materiais que envolve a recolha, processamento e transformação de resíduos em novos produtos, o que ajuda a reduzir a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários, além de economizar recursos naturais e energia. A reciclagem pode ser aplicada a uma ampla variedade de materiais, incluindo papel, plástico, vidro, metal e tecido. Outra iniciativa importante é a reutilização que envolve o uso de materiais existentes em novos produtos ou em novos contextos. Pode

envolver a reutilização de um objeto inteiro ou a recuperação de componentes individuais para uso em outro produto. Outra iniciativa é a produção de produtos duráveis e reparáveis, projetados para ter uma vida útil mais longa e serem facilmente reparados. O *upcycling* é outra iniciativa que está a ganhar destaque. Essa técnica envolve a transformação de materiais em produtos de maior valor, sem perder as suas propriedades originais. Para além disso, a economia circular tem impacto na implementação de práticas de gestão de resíduos mais eficientes.

A construção de edifícios é responsável por uma parcela considerável dos resíduos sólidos produzidos globalmente com as estimativas a indicar valores entre 30% e 40%. Essa quantidade engloba tanto os resíduos produzidos durante o processo construtivo, como os resíduos produzidos durante a demolição e a reabilitação das construções existentes. Deste modo, a adoção de práticas de economia circular na indústria da construção é crucial não só para minimizar o impacto ambiental, mas também para abrir oportunidades de novos modelos de negócios e parcerias, trazendo benefícios significativos para a sociedade como um todo. No entanto, devido ao longo ciclo de vida dos edifícios (geralmente não inferior a 30-40 anos), o índice de circularidade dos materiais de construção é baixo, atingindo cerca de 10-15% na Europa [1]. O baixo índice deve-se fundamentalmente ao elevado *stock* de materiais de construção, que leva décadas para ficar disponível para reciclagem. Por este motivo, é importante adotar o conceito de "*open-loop*", que consiste em utilizar materiais reciclados de diferentes setores e cadeias produtivas. Esta abordagem já existe em alguns produtos, como, por exemplo, na utilização da escória (setor do aço) ou cinzas volantes (centrais termelétricas) para produção de cimento.

Neste contexto, sabe-se que a produção global de plástico ultrapassa 300 milhões de toneladas e a Europa é o segundo maior produtor deste material. Em Portugal, as taxas de reciclagem do plástico são baixas, com apenas um terço dos resíduos plásticos pós-consumo a serem reciclados, o que agrava os problemas ambientais e representa um desperdício de recursos valiosos [2]. Por isso, reduzir o desperdício de plástico através da sua integração em cadeias de valor para reutilização e reciclagem, é uma abordagem sensata do ponto de vista ambiental. Uma possibilidade é a reciclagem de plástico através da manufatura aditiva (impressão 3D), que permite a produção eficiente de componentes e peças personalizadas adaptadas a cada projeto. A impressão 3D tem um elevado potencial ainda por explorar na sua plenitude, pois permite produzir peças personalizadas e complexas que se adaptam às necessidades de cada projeto de renovação, maximizando a eficiência energética e reduzindo o desperdício de materiais. Para além disso, a impressão 3D pode ser utilizada para criar modelos de protótipos e simulações digitais (*digital twins*) que permitem avaliar a eficácia do projeto antes da produção em grande escala, o que possibilita reduzir os custos e o tempo necessários para a conclusão do projeto.

Neste contexto, o projeto ZeroSkin+ (<https://civil.uminho.pt/zeroskin/>), liderado pela Universidade do Minho, tem como objetivo desenvolver um sistema modular pré-fabricado inovador através da impressão 3D de plástico reciclado para a renovação

energética e reforço sísmico de edifícios. A solução, ilustrada nas Figuras 1 e 2, visa aumentar a eficiência energética dos edifícios, reduzindo as suas necessidades energéticas e, conseqüentemente, os custos com energia e a pegada de carbono associados. Considerando que em Portugal grande parte do parque edificado não possui resistência sísmica adequada, o projeto prevê o desenvolvimento de um exoesqueleto que sirva de suporte ao painel impresso 3D e que ao mesmo tempo permita melhorar o desempenho sísmico do edifício, evitando o colapso das paredes de alvenaria.



Figura 1 Integração da solução ZeroSkin+ na fachada do edifício. Os módulos são pré-fabricados com recurso à manufatura aditiva usando plástico reciclado como matéria-prima.

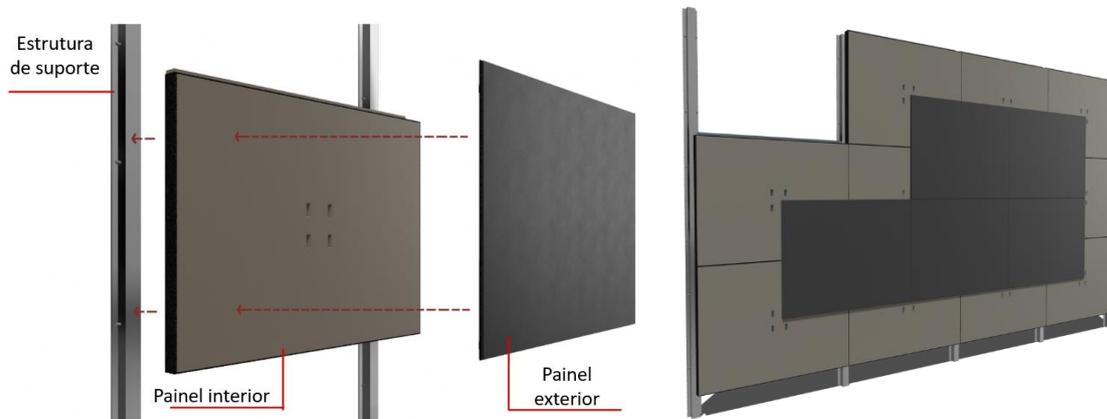


Figura 2 Módulo pré-fabricado ZeroSkin+ para a renovação energética de edifícios. Os módulos incluem um polímero rígido para revestimento e um polímero elastomérico para conectar os painéis. A estrutura de aço irá suportar os painéis na fachada do edifício.

O sistema é composto por um painel interno e por um painel externo, cada um com características de desempenho específicas, e uma estrutura de suporte com perfis verticais de aço para fixação dos painéis. Enquanto que o painel externo deve dar resposta aos requisitos de proteção contra radiação UV, chuva e resistência mecânica, o painel interno tem como objetivo garantir a resistência térmica necessária para melhorar o desempenho térmico do edifício como um todo, para além de assegurar a

conexão adequada entre os painéis e entre estes e a envolvente opaca pré-existente do edifício. Para isso, o painel interno contará com a inclusão de um plástico elastomérico que será utilizado para preservar a integridade do sistema construtivo, sobretudo devido à possibilidade de existirem irregularidades nas fachadas pré-existentes dos edifícios.

Com o intuito de otimizar o desempenho do sistema modelar na perspectiva da economia circular, é possível utilizar diferentes tipos de plásticos reciclados nos módulos externo e interno, a depender das características específicas de cada material. Essa abordagem permite aproveitar ao máximo as propriedades dos plásticos reciclados, além de contribuir para a redução dos resíduos e para a promoção de um sistema construtivo mais sustentável. Como o painel interno não precisa de satisfazer os requisitos de desempenho mecânico que são exigidos ao painel externo, permitirá um uso mais alargado de termoplásticos reciclados.

Ao controlar a geometria interna e utilizar diferentes combinações de densidade de preenchimento, a impressão 3D permite otimizar a condutividade térmica e criar componentes mais leves que podem ser usados na renovação energética de edifícios. No projeto ZeroSkin+, foram desenvolvidos protótipos para quantificar o desempenho térmico considerando um conjunto de geometrias e densidades de preenchimento. Os resultados obtidos indicam uma condutividade térmica entre 0,04-0.30 W/(m.K), dependendo da geometria e densidade utilizadas. Para atingir um maior desempenho térmico do sistema modular, atualmente está a ser analisada a possibilidade de incorporar materiais isolantes à base de recursos naturais, tais como lã mineral, cortiça, fibras de madeira, entre outros. Para além disso, está também previsto a inclusão de um sistema fotovoltaico no painel para suprir parte das necessidades energéticas do edifício a reabilitar contribuindo para a descarbonização do mesmo. No contexto da construção 4.0, também será desenvolvida uma versão digital do sistema modular pré-fabricado, a fim de aprimorar a integração entre os modelos BIM e o processo de fabricação.

Durante o desenvolvimento do projeto ZeroSkin+, foi constatado que há poucas soluções no mercado que obedeçam aos critérios da economia circular. Assim, para dar resposta aos novos desafios propostos pela economia circular, é necessário uma mudança de paradigma na forma de produzir e consumir recursos. O modelo de negócios *Business-to-Business* (B2B) é uma abordagem importante para impulsionar a adoção de práticas mais sustentáveis na cadeia de valor. Por meio do B2B, as empresas podem trabalhar em conjunto para desenvolver soluções circulares que permitam o reuso de materiais, a redução de resíduos e a minimização do consumo de recursos naturais, promovendo assim a economia circular por meio da utilização de materiais reciclados ou renováveis.

Referências

- [1] A. Mayer, et al., Measuring Progress towards a Circular Economy: A Monitoring Framework for Economy-wide Material Loop Closing in the EU28, *Journal of Industrial Ecology*. 23 (2019) 62–76. <https://doi.org/10.1111/jiec.12809>.

- [2] W.W.Y. Lau, et al., Evaluating scenarios toward zero plastic pollution, *Science*. 369 (2020) 1455–1461. <https://doi.org/10.1126/science.aba9475>.