

# Repensando a Cortiça em Arquitetura através do uso de Tecnologias CAD/CAM

Rethinking Cork in Architecture through the use of CAD/CAM Technologies

## José Pedro Sousa

Universidade do Porto, Faculdade de Arquitetura, Portugal  
jsousa@arq.up.pt

## José Pinto Duarte

Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Arquitetura,  
Portugal  
jduarte@fa.utl.pt

## ABSTRACT

In contemporary architecture there is a growing interest in exploring unique forms and constructive solutions, which could hardly be conceived and materialized until recently. Operating in this context, the construction industry has tried to innovate by inventing new materials aside with rethinking existent ones. In this second scenario, given that the use of CAD/CAM technologies have opened new possibilities for traditional materials, it becomes important to ask if cork could face similar innovative opportunities. The present paper synthesizes some of the main arguments, experiments and results obtained in a PhD thesis about that question.

**KEYWORDS:** Cortiça; CAD/CAM; Fabrico Digital; Personalização em série; Geometria

673

## 1. Introdução

Depois de confinada às possibilidades do artesanal (*crafts*) e, mais recentemente, da standardização, a arquitetura depara-se hoje com novas condições de produção que permitem uma maior liberdade geométrica e de personalização em série (*mass-customization*). Um olhar sobre a contemporaneidade, revela que vários dos edifícios mais significativos construído em todo o mundo resultam de um interesse crescente na exploração de formas e soluções construtivas únicas que, até recentemente, dificilmente poderiam ser idealizadas e concretizadas (Sousa and Duarte, 2005). Subjacente a esta tendência, parece ser um facto que a utilização extensiva de tecnologias digitais desde a conceção do projeto à sua materialização, tem suportado e estimulado a atual efervescência criativa. Esta realidade é reconhecida por B. Kolarevic (2001, 268-77) quando observa que “*a Era da Informação, tal como a Era Industrial antecedente, está a desafiar não só a forma como desenhamos edifícios, mas também como os manufaturamos e construímos*”.

Perante este contexto de exploração *non-standard*, a indústria de materiais de construção não pode

permanecer indiferente. O seu sucesso e competitividade dependem da sua capacidade em oferecer produtos e serviços que respondam aos atuais interesses da arquitetura, mas não só. Atuando proactivamente, esta indústria pode também inspirar novas ideias aos arquitetos através da investigação e desenvolvimento de soluções inovadoras e originais. Ultrapassando as limitações da standardização, o mercado tem assistido a duas tendências (Sousa, 2010, 58-62):

- à invenção de novos materiais, artificiais e personalizados (ex.: materiais compósitos);
- à reavaliação dos materiais existentes, tradicionais, estudando novas possibilidades de aplicação.

É no âmbito desta segunda via que o tema do presente artigo se inscreve. Neste campo, a utilização de tecnologias de CAD/CAM (*Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing*) tem contribuído para proporcionar uma maior liberdade geométrica e expressiva na aplicação de materiais tradicionais em arquitetura. Materiais como o betão, madeira, metal, vidro ou pedra, têm sido produzidos com dimensões,

formas e texturas cada vez personalizadas e sofisticadas (Kolarevic and Kingler, 2008). Como resultado desta intervenção tecnológica, os arquitetos têm mantido o interesse em continuar a utilizar estes materiais tradicionais, independentemente do carácter único ou complexo dos seus projetos. Constatando este facto, o autor desenvolveu uma Tese de Doutoramento onde investigou a capacidade das tecnologias de CAD/CAM poderem abrir novas possibilidades para a aplicação da cortiça em arquitetura (Sousa, 2010). O presente artigo, sintetiza alguns dos principais argumentos, experiências práticas e resultados obtidos com esta investigação.

## 2. A Cortiça e a Arquitetura

A escolha da cortiça como caso de estudo resultou da conjugação de diversos fatores, sobretudo de ordem ecológica, performativa, económica e social, que têm vindo a ser estudados e divulgados por autores como L. Gil (1998), A. Fortes et.al. (2004), ou H. Pereira (2007). Embora a descrição detalhada destes aspetos ultrapasse o âmbito e limites deste artigo, convém aqui destacar alguns deles para melhor enquadrar a singularidade e pertinência deste material para o estudo em questão.

A cortiça é um material natural e ecológico que é obtido a partir do sobreiro -*Quercus Suber*-, uma árvore que encontra nas margens do Mediterrâneo ocidental o seu habitat ideal. Ao contrário da madeira, a sua extração, em ciclos de 9 anos, não implica o abate da árvore, que é capaz de se regenerar e produzir nova cortiça. Por outro lado, o conhecimento e utilização deste material pelo homem data da antiguidade, tendo servido diferentes funções, desde as mais banais (ex.: flutuadores, calçado ou rolhas) às mais avançadas (ex.: aplicações na indústria automóvel e aeroespacial). Na base desta versatilidade, encontram-se as suas singulares propriedades físicas e mecânicas que resultam da sua estrutura celular e composição química (Stecher, 1914). A cortiça é um material leve e flutuador, resistente à compressão e ao fogo, resiliente, impermeável e bom isolante térmico, acústico e vibrático. Quanto à indústria de produção e transformação da cortiça, esta concentra-se em poucos países do Sul da Europa Ocidental e do Norte de África, sendo Portugal, seguido da Espanha, os líderes mundiais destacados deste sector. Embora a sua vocação e fama principal se centre largamente na produção de rolhas, esta indústria tem estabelecido uma relação constante com a indústria da construção ao longo dos últimos 100 anos através da produção de aglomerados de cortiça.

Desta visão sobre a cortiça, sobressaem duas ideias acerca da pertinência do seu:

- A uma escala local, a cortiça tem uma importância fulcral do ponto de vista económico e social para o país desta investigação, pelo que é importante

apostar e investir na única indústria onde Portugal é líder mundial;

- A uma escala global, juntamente com o seu ciclo produtivo, o inestimável valor ecológico da cortiça tornam-na um material de grande interesse face aos desafios de sustentabilidade que o mundo enfrenta hoje em dia.

Ao contrário de outros materiais tradicionais anteriormente mencionados, o facto de não haver estudos em arquitetura sobre cortiça e tecnologias digitais constituiu uma oportunidade de trabalho e um motivo adicional para levar a cabo a Tese de Doutoramento subjacente a este artigo. Considerando a diversidade existente de produtos da cortiça (ex.: cortiça natural, aglomerados, pó e compósitos) decidiu-se focar a investigação sobre aquele que conta com maior tradição de aplicação na construção – o aglomerado de cortiça puro. Também denominado como aglomerado de cortiça negro ou expandida, ou *Insulation Cork Board* (ICB), este material é tradicionalmente conhecido e utilizado em arquitetura como isolamento térmico e acústico.

Estabelecendo uma colaboração com a AMORIM, empresa líder mundial no sector da cortiça, foi possível aprofundar os conhecimentos sobre o aglomerado de cortiça puro, constatando que:

- É um material 100% natural, ecológico e reciclável, que resulta de um processo térmico e mecânico de auto-aglomeração, sem a intervenção de substâncias adicionais, como adesivos artificiais;
- A sua industrialização e baseia numa linha de produção mecânica baseada em procedimentos repetitivos e pouco flexíveis;
- A sua comercialização se baseia na oferta de produtos de dimensões, espessuras e densidades standard, geometricamente caracterizados por contorno ortogonais, formas planas e acabamentos lisos;

Estudos paralelos revelaram que o aglomerado de cortiça puro tem sido tradicionalmente aplicado na construção de forma escondida, como material de isolamento no interior de paredes, ou de forma visível, como revestimento de paredes interiores. Contudo, em 2000, o arquiteto Álvaro Siza resolveu desafiar este preconceito, quando decidiu empregar este material como revestimento exterior do Pavilhão de Portugal, para a Expo de Hannover. Do sucesso desta experiência inovadora resultou um novo entendimento das possibilidades deste material para a arquitetura. Desde então, vários arquitetos têm aproveitado a possibilidade de com um único material resolverem o isolamento e a aparência exterior das suas obras.

Esta elevação da cortiça a material de fachada, inscreve-a num novo contexto de concorrência entre materiais de construção, e abre novas possibilidades comerciais para revigorar a indústria do sector. Torna-se, assim, importante perceber se é possível ultrapassar as limitações estéticas e formais dos atuais produtos de aglomerado de cortiça puro existentes no mercado. Se se conseguir aumentar o seu grau de personalização e liberdade geométrica, este material pode tornar-se mais apetecível para corresponder aos desafios formais mais exigentes da arquitetura contemporânea (Sousa, 2010, 216).

### 3. Experimentos de CAD/CAM com aglomerado de cortiça puro

Considerando a indústria atual, propôs-se como hipótese investigar a incorporação de tecnologias de CAD/CAM no final da linha de produção. Para isso, definiu-se uma grelha de testes práticos articulando diferentes processos de fabrico e temas de desenho (do material). Face às propriedades físicas e mecânicas do aglomerado de cortiça puro, os processos de fabrico subtrativos são os mais adequados, pois os aditivos não possuem ainda uma escala de produção adequada à arquitetura, e os formativos tendem a fraturar e desagregar o material. Dentro dos processos subtrativos de manufaturação CNC (Controlada Numericamente por Computador), definiu-se o recurso às seguintes tecnologias: fresagem, corte a laser, e corte a jacto de água. Para as testar, apontaram-se três temas de pesquisa representativas dos interesses que podem influenciar a seleção de um material por parte dos arquitetos: contorno (2D), textura (superfície) e forma (3D). As tabelas seguintes (1 e 2) resumem os desafios e os experimentos realizados. Para cada tema, o conjunto de experimentos realizados tiveram como objetivo (Fig.1):

- Avaliar os limites do comportamento do material (ex.: resistência) face aos diferentes parâmetros de fabrico inerentes a cada uma das tecnologias;
- Avaliar a tecnologia com melhor desempenho para a exploração de cada um dos temas,

identificando os seus parâmetros de fabrico mais adequados;

Conhecer mais sobre as próprias capacidades expressivas do aglomerado de cortiça puro quando produzido com outros atributos geométricos.

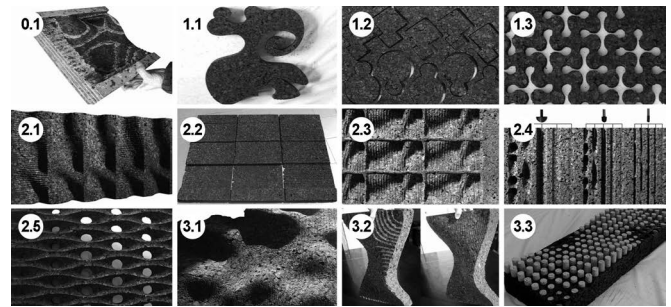


Fig.1 – Síntese dos experimentos de CAD/CAM realizados.

A descrição destes experimentos, bem como a suas análise e conclusões, encontram-se detalhadas e amplamente ilustradas no documento da Tese de Doutoramento (Sousa, 2010, 221-298). No âmbito deste artigo, deve-se destacar como síntese desta experiência que:

- Face ao fabrico de contornos (2D), o processo de corte a jacto de água revelou-se a opção mais adequada, demonstrando uma excelente prestação ao nível da velocidade, precisão e qualidade de acabamento da superfície de corte. Apesar de ter um desempenho inferior, a fresagem pode ser uma boa opção nos casos em que se pretendam realizar outras operações de fabrico sobre a mesma peça (ex: corte e desbaste), pois dispensa a mudança de máquina.
- Face ao fabrico de texturas e formas (3D), a utilização da fresagem é indispensável. Com as limitações geométricas de fabrico inerentes ao número de eixos disponíveis, este processo associado ao comportamento do material permite a produção com precisão de gravações e formas complexas.

tema	produtos comerciais	desafios de investigação
contorno (2D)	contornos retangulares; arestas retas	contornos curvos; perfurações variáveis
textura (Superfície)	sem textura; acabamento liso	texturas personalizadas explorando a espessura
forma (3D)	forma paralelepédica; espessura uniforme	formas livres; espessura variável

Tabela 1 – Caracterização estética e formal do Aglomerado de Cortiça Puro.

0 Experimento Preliminar	1 Experimentos sobre Contorno 2D	2 Experimentos sobre Textura (superfície)	3 Experimentos sobre Forma (3D)
0.1 Fresagem	1.1 Geometria de contorno 1.2 Tolerância de corte 1.3 Projeto de painel	2.1 Parâmetro de <i>step-over</i> 2.2 Parâmetro de <i>step-down</i> 2.3 Parâmetros de velocidade 2.4 Geometria da ferramenta 2.5 Projeto de painel	3.1 Projeto de bloco estrutural 3.2 Projeto de painel curvo 3D 3.3 Projeto de painel com rolhas

Tabela 2 – Grelha de Experimentos de CAD/CAM com Aglomerado de Cortiça Puro.

Neste contexto, pode-se afirmar que as hipóteses para a personalização e liberdade geométrica do fabrico com aglomerado de cortiça puro ficam confirmadas do ponto de vista técnico em todas as situações. Do ponto de vista económico, a situação é distinta. Enquanto que no corte (2D), a complexidade geométrica não tem influência expressiva no tempo e custo final de uma peça, no desbaste (3D), as características da geometria a fresar tendem a interferir no tempo de maquinação e, conseqüentemente, no seu custo final. Como exemplo, uma forma simples mas profunda, pode demorar mais tempo a fresar que uma forma complexa mas mais superficial, que pode ser resolvida numa única passagem da ferramenta. No entanto, para a cortiça, a relevância destas considerações são relativas uma vez que resultam da natureza abstrata da geometria e do desenvolvimento tecnológico, e não do material em si.

Adicionalmente, verificaram-se outras observações de interesse que se podem traduzir em vantagens económicas e comparativas da cortiça face a outros materiais concorrentes. Como exemplo, sendo um material pouco denso, o corte a jacto de água dispensa a utilização de abrasivos dispendiosos e, juntamente com a fresagem, pode decorrer a uma boa velocidade, reduzindo tempos e custos de produção. Paralelamente, como este aglomerado é 100% natural, o material desperdiçado pode ser recuperado e reciclado para outros fins, tornando este processo subtrativo mais sustentável do que quando utilizado com outros materiais.

## Conclusão

Os resultados dos experimentos realizados permitem construir um contexto de inovação imediato para a produção de aglomerado de cortiça puro destinados à construção. Sem modificar as infraestruturas fabris existentes, a adição no final da cadeia produtiva de tecnologias corte e/ou fresagem CNC permite expandir fortemente a sua flexibilidade. Tanto a indústria como os arquitetos podem beneficiar da oferta de novos produtos, com contornos, texturas e formas originais, e de novos serviços, como o corte e fresagem personalizados. Do ponto de vista económico, o incremento no custo final do produto que pode derivar da introdução desta fase adicional de produção, pode ser compensado pelo valor acrescentado que resulta do seu carácter único. Para além deste aspeto simbólico, o facto do aglomerado de cortiça puro ser ecológico, reciclável e poder desempenhar, por si só, várias funções num edifício, que normalmente são cumpridas por mais do que um material (ex.: revestimento + isolamento térmico + acústico) pode atenuar ainda mais o impacto do seu custo final, tornando-o mais competitivo face à concorrência. Entre os caminhos de investigação futura abertos por este trabalho, conta-se a possibilidade de

intervir diretamente na linha de produção de aglomerado de cortiça puro, transformando-a e automatizando-a através da incorporação de equipamentos de fabrico digital (Sousa, 2010, 299-310).

## Agradecimentos

À AMORIM Isolamentos pela colaboração e apoio dado à realização deste trabalho desde o primeiro momento. À Lasindustria e ao Instituto de Arquitetura Avançada da Catalunha (IAAC) pelo apoio à realização de testes práticos. À Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) pela Bolsa de Doutoramento concedida.

## Bibliografia

Fortes, M.A., Rosa, M.E., and Pereira, H. (Eds.) (2004): *A Cortiça*. Lisboa: IST Press.

Gil, L. (1998): *Cortiça, Produção, Tecnologia e Aplicação*. Lisboa: INETI.

Kolarevic, B. (2001): "Digital Fabrication: Manufacturing Architecture in the Information Age", in W. Jabi (Ed.), *Reinventing the Discourse*, Proceedings of the ACADIA 2001 Conference, pp. 268-277, Washington DC.

Kolarevic, B. and Kingler, K. (Eds.) (2008): *Manufacturing Material Effects. Rethinking Design and Manufacturing in Architecture*. New York: Routledge.

Pereira, H. (2007): *Cork: Biology, Production and Uses*. Amsterdam: Elsevier.

Sousa, J.P. (2010): *From Digital to Material. Rethinking Cork in Architecture Through the Use of CAD/CAM Technologies*. Tese de Doutoramento em Arquitetura, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Sousa, J.P. and Duarte, J.P. (2005): "Digital Desires, Material Realities", in *Digital Design: The Quest for New Paradigms*, Proceedings of the 23rd Conference on Education in Computer Aided Design in Europe. Lisboa

Stecher, G.E. (1914): *Cork: Its Origin and Industrial Uses*. New York: Nostrand Reinhold.