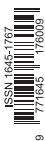


111  
cm

# CONSTRUÇÃO MAGAZINE

REVISTA TÉCNICO-CIENTÍFICA ENGENHARIA CIVIL

DIRETOR: HUMBERTO VARUM . Nº 111 . SETEMBRO/OUTUBRO 2022 . PERIODICIDADE BIMESTRAL . 6,90 €



## DOSSIER

Construção 4.0: a digitalização e a construção aditiva

## CONVERSAS

Sandra Lucas

## Um parceiro para a inovação tecnológica na indústria

COLABORAMOS NO DESENVOLVIMENTO  
DE SOLUÇÕES INOVADORAS

itecons.uc.pt





## FICHA TÉCNICA

### DIRETOR

Humberto Varum

### DIRETORA EXECUTIVA

Carla Santos Silva

carla.silva@engenhomedia.pt

### CONSELHO CIENTÍFICO

Abel Henriques (UP), Albano Neves e Sousa (UL),  
Álvaro Cunha (UP), Álvaro Seco (UC), Ana Tostões (UL),  
Ângela Nunes (Secil), Aníbal Costa (UA), António Costa (UL),  
António Pais Antunes (UC), António Pinheiro (UL),  
António Reis (UL), António Tadeu (UC), Armando Rito,  
Carlos Borrego (UA), Carlos Félix (FEUP), Carlos Pina (LNEC),  
Conceição Cunha (UC), Daniel Dias da Costa (UC),  
Dinar Camotim (UL), Diogo Mateus (UL), Eduardo Júlio (UL),  
Elsa Caetano (UP), Elton Bauer (UnB, Brasil),  
Emanuel Maranha das Neves (UL), Fernando Branco (UL),  
Fernando Garrido Branco (UC), Fernando Sanchez Salvador (UL),  
Fernando Seabra Santos (UC), Francisco Nunes Correia (UL),  
Francisco Taveira Pinto (UP), Helder Araújo (UC),  
Helena Cruz (LNEC), Helena Gervásio (UC), Helena Sousa (IPL),  
Hipólito de Sousa (UP), Hugo Costa (IPC),  
João Almeida (UL), João Mendes Ribeiro (UC), João Bordado (UL),  
João Pedroso de Lima (UC), João Ramôa Correia (UL),  
Joaquim Barros (UM), Joaquim Figueiras (UP),  
Jónatas Valença (IST), Jorge Alfaia (UL),  
Jorge Almeida e Sousa (UC), Jorge Coelho (UC), Jorge de Brito (UL),  
José Aguiar (UL), José Amorim Faria (UP),  
José António Banderinha (UC), José Câmara (UL),  
José Luiz A. Oliveira e Sousa (UNICAMP, Brasil),  
José Luís Cândia Martins, José Pinto Duarte (UL),  
Júlio Appleton (UL), Laura Caldeira (LNEC),  
Luciano Lima (UERJ, Brasil), Luís Calado (UL),  
Luís Canhoto Neves (UNL), Luís Costa Neves (UC),  
Luís Cruz Simões (UC), Luís Godinho (UC), Luís Guerreiro (UL),  
Luís Juvandes (UP), Luís Lemos (UC), Luís Oliveira Santos (LNEC),  
Luís Picado Santos (UL), Luís Simões da Silva (UC),  
Maria Cecília A. Teixeira da Silva (UNICAMP, Brasil),  
Mário Krüger (UC), Manuel Pipa (LNEC),  
Maria do Rosário Veiga (LNEC), Nuno Silvestre (UL),  
Paulo Coelho (UC), Paulo Cruz (UM), Paulo Fernandes (IPL),  
Paulo Lourenço (UM), Paulo M. Pimenta (USP, Brasil),  
Paulo Maranha Tiago (IPC), Paulo Providência (UC),  
Paulo Rocha (InterCement), Pedro Vellasco (UERJ, Brasil),  
Paulo Vila Real (UA), Raimundo Mendes da Silva (UC),  
Ricardo do Carmo (IPC), Rogério Colaço (UL),  
Rui Faria (UP), Said Jalali (UM), Sérgio Lopes (UC),  
Teresa Valsassina Heitor (UL), Valter Lúcio (UNL),  
Vasco Freitas (UP), Vítor Abrantes (UP), Walter Rossa (UC)

### REDAÇÃO

Cátia Vilaça

Letícia Ferreira

redacao@engenhomedia.pt

### MARKETING E PUBLICIDADE

Daniel Soares

d.soares@engenhomedia.pt

### GRAFISMO

avawise

### ASSINATURAS E APOIO AO CLIENTE

Inês Martins

Tel. 22 589 96 25

info@construcaomagazine.pt

### REDAÇÃO E EDIÇÃO

Engenho e Média, Lda. – Grupo Publindústria  
Rua de Santos Pousada, 441, Sala 110 · 4000-486 Porto  
Tel. 225 899 625  
www.engenhomedia.pt

### PROPRIEDADE

Publindústria, Lda.

Sócios-gerentes: Ana Malheiro, António Malheiro,

Maria da Graça Carvalho

NIPC 501777288

www.publindustria.pt

### IMPRESSÃO

Lidergraf Sustainable Printing

Rua do Galhano, 15, 4480-089 Árvore

### PUBLICAÇÃO BIMESTRAL

Registo na ERC n.º 123.765

TIRAGEM 4.000 exemplares

ISSN 1645 – 1767

DEPÓSITO LEGAL 164 778/01

### CAPA

© Project Milestone – 3dprintedhouse.nl

Estatuto editorial disponível em  
www.construcaomagazine.pt/sobre/revista/

Assine a CONSTRUÇÃO MAGAZINE  
a partir de 19 euros por ano em  
www.construcaomagazine.pt/assinatura



## CONSTRUÇÃO MAGAZINE

REVISTA TÉCNICO-CIENTÍFICA ENGENHARIA CIVIL

### 2 EDITORIAL

### 4\_31 DOSSIER | CONSTRUÇÃO 4.0: A DIGITALIZAÇÃO E A CONSTRUÇÃO ADITIVA

### 4\_7 CONVERSAS Sandra Lucas

### 10\_13 O que traz a impressão 3D para a construção? — ANA SOFIA GUIMARÃES, BÁRBARA RANGEL E JORGE LINO ALVES

### 14\_18 Preocupações térmicas associadas a soluções de impressão 3D na construção — SOFIA PESSOA, MANUEL JESUS, SANDRA S. LUCAS, NUNO SIMÕES E ANA S. GUIMARÃES

### 20\_24 Plan4digital – Plano de transição digital para a Indústria da Construção: modelo de maturidade e medidas prioritárias — ANTÓNIO AGUIAR COSTA, JOÃO POÇAS MARTINS, ANTÓNIO CABAÇO, ANA BRANDÃO DE VASCONCELOS, LUÍS JACQUES, VANDER ESCOVALO, ANA ROCHA E PEDRO LUCAS MARTINS

### 26\_28 Desenvolvimento de argamassas para impressão 3D — BRUNO LOBO

### 30\_31 Experiência na Gaiurb de construções aditivas — DINA HENRIQUES

### 32\_34 I&D EMPRESARIAL STRAIN-VISION: Monitorização através de visão por computador da extensão em laminados de CFRP pré-esforçados usados no reforço de elementos de betão armado] — JÓNATAS VALENÇA, CLÁUDIA FERREIRA, FILIPE DOURADO E EDUARDO JÚLIO

### 36\_37 SÍSMICA Novos cabos submarinos: monitorização ambiental, sísmica e de tsunamis — MÁRIO LOPES

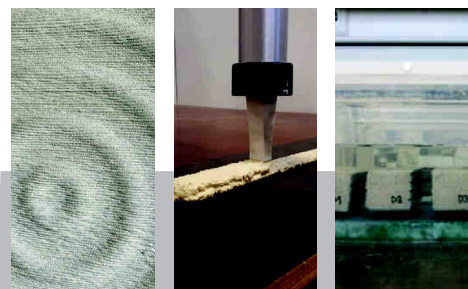
### 38\_39 ARQUITETURA A retórica do monumento: Reabilitação do Paço dos Condes de Ourém para Espaços Museológicos — JOÃO MENDES RIBEIRO

### 40\_41 ESTRUTURAS DE MADEIRA Estruturas de madeira e usufruto da natureza. 3. Decks de madeira e derivados em ambiente exterior — JOSÉ AMORIM FÁRIA

### 42\_43 ESTRUTURAS METÁLICAS Painéis multifuncionais de alto desempenho para proteção a cargas extremas – Revisão do conhecimento — CONSTANÇA RIGUEIRO, ISABEL VALENTE, EDUARDO PEREIRA, JOÃO PEREIRA E JOSÉ PAULO L. DE ALMEIDA

### 44\_45 ESTUDO DE CASO Reabilitação do Titan — FILIPE SANTOS, ALEXANDRE FONSECA E LUIS REIS

### 46\_48 MERCADO



massas, enquanto alguns equipamentos de controlo de movimento foram emprestados, com mais ou menos adaptações, da indústria automóvel, como é o caso dos braços robóticos.

Outros elementos, como por exemplo sistemas de monitorização de qualidade, foram recolher inspiração e componentes técnicos à indústria alimentar. Com o desenvolvimento das necessidades especiais da indústria de impressão 3D, outros equipamentos foram também desenvolvidos ou adaptados, como sistemas de controlo de movimento tipo Gantry ou cabeças de impressão para aplicações especiais, entre outros.

No que refere à implementação, há um aspeto fundamental a considerar: onde imprimir os elementos no âmbito do processo construtivo. A escolha do local de impressão dos elementos deverá ser sempre ponderada de modo a

oferecer um balanço otimizado entre *off-site* e *on-site*. Esse equilíbrio deverá ter por base aspetos não só de natureza económica, mas também ambiental, pesando os prós e contras de cada opção para minimizar o impacto e otimizar os recursos.

Se, por um lado, a impressão *on-site* dispensa a necessidade de deslocações e permite a impressão de objetos maiores, a impressão *off-site* garante, à partida, uma maior qualidade do produto final, uma vez que a impressão decorre num ambiente controlado.

Assim, tendo por base estas considerações, rapidamente se percebe que, da mesma forma que não fará sentido deslocar um sistema de impressão para imprimir um objeto que pode ser facilmente transportado por um veículo ligeiro ou mesmo pesado sem necessidades especiais, também não fará sentido imprimir pontes ou casas a mil km de distância. É, por

isso essencial, uma boa análise de todas as componentes do processo, para definir o melhor, e mais sustentável, curso de ação.

#### VANTAGENS DA IMPRESSÃO 3D PARA O SETOR DA CONSTRUÇÃO

Uma das maiores vantagens da tecnologia de impressão 3D é o facto de possibilitar uma redução significativa de tempo, do desperdício e de recursos, desde o início do projeto até à realização dos elementos. Essa diminuição é assegurada pelo facto de, após a validação do modelo base, o design de elementos estruturais de casas, obras de arte ou elementos decorativos, por exemplo, estar à distância de apenas um clique.

No entanto, a impressão 3D transcende a operacionalidade, impactando também, de forma



MADE in ITALY

## SOLUÇÕES PARA A CONTABILIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E DE CALOR

M-Bus

M-Bus

GMS

NB-IoT

LoRaWAN



CONTADOR DE ÁGUA RESIDENCIAL

CONTADOR DE ÁGUA INDUSTRIAL

CONTADOR DE CALOR

ALPHA ENGENHARIA

Tel. 220 136 963 · info@alphaengenharia.pt · www.alphaengenharia.pt