

## Programa Ambiente, Alterações Climáticas e Economia de Baixo Carbono

'Programa Ambiente'

*Espaço Económico Europeu (EEA) Mecanismo Financeiro 2014-2021*

### 07\_Call#2\_CircularBuild – Desenvolvimento e Validação do Conceito de Circularidade Aplicada à Construção Pré-Fabricada Modular

*Accordingly, with the Articles 25.2.j) and 29.4 of the 'Applicants Guide for Financing of Projects Supported by Environment, Climate Change and Low Carbon Economy Programme'*

[https://www.eeagrants.gov.pt/media/2994/applicants-guide-for-financing-eea-grants\\_environment-projects\\_28112019.pdf](https://www.eeagrants.gov.pt/media/2994/applicants-guide-for-financing-eea-grants_environment-projects_28112019.pdf)

### ATIVIDADE A.2 – Preparação de Amostras e Validação Industrial

D2.1 – Relatório com as Adaptações ao Processo Produtivo dos Novos Materiais

O operador do programa:



AMBENTE E AÇÃO CLIMÁTICA

Promotor:



Jaime Silva | ARQUITETO

Copromotores:



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



## Ficha Técnica

Autoria:

Jaime Alberto Fernandes da Silva, Arquiteto – CONCEXEC

Diana Xará Aguiar da Silva, Arquiteta – CONCEXEC

Xavier Francisco Resende da Silva, Arquiteto – CONCEXEC

João Pedro Ferreira dos Reis – Arquiteto – CONCEXEC

Oliveira de Azeméis, 2023-03-31

## Resumo

O Projeto “CircularBuild – Desenvolvimento e Validação do Conceito de Circularidade Aplicada à Construção Pré-fabricada Modular”, visa a investigação de materiais alternativos para os painéis que viabilizem a completa circularidade do sistema construtivo Pré-fabricado Modular CircularBuild, reduzindo o consumo de recursos e a produção de resíduos, potencializando o reaproveitamento dos componentes, e contribuindo para o novo paradigma de “Edifícios Carbono Zero”. O Sistema construtivo Pré-fabricado Modular CircularBuild, encontra-se descrito ao longo deste entregável.

O Projeto CircularBuild, financiado pelos EEA Grants e operado pela Secretaria-Geral do Ambiente e Ação Climática, ao abrigo do Programa Ambiente, apresenta as seguintes seis atividades:

- **Atividade 1** – Estudo e Definição das Exigências Funcionais de Materiais Alternativos;
- **Atividade 2** – Preparação de Amostras e Validação Industrial;
- **Atividade 3** – Ensaios de Validação Funcional – Âmbito Laboratorial;
- **Atividade 4** – “Construção Piloto” CircularBuild;
- **Atividade 5** – Promoção e Disseminação de Resultados;
- **Atividade 6** – Gestão do Projeto.

Este documento reúne os elementos explicativos e documentais inerentes à Atividade 2, nomeadamente à formalização do entregável ***“D2.1\_Relatório com as Adaptações ao Processo Produtivo dos Novos Painéis”***.

## Índice

Ficha Técnica .....	2
Resumo.....	3
Índice .....	4
1.    Introdução .....	5
1.1.    Aspectos Gerais.....	5
2.    Processo de Fabrico .....	7
2.1.    Matérias-Primas .....	8
3.    Funcionamento do Fabrico dos Painéis .....	10
3.1.    Esquema funcional .....	10
3.2.    CIRCUITO A – Matéria-prima do Interior dos Painéis .....	11
3.3.    CIRCUITO B – Matéria-prima da Estrutura dos Painéis.....	11
3.4.    CIRCUITO A/B – Montagem Final .....	12
3.5.    POSTO D – Produto Final.....	12
3.6.    POSTO E – Ferramentaria.....	12
3.7.    POSTO F – Resíduos.....	13
Assinaturas .....	14

## 1. Introdução

### 1.1. Aspetos Gerais

No âmbito da “*Atividade 2 – Preparação de Amostras e Validação Industrial*”, encontra-se definida a execução das seguintes atarefas:

- **T2.1** – Adaptação do Processo Produtivo aos Novos Materiais/Componentes;
- **T2.2** – Preparação de Amostras;
- **T2.3** – Estudo de Integração das Infraestruturas Técnicas;

A “*Atividade 2 – Preparação de Amostras e Validação Industrial*”, é composta por 3 entregáveis, tal como apresentado abaixo, sendo alvo deste documento o “**D2.1\_Relatório com as Adaptações ao Processo Produtivo dos Novos Painéis**”:

**D2.1\_Relatório com as Adaptações ao Processo Produtivo dos Novos Painéis;**

D2.2\_Novas Amostras de Painéis;

D2.3\_Registo dos Painéis Construídos.

As fichas técnicas dos novos painéis, apresentadas no decorrer do presente documento, visam a apresentação da nova solução construtiva, assente sobre os requisitos para uma homologação nacional, de acordo com o artigo 17.º do (RGEU, 1951) e os requisitos básicos da construção para uma avaliação técnica europeia (RPC, 2011):

- Resistência Mecânica e Estabilidade;
- Segurança Contra Incêndio;
- Higiene, Saúde e Ambiente;
- Segurança e Acessibilidade na Utilização;
- Proteção Contra o Ruído;
- Economia de Energia e Isolamento Térmico;
- Utilização Sustentável dos Recursos Naturais.

À data, como referido no documento “**D.3.1 – Caracterização dos Painéis a Nível Funcional e Mecânico**”, ainda não existe um documento de avaliação técnica europeia aplicável a este tipo de solução construtiva pré-fabricada modular, nomeadamente, CircularBuild, tendo sido considerados com as devidas adaptações os guias (EAD 130087-00-0024, 2017) e as exigências

ATIVIDADE A.2, D2.1 - Relatório com as Adaptações ao Processo Produtivo dos Novos Materiais 07\_Call#2\_CircularBuild – Desenvolvimento e Validação do Conceito de Circularidade Aplicada à Construção Pré-Fabricada Modular

da regulamentação nacional (ex. RGEU, 1951; RRAE, 2008; SCE, 2020; SCIE, 2008) e os Eurocódigos Despacho Normativo n.º 21/2019 de 17 de setembro de (Eurocódigos, 2019) e a experiência do LNEC no estudo de soluções construtivas inovadoras.

Deste modo, o objetivo deste entregável é demonstrar todo o processo fabrício desde a receção da matéria-prima até ao produto pronto.

## 2. Processo de Fabrico

O fabrico dos painéis em unidade industrial, é realizado tendo como utilização os materiais e procedimentos abaixo descritos de forma sucinta, em função da sua utilização:

1. Perfis de alumínio extrudido com a referência para a realização da estrutura dos painéis, como descrito para cada uma das variantes: NZ.644.008, NZ.644.009, NZ.644.010 e NW.470.001;
2. Placas de AGEPLAN DWD Protect de 16 mm de espessura, como extrato resistente, aplicado na face exterior e interior do painel;
3. Placas de XPS com 100 mm de espessura, destinado ao isolamento térmico dos painéis e integração das infraestruturas através da maquinado dos negativos;
4. Placas de XPS de 50 mm de espessura para fazer o isolamento térmico dos painéis;
5. Aplicação de Cola para ligação das placas de XPS (100mm) com XPS (50mm) e as placas de AGEPLAN DWD Protect de 16 mm;
6. Parafusos de aço inox para ligação do quadro de reforço ao aro (PCL203 Aço Fosf 3.5X25 FT – fichas técnicas em anexo);
7. Vigas de madeira lamelada colada para os painéis de pavimento intermédio de 4, 5 e 6 m de comprimento;
8. Travamento de madeira para realizar as ligações entre painéis;

Para a conclusão dos trabalhos de acabamento em obra são necessários os seguinte materiais e procedimentos:

9. Execução de fundações em betão, aço ou madeira (não fazem parte do sistema CircularBuild);
10. Fixação dos painéis de pavimento à estrutura da fundação;
11. Aglomerado negro de cortiça de 40 mm de espessura, colado à face exterior dos painéis (AGEPLAN DWD Protect de 16 mm), através de argamassa de colagem NEUCE;
12. Aplicação de reboco delgado NEUCE para a superfície exterior e interior;
13. Aplicação de tinta, cerâmica e outros revestimento/acabamento inteiro a definir pelo utilizador e que não fazem parte do sistema CircularBuild;

Todo e qualquer, fabrico de painéis é iniciado a partir do planeamento desenvolvido pelo gabinete de I&D da Concrex, onde para cada obra são definidas as referência/variantes dos painéis a realizar, bem como, a definição de eventuais negativos com características específicas face aos negativos maquinados de forma standard, em todos os painéis.

Com este processo é emitido um esquema de produção e respetiva montagem em obra de acordo com as especificidades de cada projeto.

## 2.1. Matérias-Primas

Para o fabrico dos painéis são utilizadas as seguintes matérias-primas.

MATERIAL	FORNECEDOR	ORIGEM	TRANSPORTE	EMBALAGEM	DIMENSÕES	ARMAZENAMENTO	RESÍDUOS	
Estrutura Alumínio	(T) NZ.644.008	NAVARRA	Braga PT	Cargas Standard parciais de empresa contratada pelo fabricante.	Perfis de alumínio envolvidos em filme e ligadas por bandas de plástico em conjuntos de: NZ.644.008 – 8 barras NZ.644.009 – 12 barras NZ.644.010 – 20 barras NW.470.001 – 44 barras NZ.644.006 – 24 barras	100 x 106.2 x 6000mm	Stock separado por tipo de perfil em local limpo, ventilado, sem humidade e sem contacto com substâncias danosas. Armazenamento na posição horizontal.	Alumínio: Venda para Reciclagem César Azevedo Oliveira, Lda.  Embalagem: Reciclagem ECOVISÃO - Tecnologias do Meio Ambiente, Lda.
	(L) NZ.644.009					36.23 x 100 x 6000mm		
	(I) NZ.644.010					20.3 x 100 x 6000mm		
	(E) NW.470.001					15.74 x 31.28 x 6000mm		
	Cantoneira NZ.644.006					49 x 49 x 6000mm		
Madeira	Viga madeira lamelada colada	JULAR	Vila Nova da Rainha PT	Cargas Standard parciais de empresa contratada pelo fabricante.	Vigas lameladas envolvidas em plástico preto individualmente.	100 x 200 x 13500mm	Armazenamento na posição horizontal em local limpo, ventilado, sem humidade e sem contacto com substâncias danosas.	Madeira e Embalagem: ECOVISÃO - Tecnologias do Meio Ambiente, Lda.
	Reforço Perfis	Madeira sobrante de carpintaria			Sem embalagem.	Variáveis.	Armazenamento na posição horizontal em local limpo, ventilado, sem humidade e sem contacto com substâncias danosas.	ECOVISÃO - Tecnologias do Meio Ambiente, Lda.
	Travamento	Madeira sobrante de carpintaria			Sem embalagem.	Variáveis.	Armazenamento na posição horizontal em local limpo, ventilado, sem humidade e sem contacto com substâncias danosas.	ECOVISÃO - Tecnologias do Meio Ambiente, Lda.

Agepan DWD Protect 16mm	SONAE ARAUCO	Meppen Alemanha	Cargas Standard completas de empresa contratada pelo fabricante.	Painéis ligados por bandas de plástico e coberta com cartão ondulado. Base em MDF. Conjuntos de 48un.	16 x 1247 x 3000 mm	Armazenamento na posição horizontal em local limpo, ventilado, sem humidade e sem contacto com substâncias danosas.	Painéis e Embalagem: ECOVISÃO - Tecnologias do Meio Ambiente, Lda.
XPS 100	IBERFIBRAN	Ovar PT	Cargas Standard completas de empresa contratada pelo fabricante.	Base e apoios em XPS com cantos protegidos com cantoneiras em plástico e envolvidas em filme. Conjuntos de 13un.	3000 x 1000 x 100mm	Armazenamento na posição horizontal em local limpo, ventilado, sem humidade e sem contacto com substâncias danosas.	Resíduos e Embalagem: ECOVISÃO - Tecnologias do Meio Ambiente, Lda.
XPS 50				Base e apoios em XPS com cantos protegidos com cantoneiras em plástico e envolvidas em filme. Conjuntos de 26un.			
Aglomerado de Cortiça Expandida	AMORIM	Silves PT	Cargas Standard parciais de empresa contratada pelo fabricante.	Base em palete de madeira 1000x1000mm com conjuntos de 10 embalagens com 8unidades cada, envolvidas em filme plástico.	1000 x 500 x 40mm	Armazenamento na posição horizontal em local limpo, ventilado, sem humidade e sem contacto com substâncias danosas.	Resíduos e Embalagem: ECOVISÃO - Tecnologias do Meio Ambiente, Lda.
PU Soudal Pro 40P	SOUDAL	Rio de Mouro PT					
Parafusos PCL203 Aço Fosf 3,5X25 FT	PECOL	Águeda PT	Cargas BUS parciais de empresa contratada pelo fabricante	Em caixas de papel.	3,5X25 FT	Em caixas ou embalagens em local limpo, ventilado, sem humidade, sem contacto com substâncias danosas e ao abrigo de luz.	Embalagem: ECOVISÃO - Tecnologias do Meio Ambiente, Lda.

### 3. Funcionamento do Fabrico dos Painéis

#### 3.1. Esquema funcional

Para o processo de produção dos painéis em unidade industrial, foi desenvolvido, um esquema de funcionamento e articulação dos procedimentos desde o armazenamento das matérias-primas ao Produto Final.

O esquema apresentado, assenta sobre o chão de fábrica da unidade industrial UNUSHOME, em Oliveira de Azeméis, onde se encontra a produção de todos os painéis desenvolvidos ao abrigo do Projeto CircularBuild.

Todo o processo de fabrico, encontra-se organizado visando a otimização dos procedimentos, mas sobretudo a execução dos trabalhos em segurança para os trabalhadores, no manuseamento de maquinarias, ferramentas ou matérias primas.

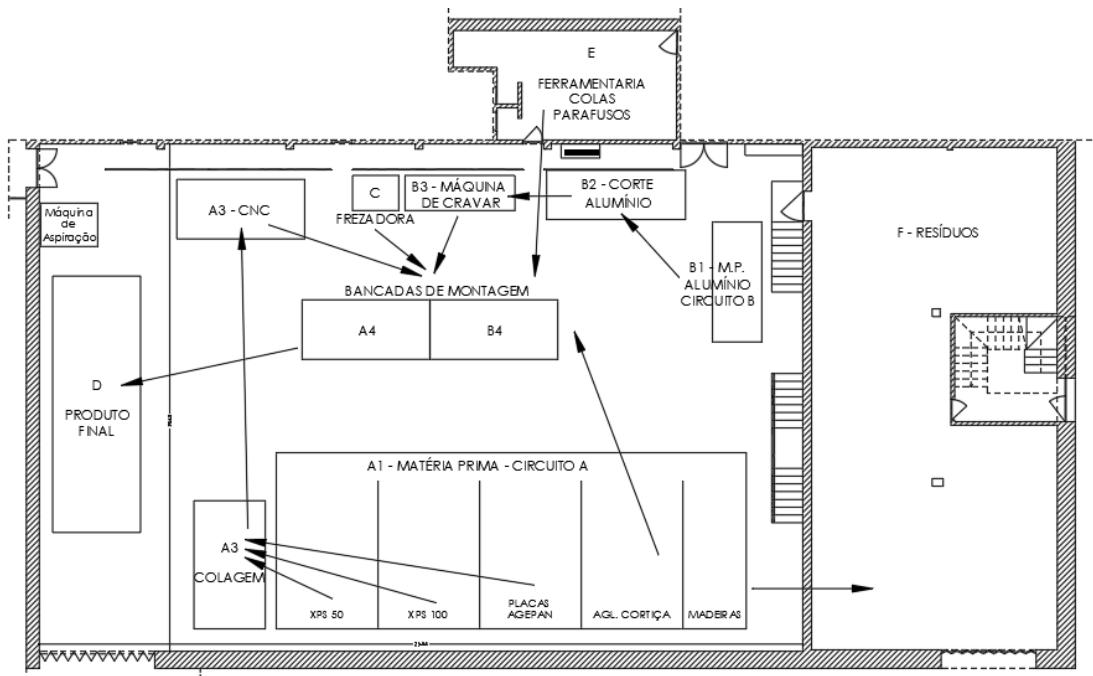


Figura 1. Esquema da linha de montagem dos painéis.

### 3.2. CIRCUITO A – Matéria-prima do Interior dos Painéis

	<b>ARMAZENAMENTO DE XPS 50, XPS100, AGEPLAN, AGLOMERADO DE CORTIÇAS E MADEIRAS</b>
<b>POSTO A1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenamento na posição horizontal em local limpo, ventilado, sem humidade e sem contacto com substâncias danosas.</li> <li>• O planeamento de cada tipo de painel define as colagens necessárias entre materiais e respetivas espessuras.</li> <li>• A colagem entre materiais é feita no posto A2.</li> <li>• Caso não seja necessário fazer colagem a ouro material, o suporte passa diretamente para maquinção na CNC, posto A3.</li> </ul>
<b>POSTO A2</b>	<b>COLAGEM ENTRE XPS, PLACAS DE AGEPLAN E AGLOMERADO DE CORTIÇA</b>
<b>POSTO A3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A colagem entre materiais é feita no posto A2 de acordo com o planeamento de cada painel.</li> <li>• O processo de colagem implica a aplicação do adesivo de forma uniforme com o auxílio de uma talocha dentada num dos materiais a colar. São juntas as duas partes a colar, no prazo máximo de 15 minutos, e mantidas prensadas durante, pelo menos, 3 horas.</li> <li>• Durante a cura, são aplicados grampos de modo a atingir a máxima resistência final possível.</li> </ul>

### 3.3. CIRCUITO B – Matéria-prima da Estrutura dos Painéis

	<b>ARMAZENAMENTO DE PERFIS EM ALUMÍNIO</b>
<b>POSTO B1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stock separado por tipo de perfil em local limpo, ventilado, sem humidade e sem contacto com substâncias danosas. Armazenamento na posição horizontal.</li> <li>• O planeamento de cada tipo de painel define as diferentes partes, dimensões e tipo de perfil a encaminhar para corte no POSTO B2.</li> </ul>
<b>POSTO B2</b>	<b>CORTE DE ALUMINIO</b>
<b>POSTO B3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neste posto, a máquina de corte de alumínio maquina os perfis para estrutura, cantoneiras e perfis de arranque de acordo com o planeamento de estrutura de cada painel e respetivo desenho.</li> <li>• A informação de corte é disponibilizada em formato digital e analógico.</li> <li>• As peças já cortadas de acordo com o planeamento são encaminhadas para o posto C3 para montagem da estrutura ou diretamente para o posto C4, caso não seja necessário ir à máquina de cravar, ou seja, o perfil seja parafusado, como no caso dos perfis de arranque.</li> </ul>

ATIVIDADE A.2, D2.1 - Relatório com as Adaptações ao Processo Produtivo dos Novos Materiais 07\_Call#2\_CircularBuild – Desenvolvimento e Validação do Conceito de Circularidade Aplicada à Construção Pré-Fabricada Modular

POSTO C	<b>FRESA</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A fresadora maquina essencialmente peças de arranque e pequenos detalhes necessários de acordo com o planeamento dos painéis.</li> </ul>

### 3.4. CIRCUITO A/B – Montagem Final

POSTO A4/B4	<b>MONTAGEM DE TODAS AS PARTES</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neste posto recebe conjuntos de placas maquinadas do circuito A, peças de encaixe do posto C, esquadros e perfis do circuito B3 e usa parafusos do posto E para unir materiais.</li> <li>• Caso seja necessário reforçar o painel com elementos em madeira, são cortados e aplicados neste posto de trabalho.</li> <li>• É colada uma das faces dos painéis de AGEPAN (+ isolamentos) à estrutura de alumínio/madeira, montados os respetivos arranques e reforços com recurso a aparafusamento, e colada a outra face de AGEPAN (+ isolamentos). O processo de colagem implica a aplicação do adesivo de forma uniforme com o auxílio de uma talocha dentada num dos materiais a colar. São juntas as duas partes a colar, no prazo máximo de 15 minutos, e mantidas prensadas durante, pelo menos, 3 horas.</li> <li>• Durante a cura, são aplicados grampos de modo a atingir a máxima resistência final possível.</li> </ul>

### 3.5. POSTO D – Produto Final

POSTO D	<b>PRODUTO FINAL</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As peças devem ser armazenadas em local designado para o efeito, limpo, ventilado, sem humidade e sem contacto com substâncias danosas. Stock separado por tipo de painel e encomendas separadas do restante stock e prontas para transporte.</li> <li>• Cada conjunto de painéis é ligado com cinta plástica.</li> <li>• Todos os painéis de encomendas armazenados e prontos para transporte devem conter as seguintes informações e documentos: Identificação do Painel e da obra e Guia de remessa.</li> <li>• A embalagem é mantida na posição horizontal durante armazenamento até transporte para obra.</li> </ul>

### 3.6. POSTO E – Ferramentaria

POSTO E	<b>FERRAMENTARIA</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Local de armazenamento de ferramentas, parafusos e colas.</li> </ul>

### 3.7. POSTO F – Resíduos

	RESÍDUOS
POSTO F	<ul style="list-style-type: none"><li>• Local de armazenamento de resíduos provenientes da produção.</li><li>• Alumínio, venda para Reciclagem: César Azevedo Oliveira, Lda.</li><li>• Restantes resíduos e embalagens: ECOVISÃO - Tecnologias do Meio Ambiente, Lda.</li></ul>

## Assinaturas

### Projeto CircularBuild

Nome	
Data e Assinatura	
Cargo/Entidade	

### Operador de Programa – Secretaria Geral do Ambiente

Nome	
Data e Assinatura	
Cargo/Entidade	