



PRINCIPAIS RESULTADOS WP3 – CONNECT STONE



Financiado pela
União Europeia
NextGenerationEU

WP3 – CONNECT STONE

A3.1. Estudo e criação de modelos preditivos do comportamento da pedra (envelhecimento e empenamento), reforço de informação ao nível da 6ª (i.e. Sustentabilidade) e 7ª (i.e., Manutenção) dimensões do BIM; e desenvolvimento e teste de novos revestimentos “verdes” com propriedades hidrofóbicas ou antimicrobianas;

A3.2. desenvolver plataforma BLM Stone+, suportada em BIM e algoritmos de IA e machine learning, para apoiar a digitalização em particular da etapa de procurement;

A3.3. desenvolver dois protótipos demonstradores: " XRAY3D Scanner Block" e "BOWING LAB MACHINE"

PARCEIROS

01 ARROW4D

02 AIRELIMESTONES

03 CEI

04 DIMPOMAR

05 IPLEIRIA

06 JULIPEDRA

07 MARFILPE

08 SOLANCIS

09 UNIVERSIDADE DE ÉVORA

10 STREAM (Líder)



WP3

A3.1 - Ageing - Anticipating the Stone Behavior

TAREFAS A3.1

- A** RESISTÊNCIA AO EMPENO (EM COORDENAÇÃO COM A3.3)
- B** SÍNTESE DE NANOPARTICULAS COM PROPRIEDADES DE BIOCIDAS
- C** SÍNTESE DE *COATINGS* "VERDES"
- D** ANTECIPAÇÃO DOS PROCESSOS DE ENVELHECIMENTO

Garantir a **durabilidade** da **pedra** natural na arquitetura e engenharia civil exige **mais** do que tradição – **requer** diagnóstico antecipado, preciso, inovação e uma **abordagem** sustentável para **prevenir patologias** antes que se tornem irreversíveis através **modelos de antecipação**



WP3

RESISTÊNCIA AO EMPENO
(EM COORDENAÇÃO COM
A3.3)

O **protótipo** desenvolvido no WP3 e no projeto MA_4CLAD permite uma avaliação inovadora da degradação estrutural do mármore em fachadas, combinando monitorização contínua de gradientes térmicos e resistência mecânica ao longo dos ciclos de envelhecimento para prever e mitigar os efeitos do empeno.

| Método de ensaio baseado na norma **EN 16306**

| Ciclos em contínuo e medições de **gradientes térmicos** automatizadas

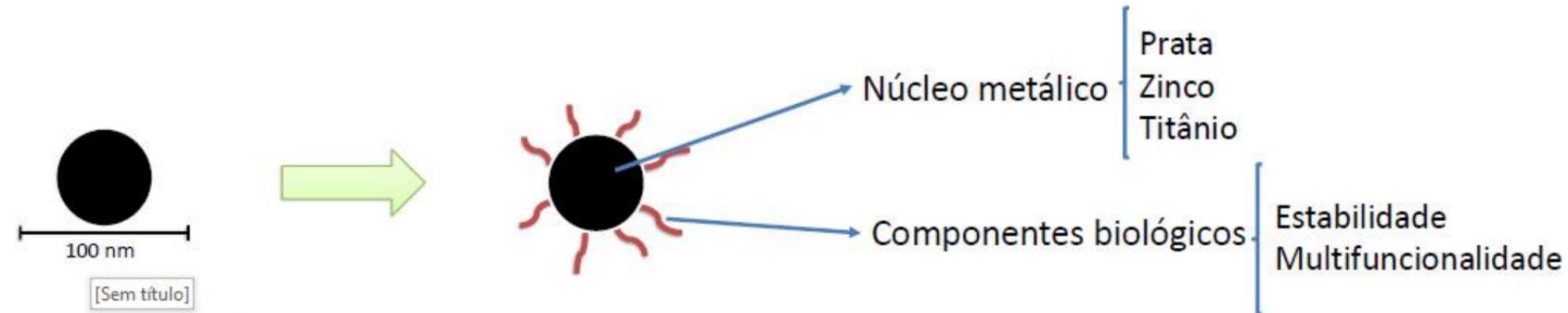
| Melhorar a **previsão da degradação do mármore** em fachadas, desenvolvendo coeficientes de decaimento específicos

WP3

SÍNTESE DE NANOPARTICULAS COM PROPRIEDADES DE BIOCIDAS



B. SÍNTESE DE NANOPARTICULAS COM PROPRIEDADES DE BIOCIDAS



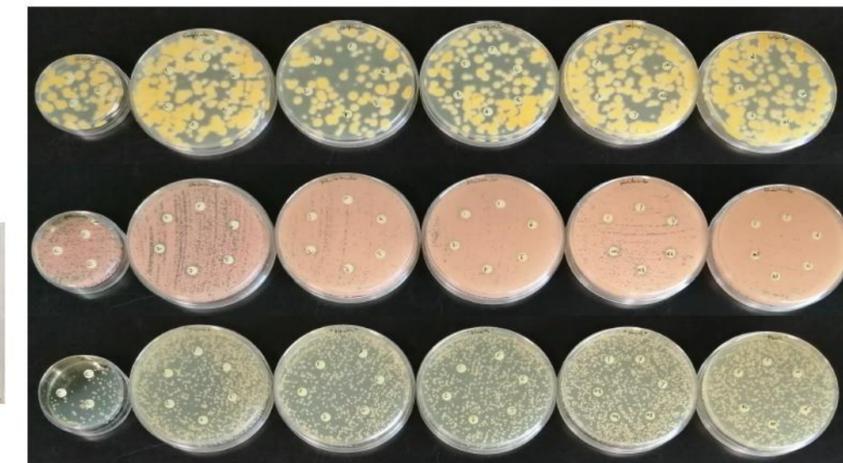
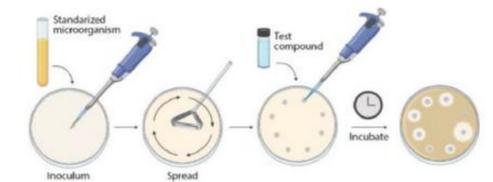
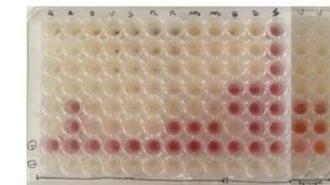
✓ Propriedades antimicrobianas (explorada pelo WP3)

✓ Propriedades fotocatalíticas

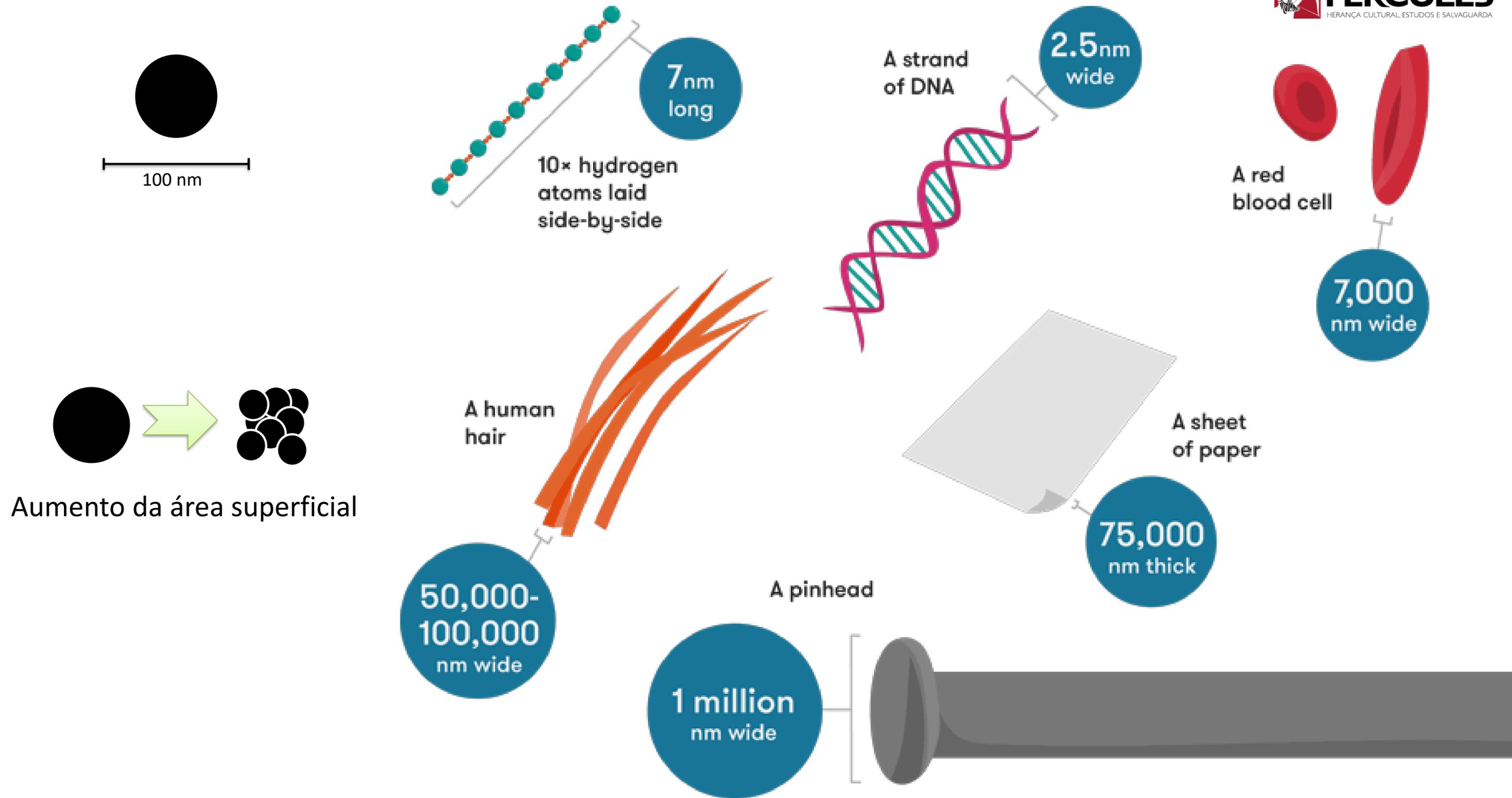


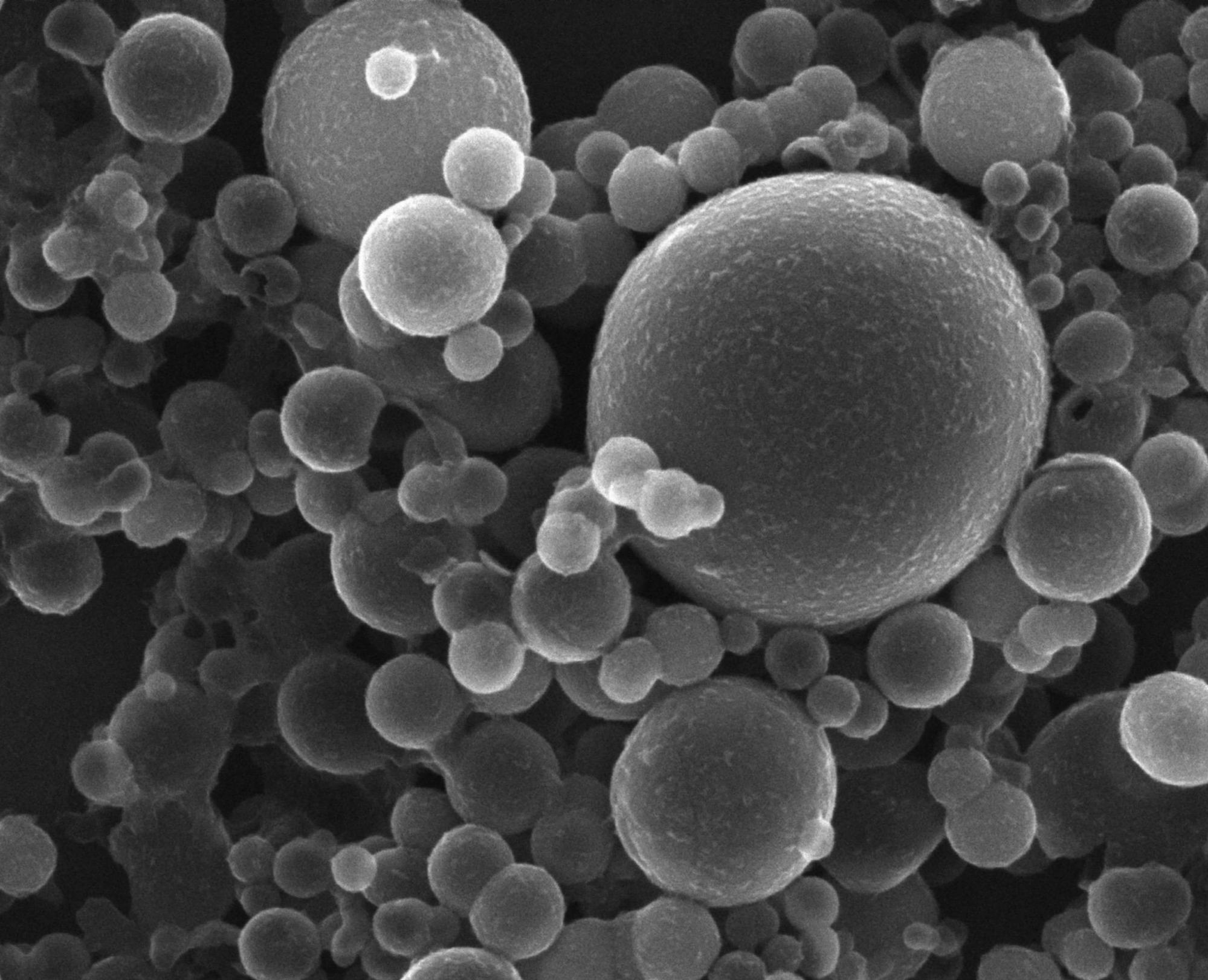
Potencial antimicrobiano

- Método de discos de difusão em Agar
- Viabilidade celular em meio líquido

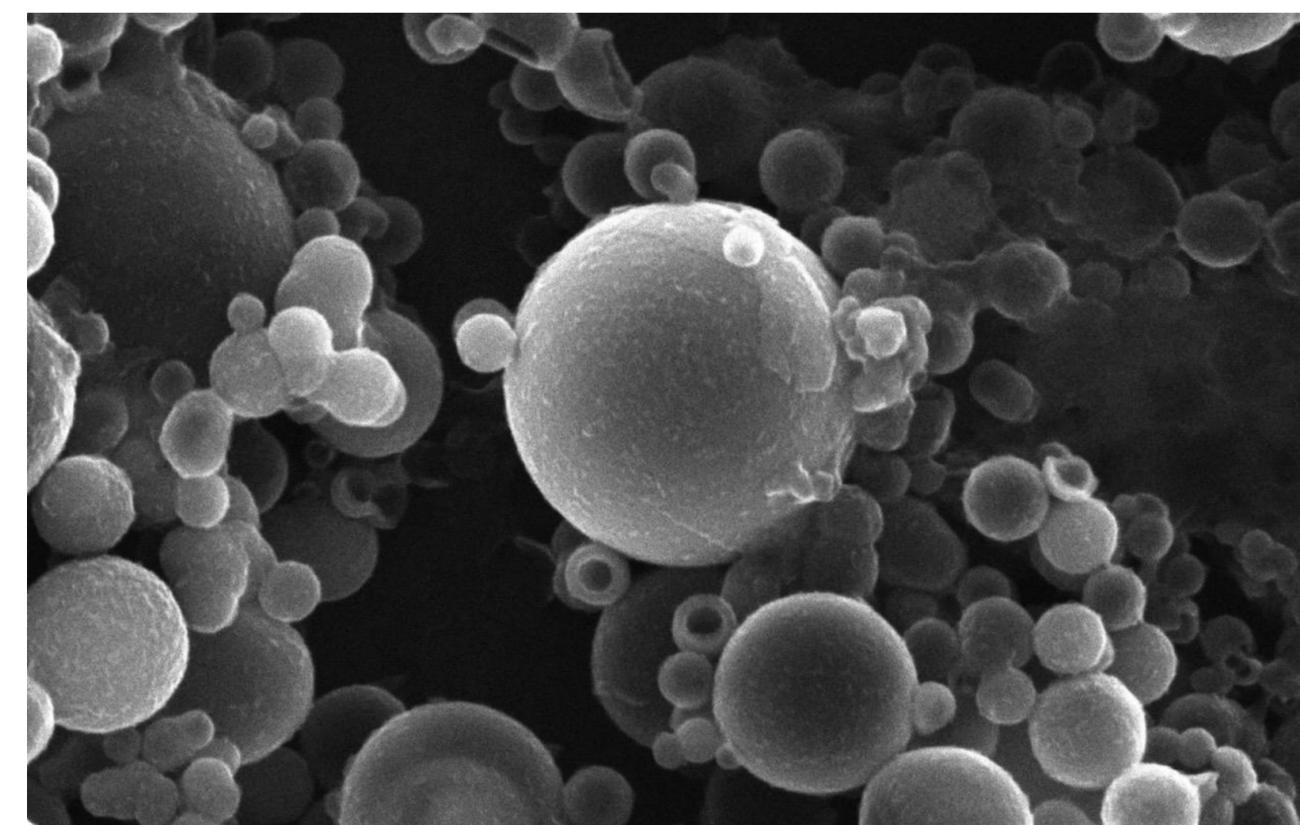
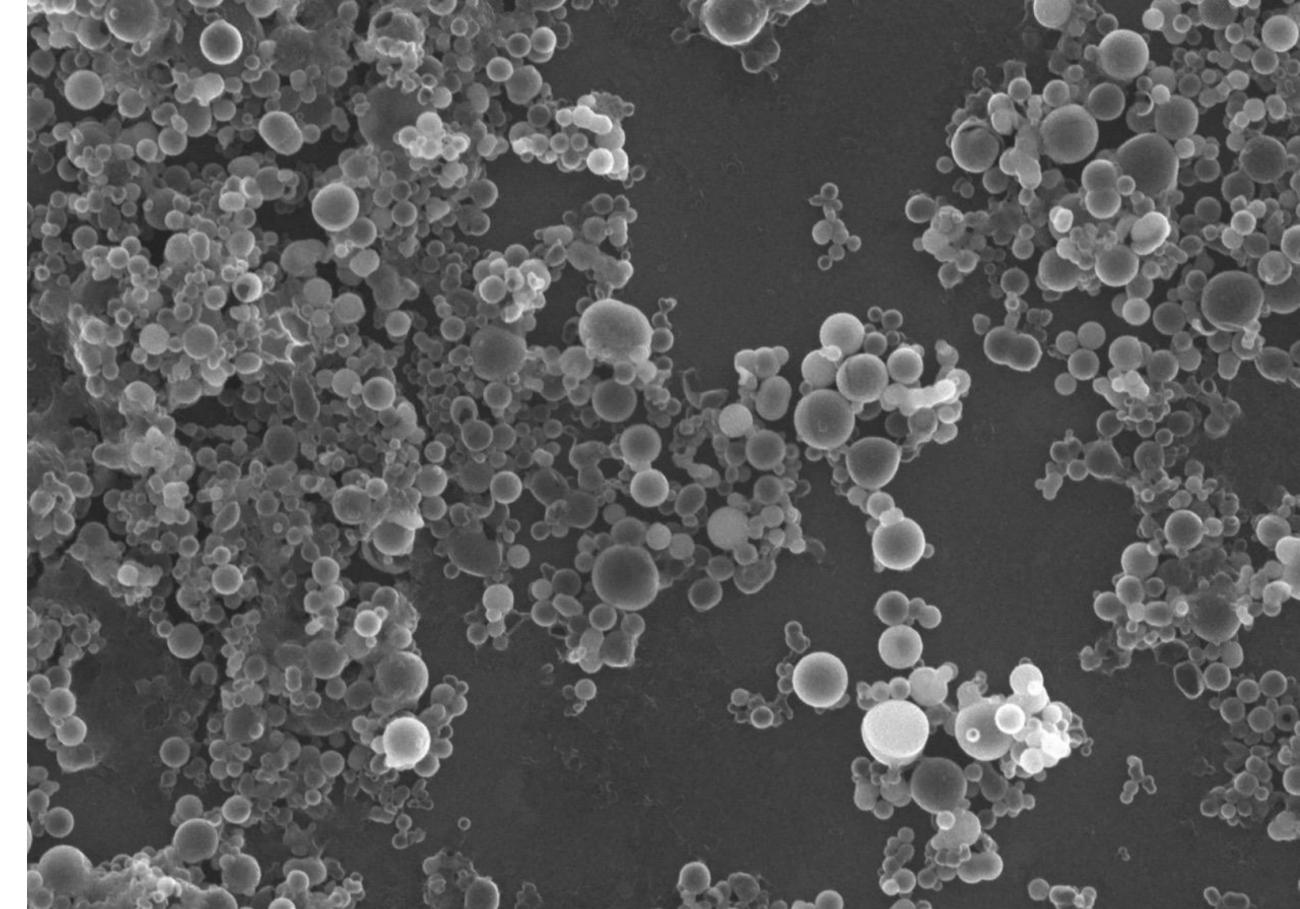


A3.1 - Ageing - Anticipating the Stone Behavior





<input type="checkbox"/>	WD 1.93 mm	BC 100 pA	500 nm	Mag 290 kx
Det MD	Scan Mode UH-RESOLUTION		Pressure HighVac	



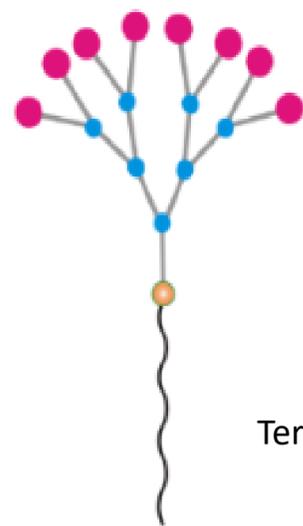
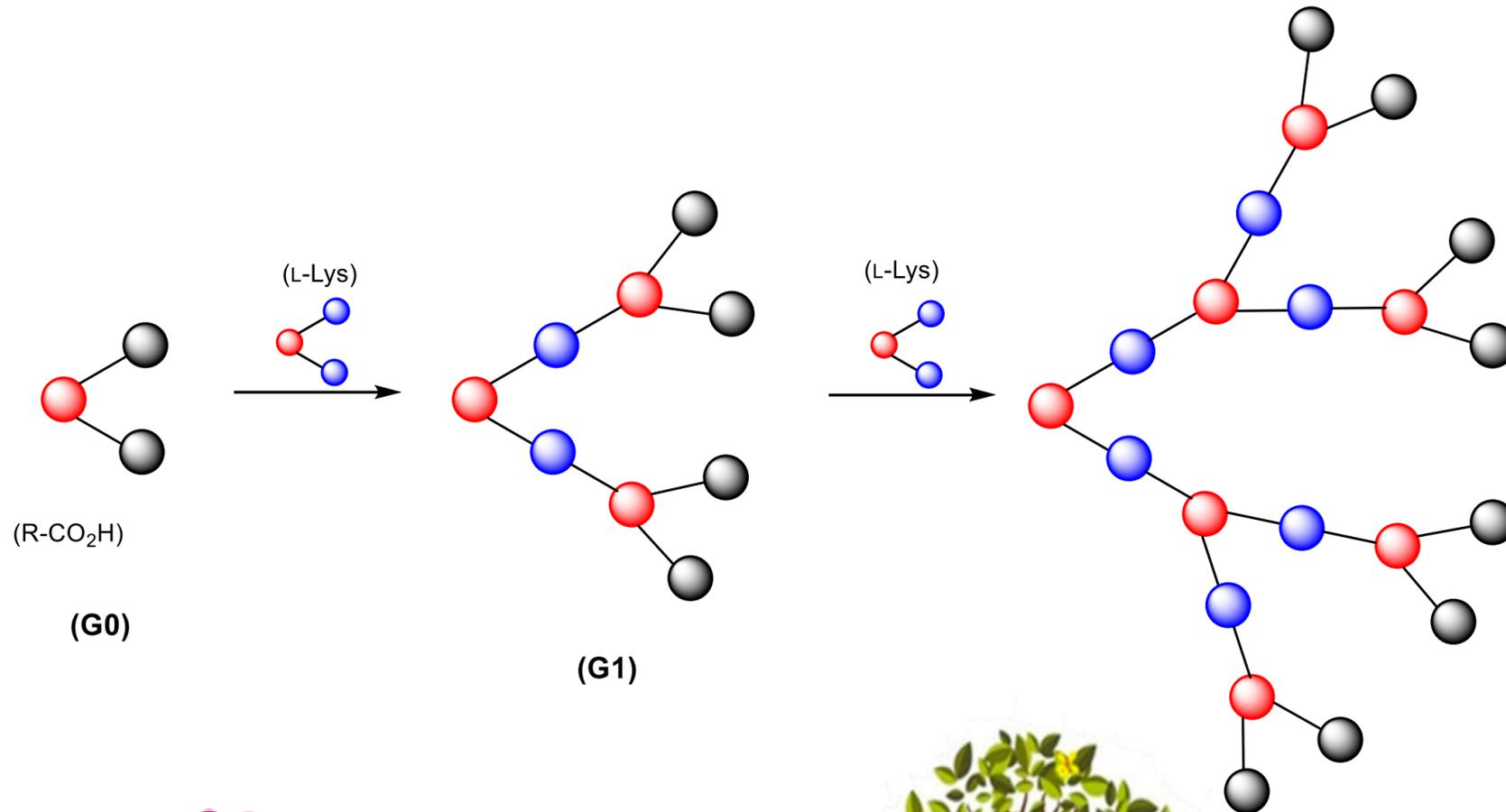
<input type="checkbox"/>	WD 1.91 mm	BC 100 pA	500 nm	Mag
Det	Scan Mode		Pressure	



WP3

SÍNTESE DE *COATINGS*
“VERDES”

Estratégia de síntese de novos *coatings* super-hidrofóbicos

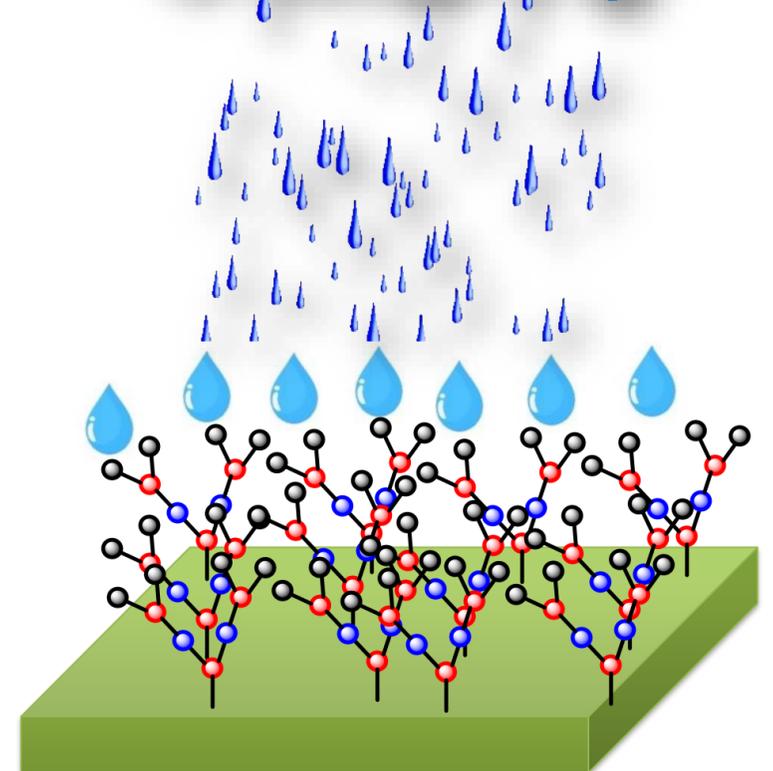
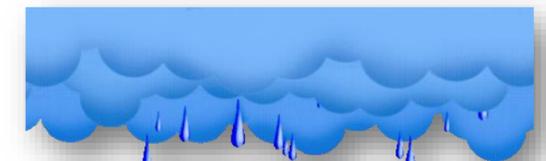
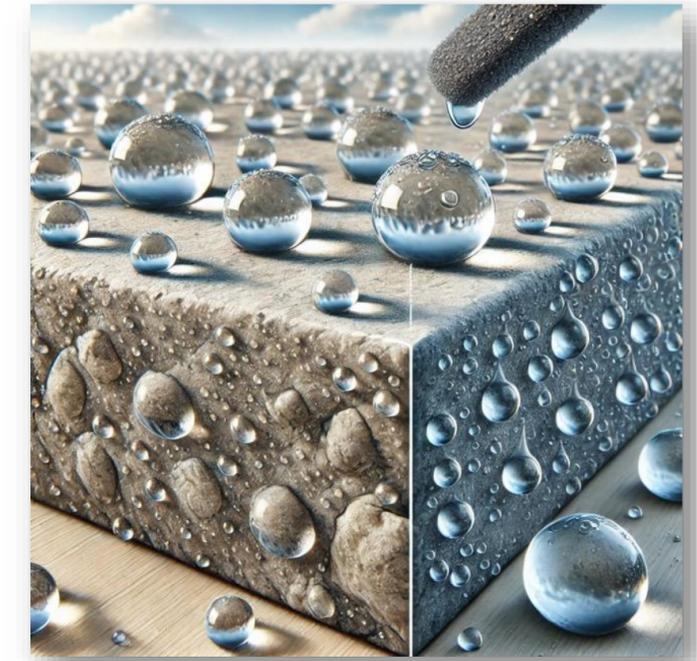


Terminal hidrofóbico

Terminal de adesão ao substrato

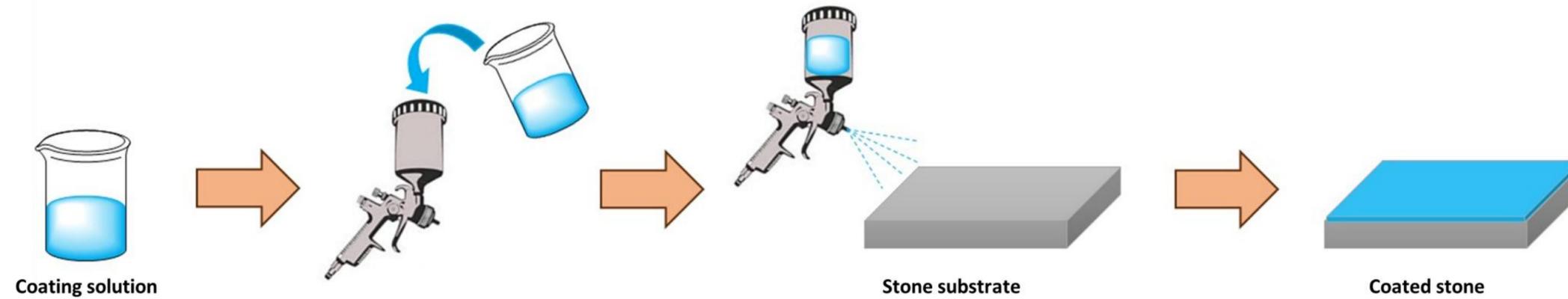


(G2)

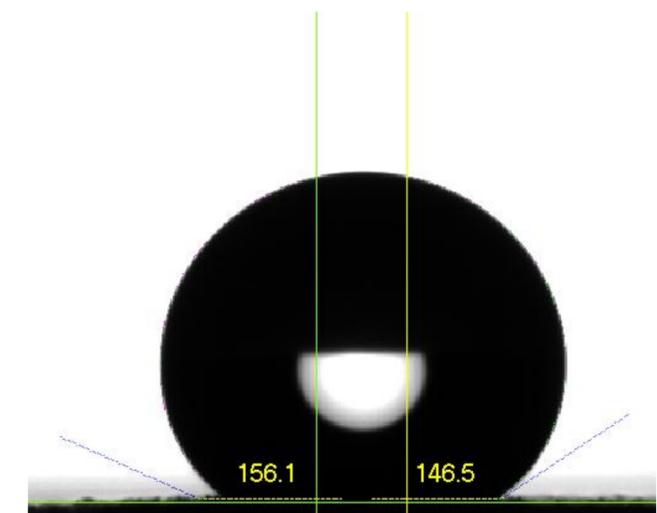
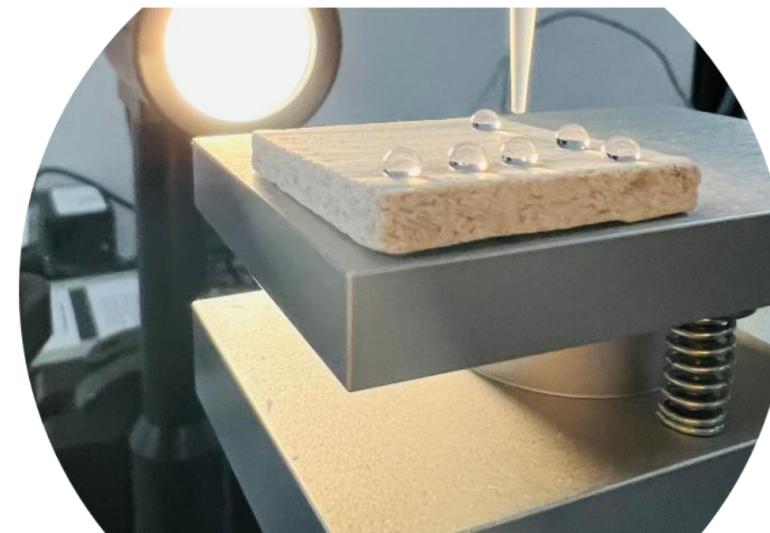
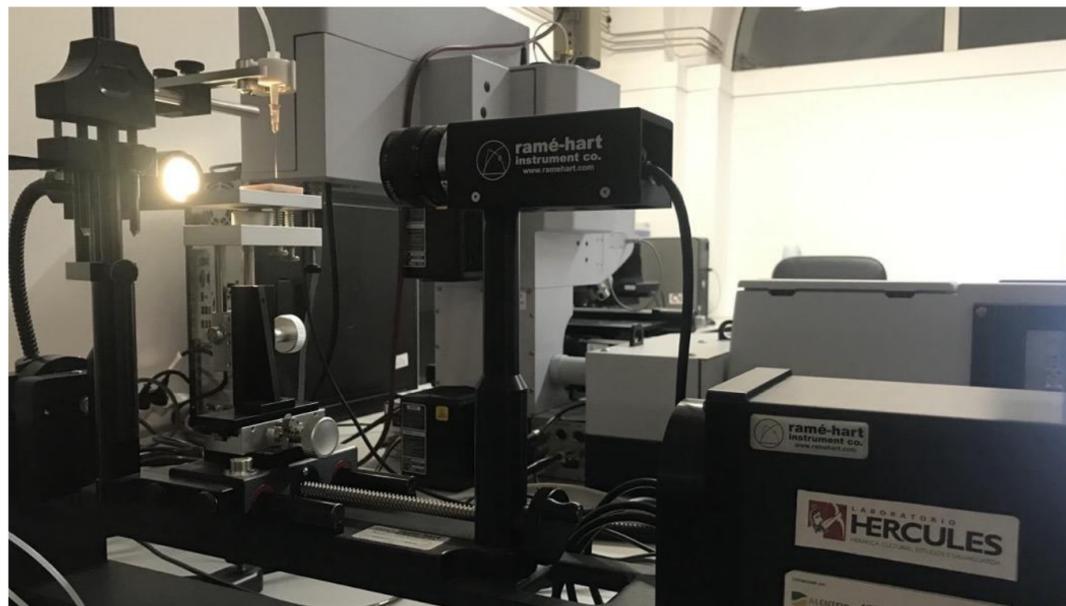


Propriedades hidrofóbicas dos novos revestimentos

1º Passo – Aplicação dos *coatings*



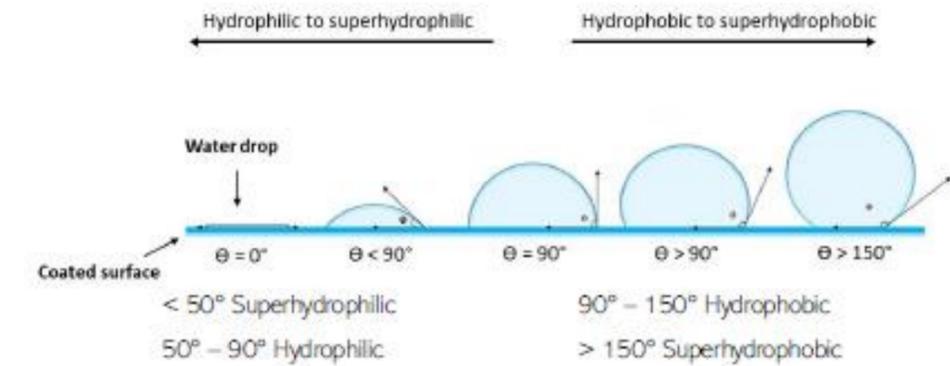
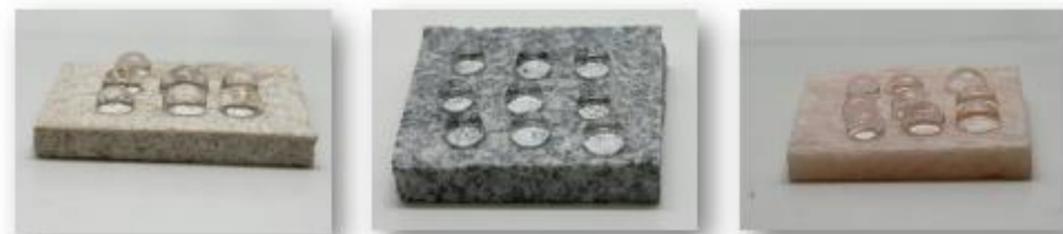
2º Passo – Estudo das propriedades hidrofóbicas



C. SÍNTESE DE *COATINGS* “VERDES”

Resultados

Litótipo	Ângulo de contato (θ)		
	Branco	Coating 1	Coating 2
Calcário	18.3 ± 0.4	165.0 ± 2.6	105.0 ± 4.3
Granito	23.7 ± 1.1	119.5 ± 7.0	102.4 ± 4.4
Mármore	38.1 ± 1.8	141.7 ± 3.6	96.1 ± 0.3



WP3

D. ANTECIPAÇÃO DOS PROCESSOS DE ENVELHECIMENTO

D. ANTECIPAÇÃO DOS PROCESSOS DE ENVELHECIMENTO

Modelos de previsibilidade

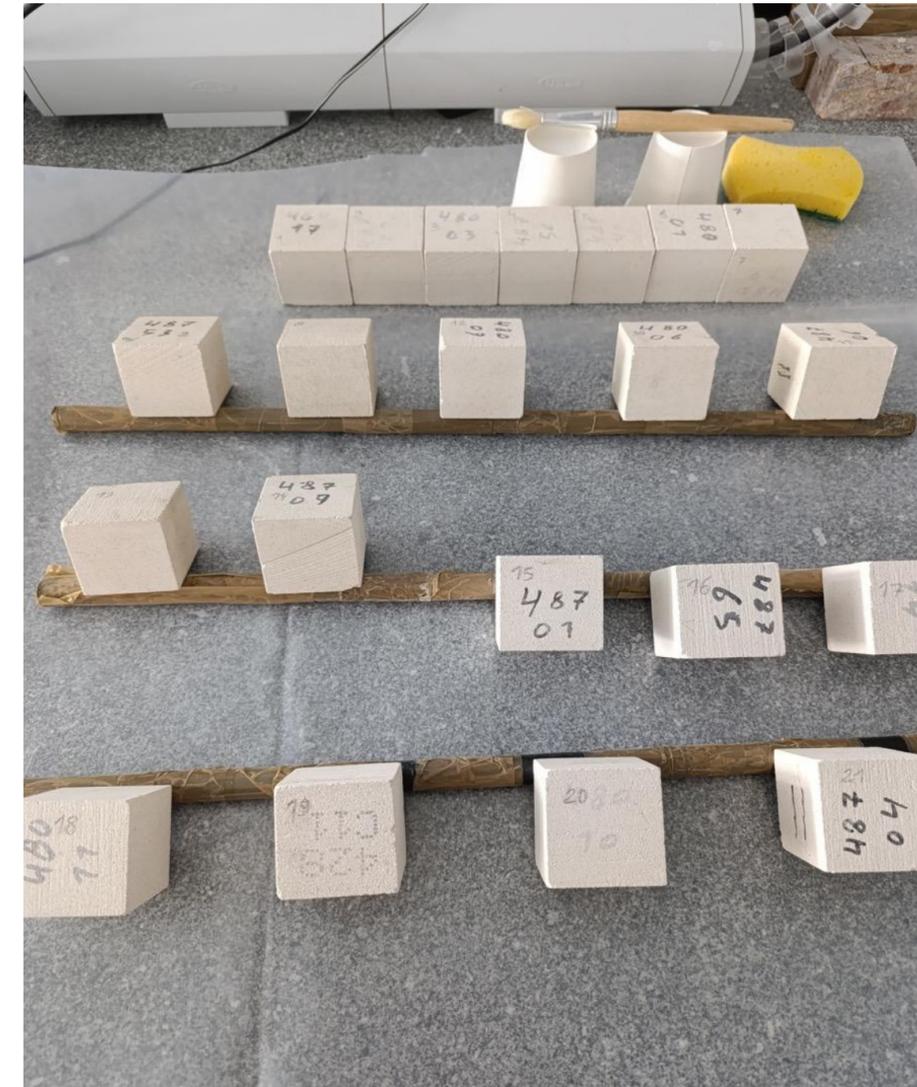
- A aplicação dos resultados em **modelos de previsão** permite **simular** o desempenho da **pedra natural** em **diferentes ambientes, condições de envelhecimento e climas**.
- **Aproximação** os ensaios de envelhecimento acelerado às **condições reais de um determinado local** garantindo um dimensionamento mais fiável e adaptado à durabilidade exigida.

AÇÃO DA AGUA DE CHUVA: MANCHAS DE HUMIDADE, ALTERAÇÃO DA COR



D. ANTECIPAÇÃO DOS PROCESSOS DE ENVELHECIMENTO

ESTUDO DE PATOLGIAS DE EDIFÍCIO MODERNOS EM DIFERENTES CLIMAS E CONDIÇÕES DE ENVELHECIMENTO



Aplicação e testes de durabilidade de produtos consolidantes e idrorepelentes



Previsibilidade da
eficácia de produtos
para conservação da
pedra

Degradação em presença de sais (infiltrações, exposição em ambiente marino)



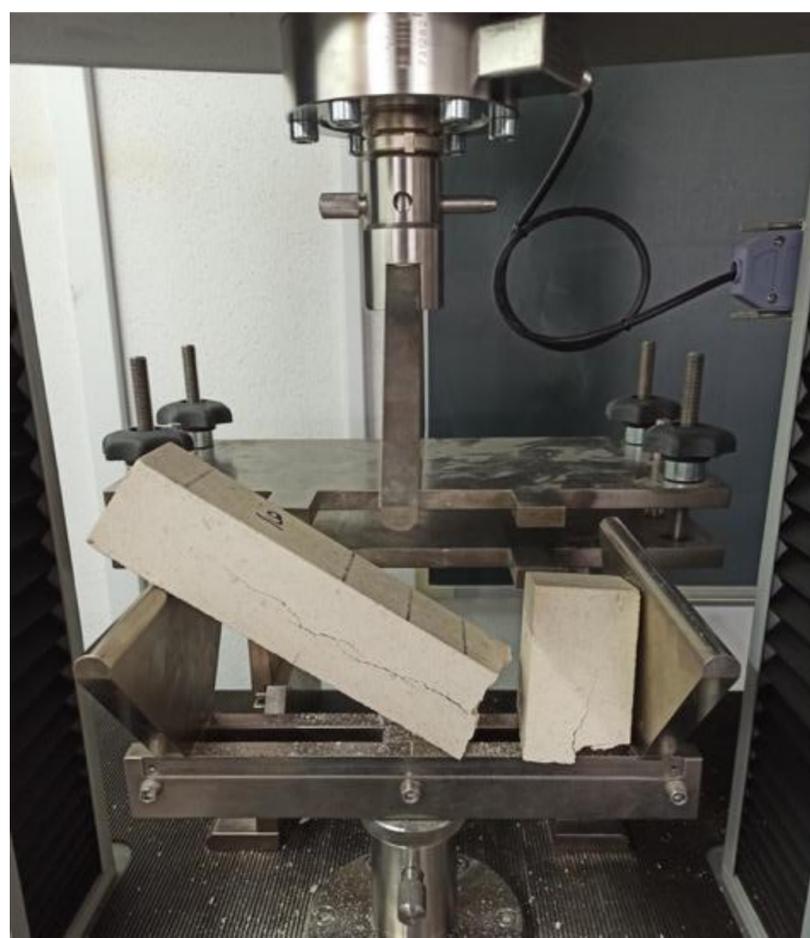
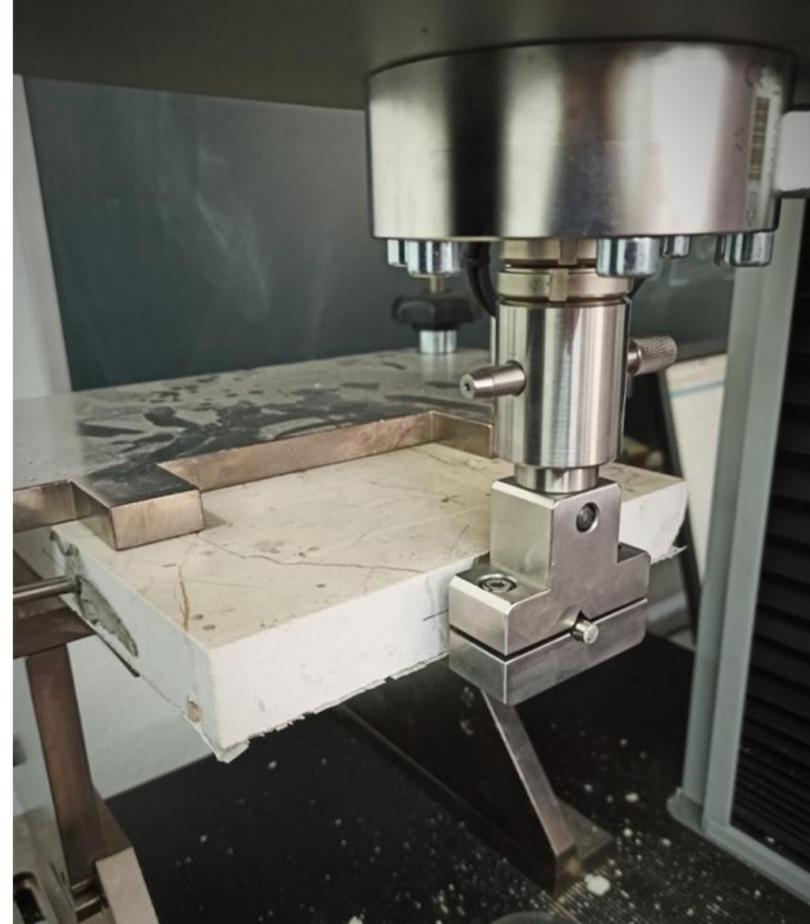
PRE TEST

AFTER MODIFIED EN 12370

AFTER EN 14147



A3.1 - Ageing - Anticipating the Stone Behavior



A **caracterização física e mecânica** da pedra natural, especialmente é essencial para garantir a **segurança** e a **durabilidade** das estruturas, permitindo um **dimensionamento** preciso que minimize **riscos de falha** e otimize a **performance** dos revestimentos ao longo do tempo.

D. ANTECIPAÇÃO DOS PROCESSOS DE ENVELHECIMENTO

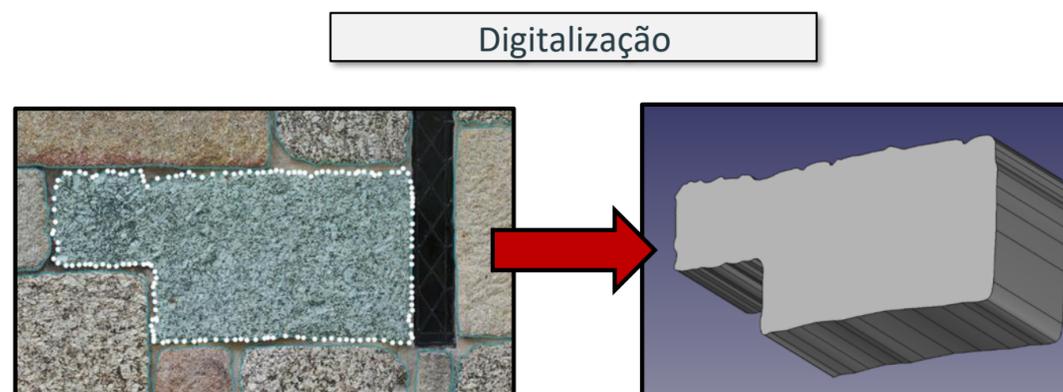
ESTUDO DE CASO DE S. JOÃO DE CALVOS (GUIMARÃES, 13º CENT. AD)



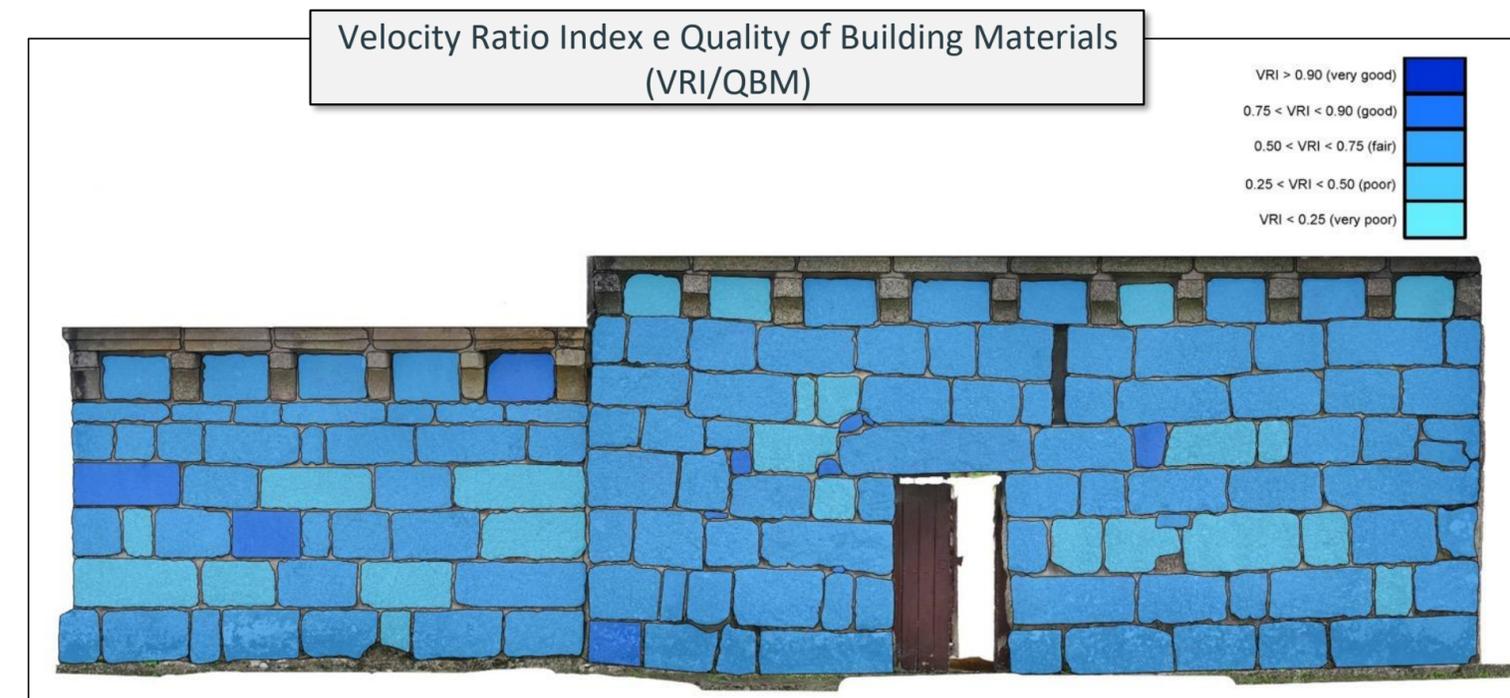
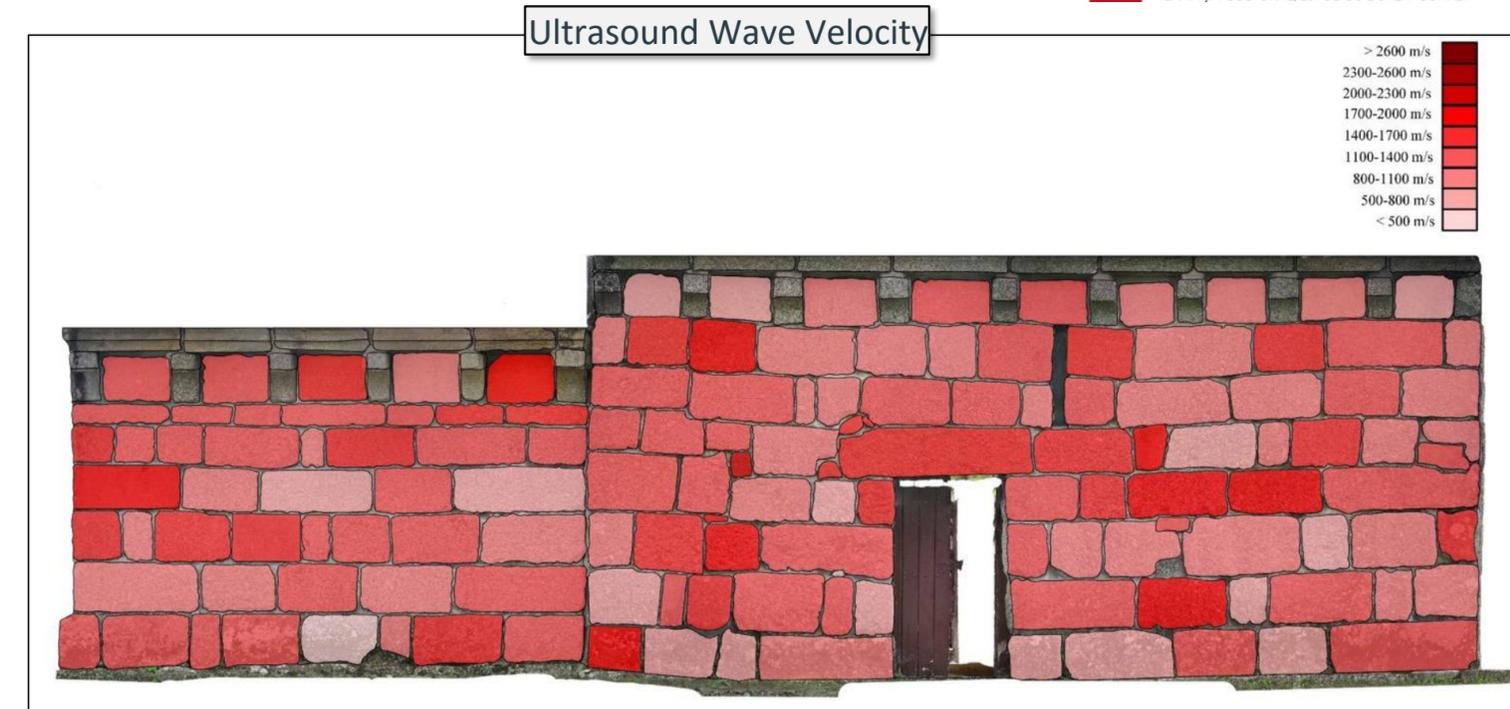
Inteligência artificial e visão computacional

Vantagens

- Reduzir tempo e custos na digitalização
- Reduzir a probabilidade de erro humano
- Identificação semiautomática de falhas e desgaste
- Mapas automáticos de avaliação de qualidade



IA – inteligência artificial | CV – visão computacional





**Modelos HBIM que permitam
acompanhar e medir as alterações em
património com pedra natural**

Tarefas em curso

Modelos de IA e CV

Modelo de apoio à digitalização

Modelo de apoio à identificação de patologias

Filtros de apoio à análise técnica

Rotinas automáticas para gerar mapas de
qualidade

Novas funcionalidades da plataforma

Registar temporal das inspeções periódicas

Relatórios de intervenções e manutenções

Relatórios de processo evolutivo de patologias

Prever e planear necessidades de manutenção



Ativ. 3.2. Bim Library & Marketplace



- 01** OBJETIVOS
- 02** DESCRIÇÃO DA PLATAFORMA
- 03** PRINCIPAIS FUNCIONALIDADES
- 04** PRÓXIMOS PASSOS

O que é a Plataforma ?

- A plataforma **BIM Library Marketplace** (BLM) tem como objetivo otimizar a **comunicação** entre clientes e fornecedores do **setor da pedra natural**, facilitando o **contacto inicial** e a **personalização de produtos**, com total suporte à metodologia BIM.
- Através de **ficheiros IFC**, os utilizadores podem efetuar encomendas personalizadas. Os fornecedores qualificados recebem os pedidos e negociam diretamente com os clientes, prestando apoio técnico sempre que necessário.
- Além das encomendas personalizadas, a plataforma funciona como um **marketplace** e uma **biblioteca** agregadora de **produtos em pedra natural**.
- A plataforma também permite **acompanhar**, em tempo real, a **execução das encomendas**.

The logo for BIM Library Marketplace (BLM) consists of the letters 'B', 'L', and 'M' in a bold, sans-serif font. The 'B' and 'L' are a dark brown color, while the 'M' is a lighter, golden-brown color.

Utilizadores Finais



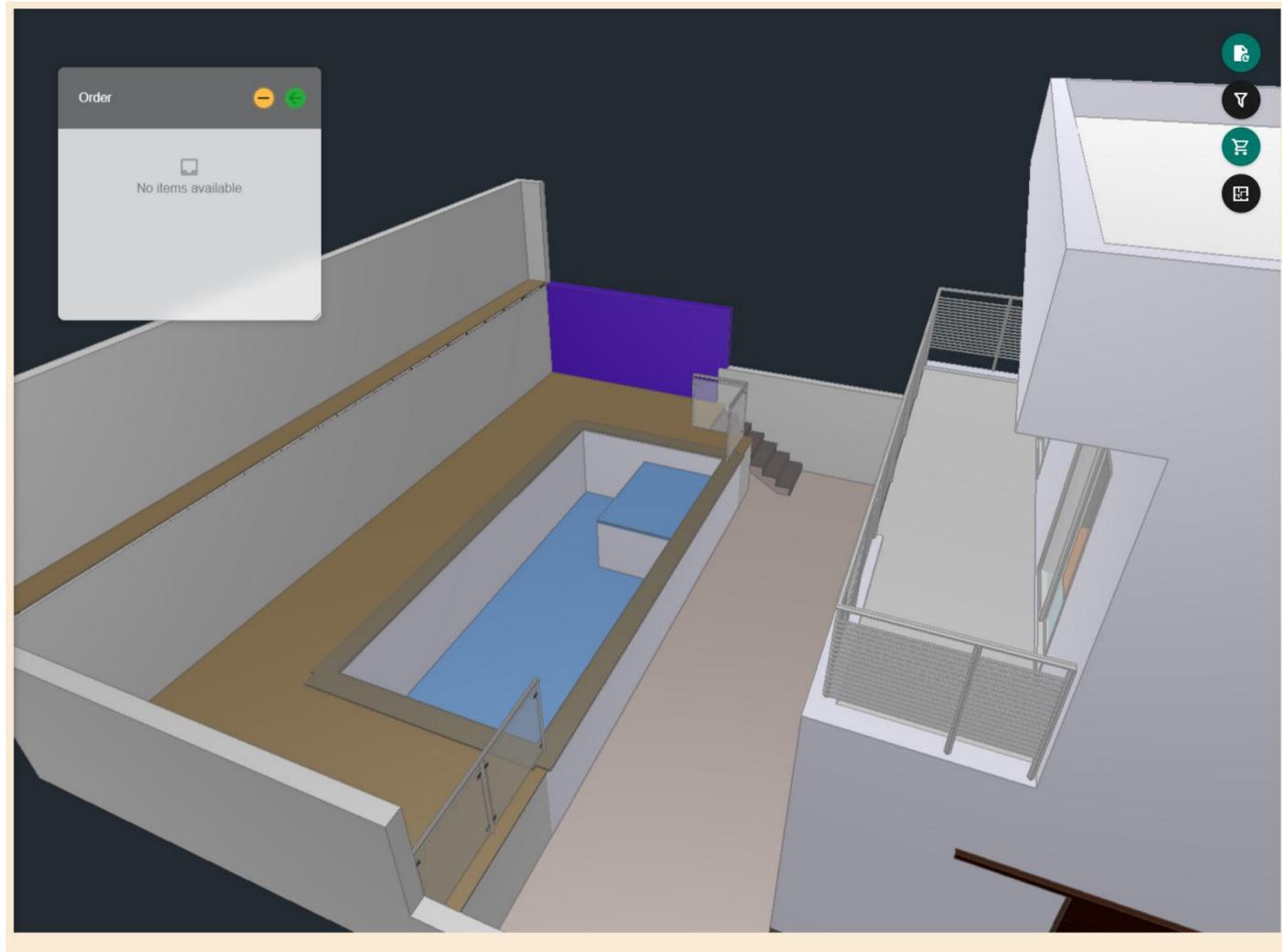
BLM

A close-up, slightly blurred photograph of the spiral binding of a notebook. The metal or plastic spiral is visible, winding through the pages. The pages are a light, off-white color with some minor blemishes and texture. The lighting is soft, creating gentle shadows and highlights on the spiral and the paper.

02

Principais Funcionalidades

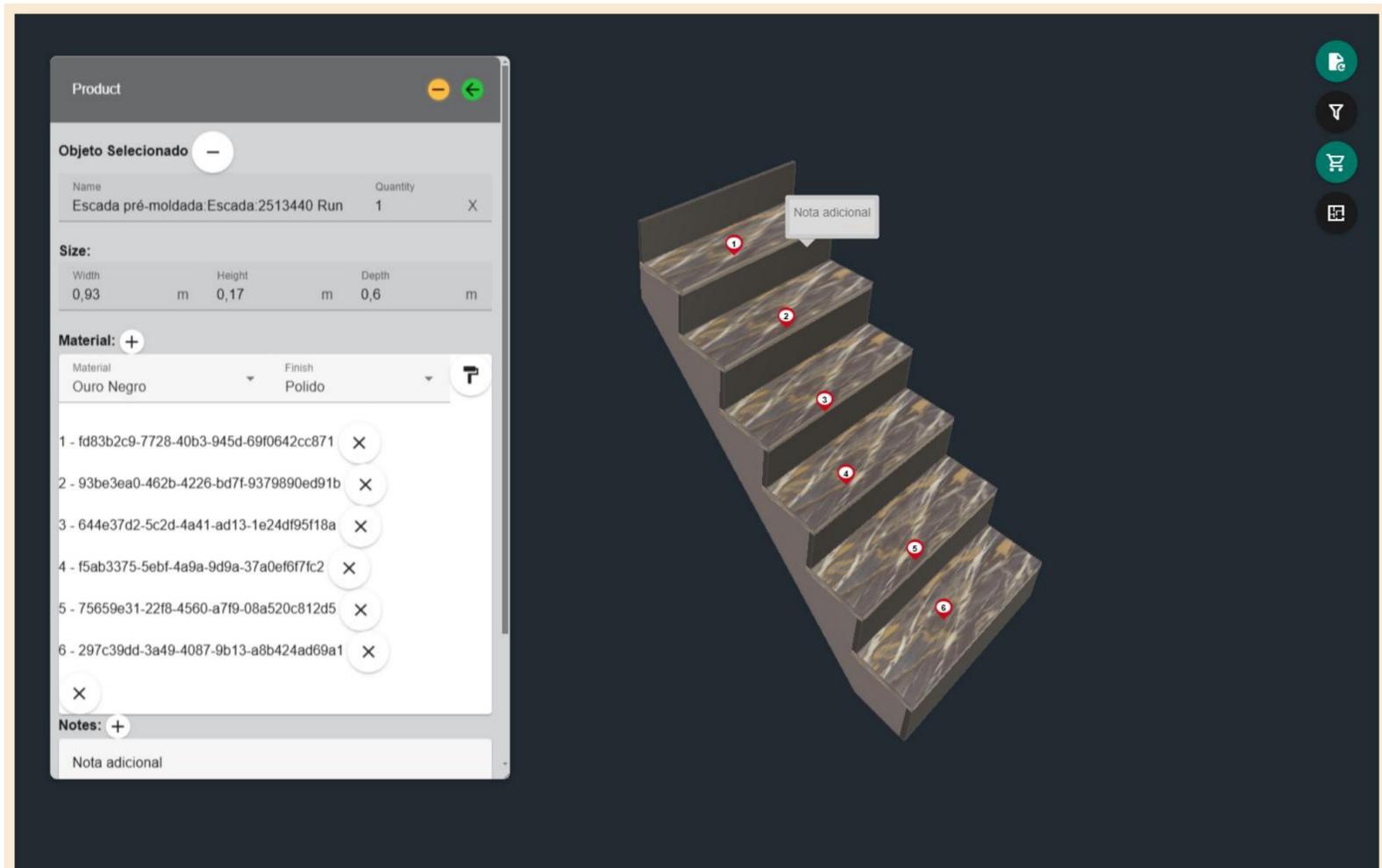
Encomenda Personalizada



Navegação e Filtro de Objetos BIM

- Possibilidade de navegar dentro do projeto BIM pelos diferentes objetos.
- Filtro por tipo de objeto (ex.: portas, janelas, escadas, etc.), facilitando a visualização e seleção.

Encomenda Personalizada

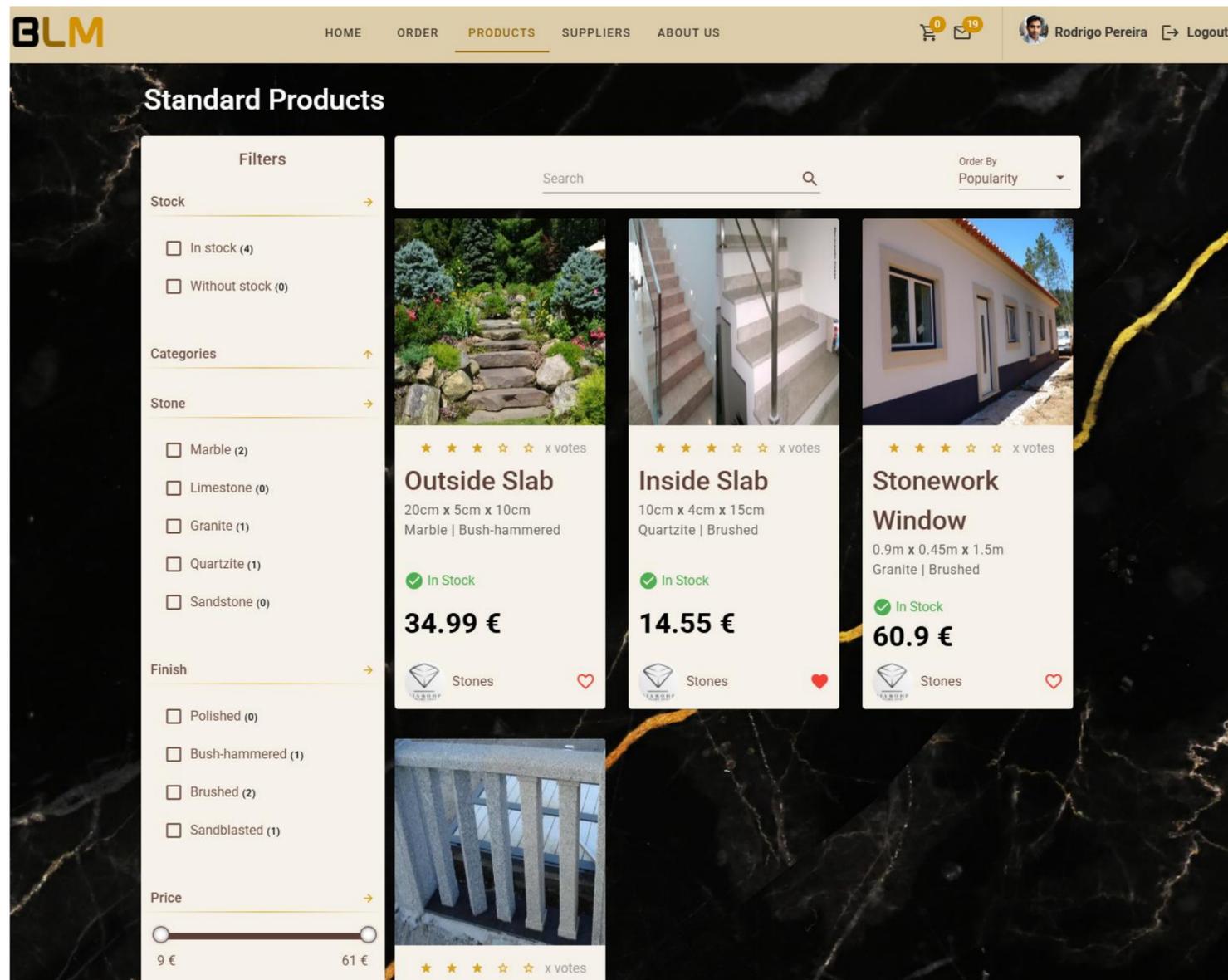


Personalização de objetos à medida

Após seleção da(s) peça(s) desejada(s), é possível personalizá-las de diversas formas:

- Aplicação e experimentação de diferentes texturas, consoante o tipo de pedra e acabamento.
- Redimensionamento para ajustar às necessidades do projeto.
- Adição de notas e indicações específicas diretamente na peça.

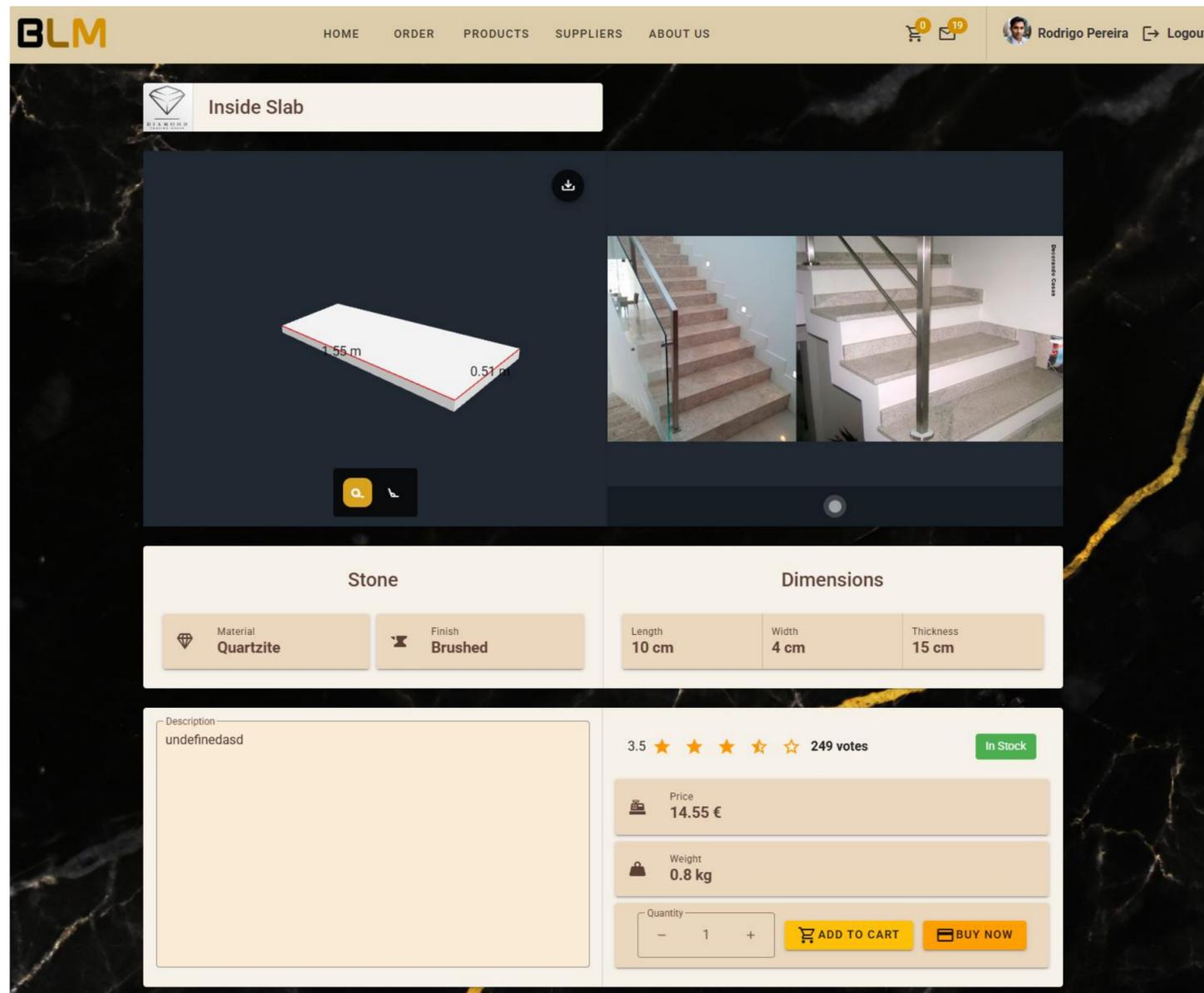
Marketplace



Catálogo de Produtos Padrão

→ No catálogo, é possível consultar todos os produtos disponibilizados pelos fornecedores. Além disso, os filtros de busca permitem acelerarem a pesquisa de produtos.

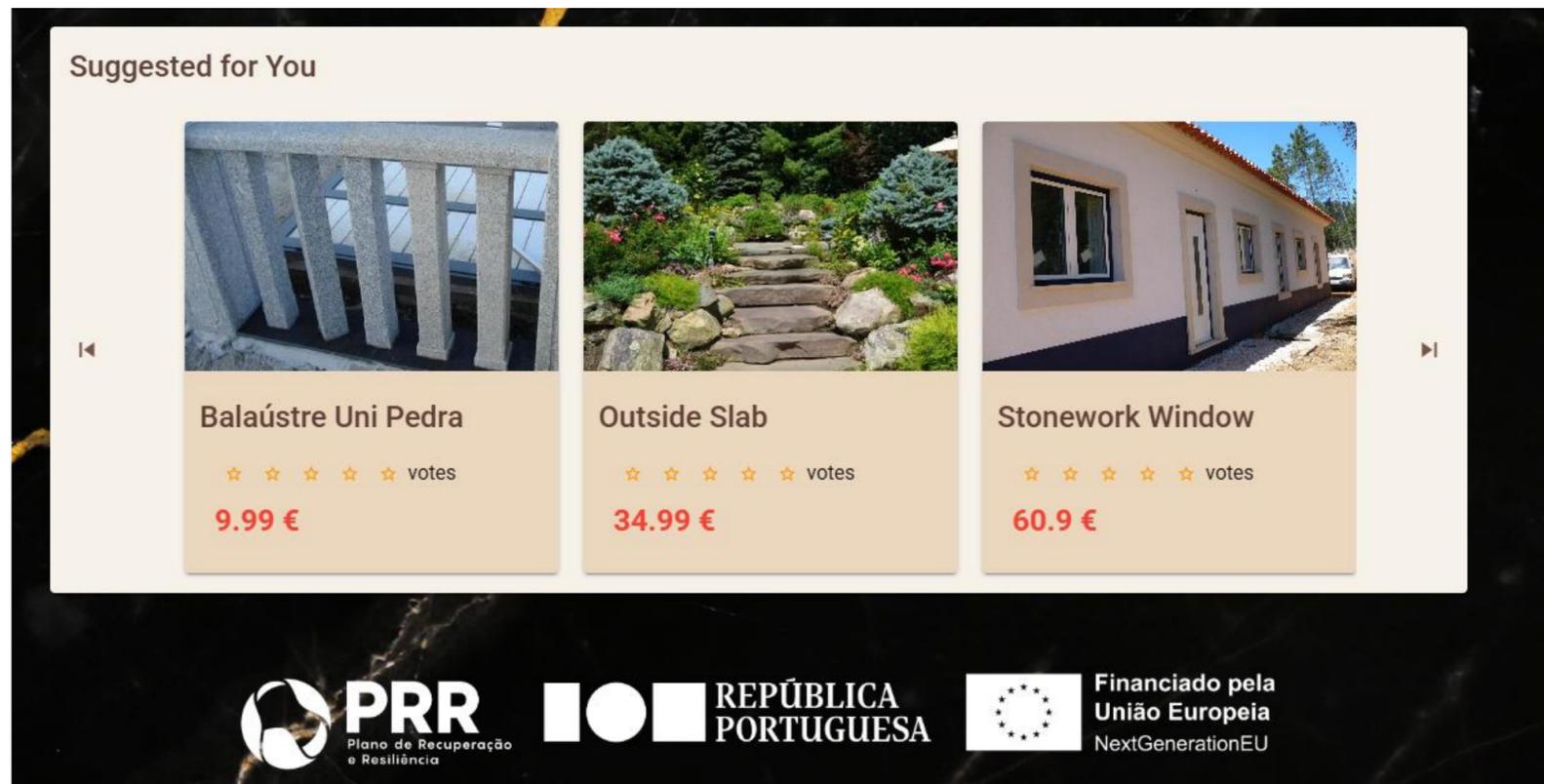
Marketplace



Produtos Padrão

→ Ao aceder aos produtos, pode-se consultar os seus detalhes, realizar a encomenda ou descarregar o modelo para realizar a experimentação virtual em projetos BIM.

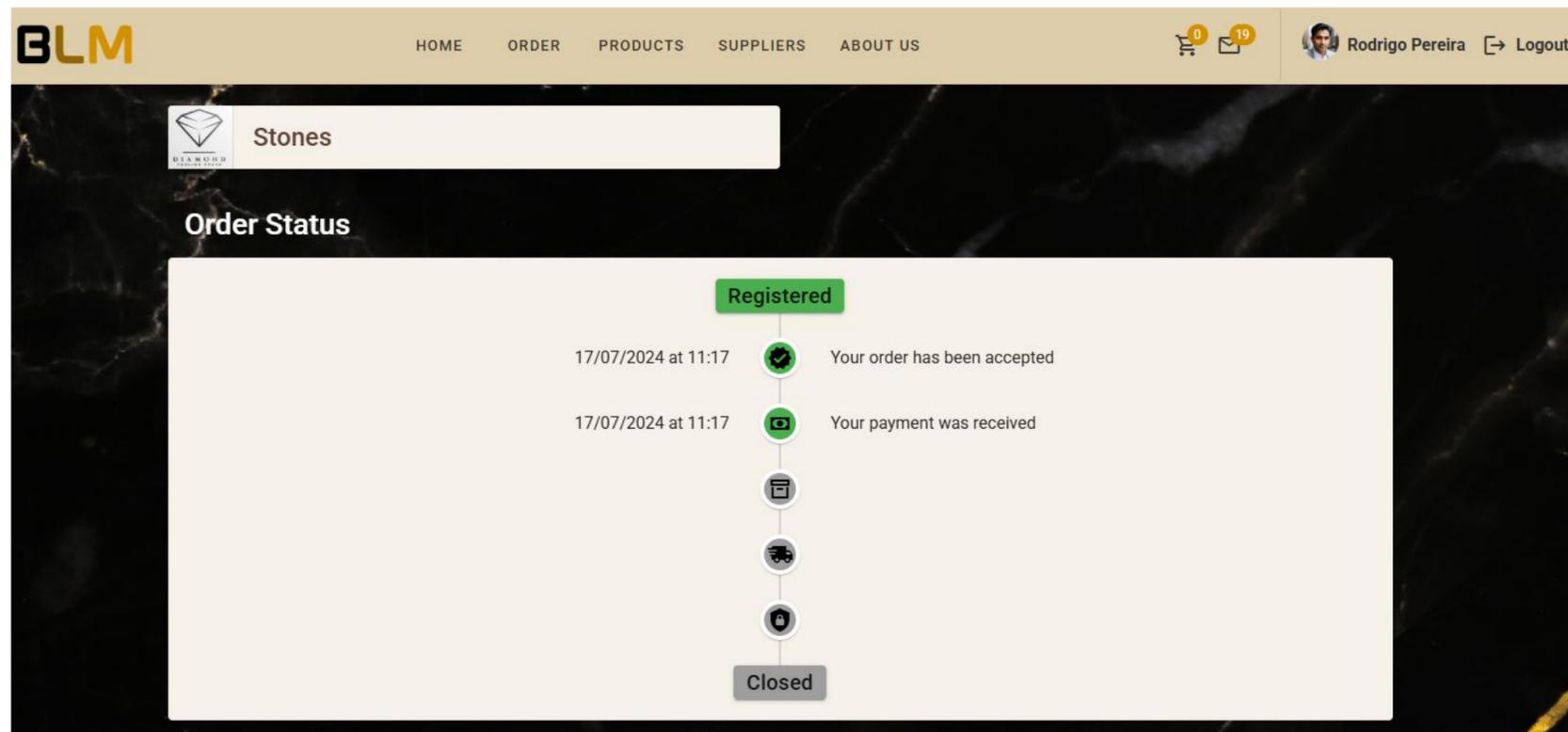
Marketplace



Recomendação de Artigos

→ Com base no artigo que o utilizador está a procurar, são-lhe sugeridos outros artigos semelhantes.

Marketplace



Acompanhamento de encomendas em tempo real

→ Após a realização da encomenda através da plataforma, o comprador pode acompanhar, em tempo real, o estado atual da sua encomenda com informações sempre atualizadas.

03

Roadmap e
Próximos Passos

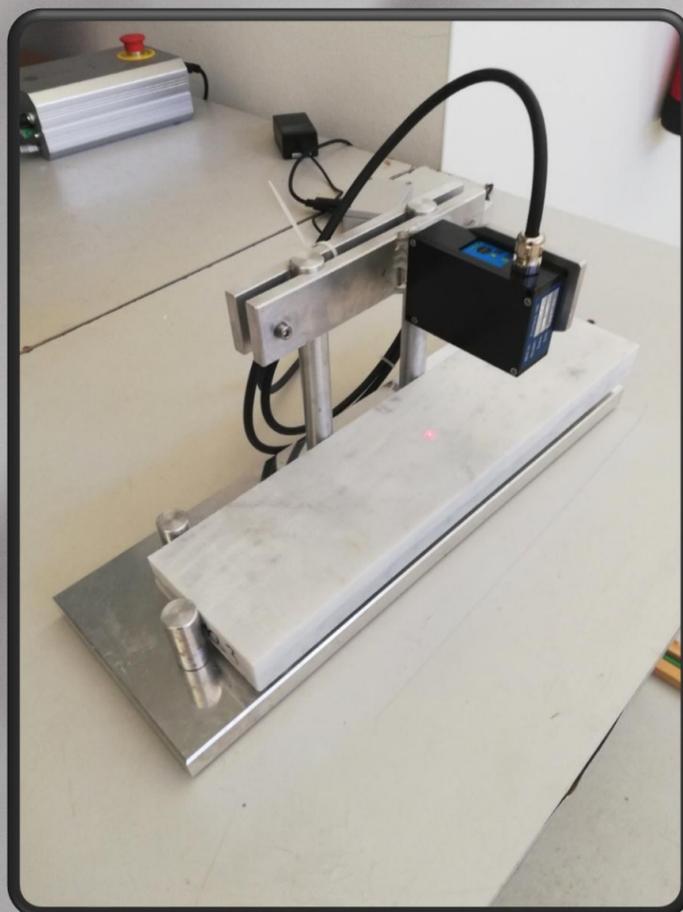
Próximos Passos

- Dar continuidade ao desenvolvimento e testes do serviço.
- Explorar a possível integração de Realidade Aumentada (RA) com base no trabalho desenvolvido pelo IP Leiria.
- Realização de um projeto piloto com utilizadores finais, de forma a testar o protótipo em situações práticas.

Ativ. 3.3. Processes and materials innovation

01 BOWING LAB MACHINE

02 XRAY3D Scanner Block



a) Câmara de envelhecimento,
empeno por variação de
temperatura - EN16306

28/2/2025

O que consiste a câmara de envelhecimento?

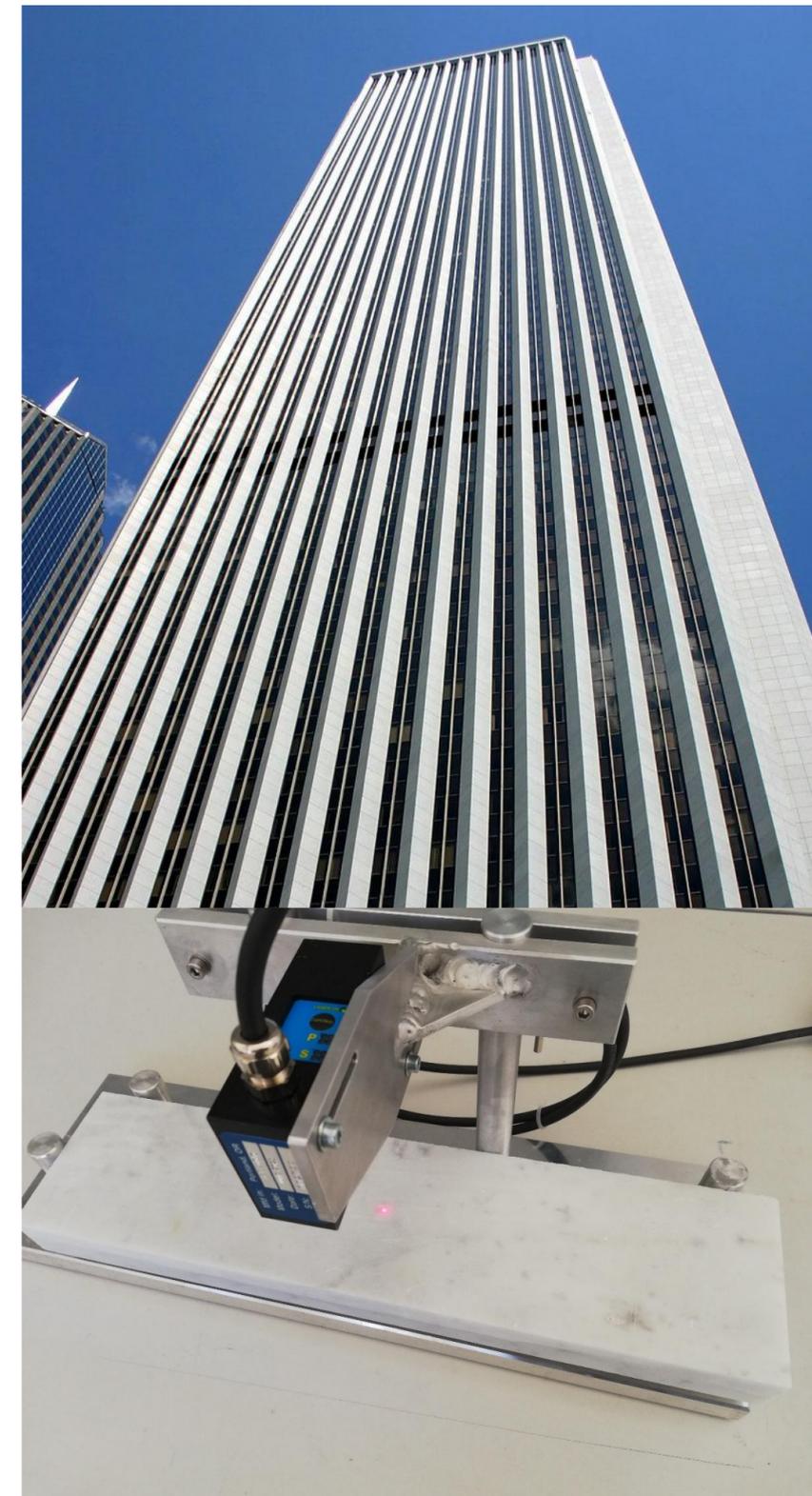
A câmara de envelhecimento avalia o desempenho ao empeno de provetes de pedra natural por variação de temperatura, segundo a EN16306;

O procedimento laboratorial é o seguinte:

1. Recolher provetes de pedra natural com as seguintes dimensões: 30 x 400 x 100 (mm);
2. Colocar no tabuleiro da máquina, e parcialmente submersos em água;
3. A máquina procede à execução de 50 ciclos de variação de temperatura, de acordo com a norma EN16306. Cada ciclo demora +- 8 horas.
4. Ao longo dos ciclos é medida a deformação/empeno da chapa de pedra natural
5. No final é avaliada a deformação/empeno da pedra natural segundo a EN16306.

Tempo médio para a execução do ensaio é de 70 dias.

Em condições sem automatização.



Porquê automatizar e digitalizar processos?

- ✓ A implementação de automatização e digitalização de processos irá permitir acelerar a execução o ensaio, bem como aumentar o rigor e precisão das medições.
- ✓ A digitalização na indústria 4.0 permite executar processos técnicos/administrativos que deveriam ser executados por humanos. Assim, estes processos técnicos/administrativos, depois de programados, serão executados automaticamente para posterior análise e validação por técnicos superiores humanos.

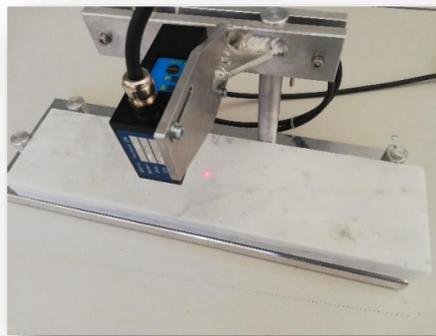
Logo, a automatização e digitalização de processo irá contribuir para:

- ✓ Aumento da produtividade;
- ✓ Aumento das competências técnicas;
- ✓ Redução de tempo de produção;
- ✓ Maior precisão, rigor, e agilidade;
- ✓ Redução de perigos e doenças devido a atividade;
- ✓ Novos postos de trabalho altamente qualificados;

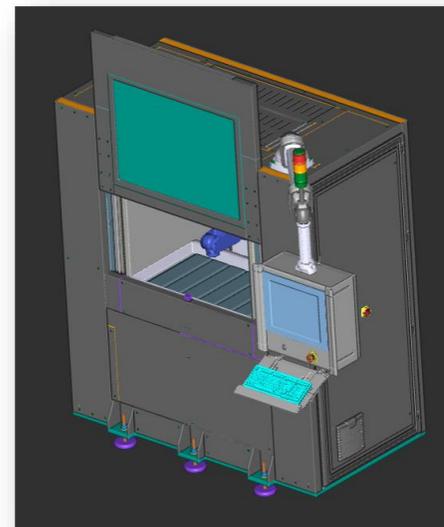


Evolução das atividades de I&D

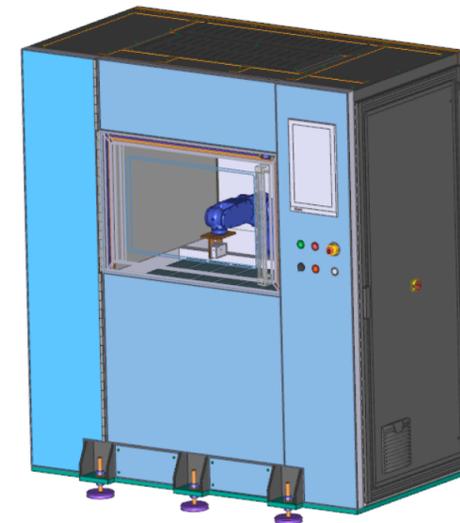
1) Protótipo inicial



2) Projeto preliminar



3) Projeto final



4) Construção de máquina final

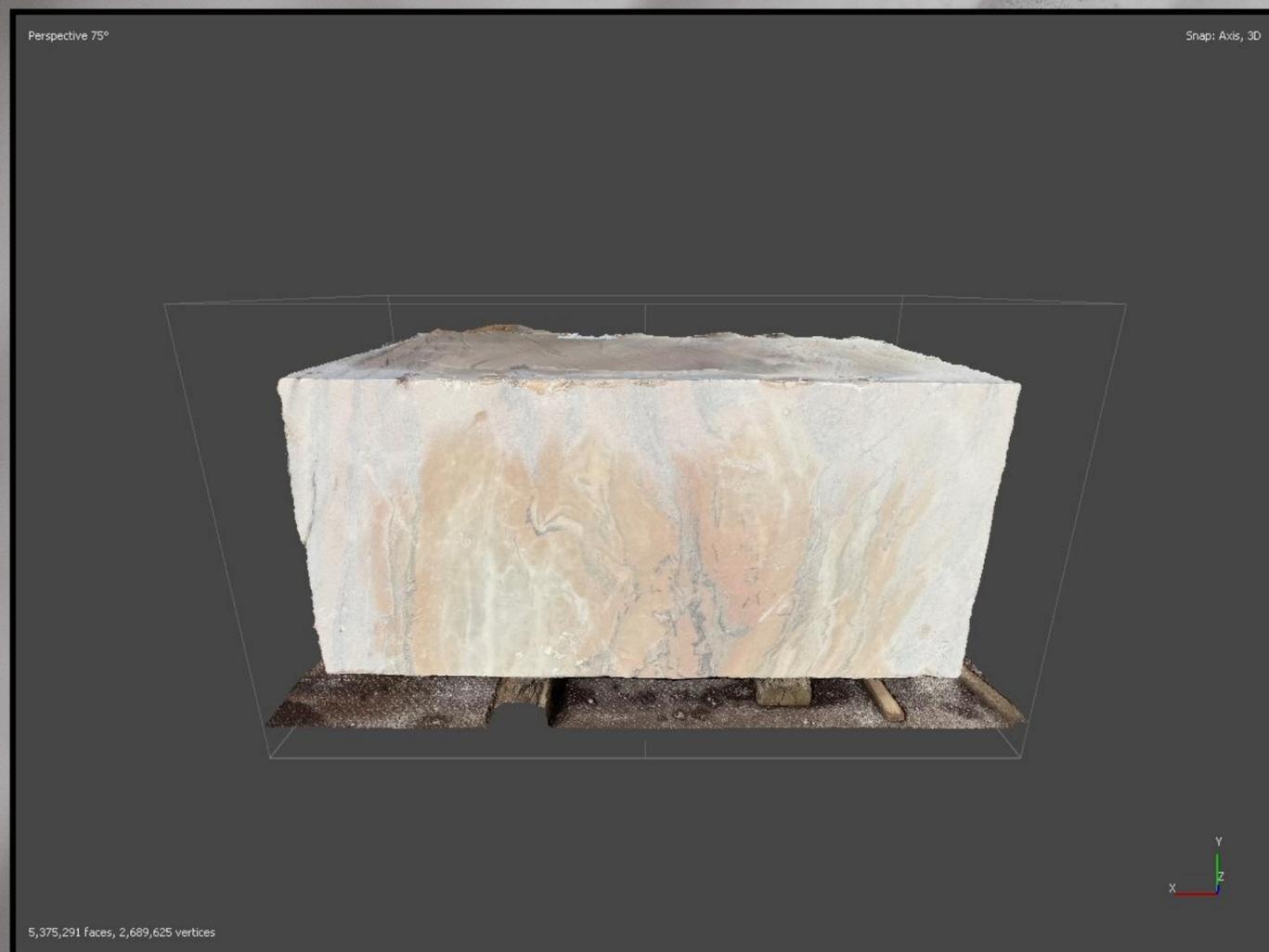


Análise comparativa

A presente tabela relaciona as atividades previstas no início do projeto com as executadas.

	Inicialmente previsto	Executado *
Máquina totalmente automatizada e digitalizada	Não	Sim
Medições automatizadas com precisão de 0.001 mm	Não	Sim
Circuito hidráulico	Não	Sim
Digitalização dos processos técnicos/administrativos	Não	Sim
Estrutura compacta para medições de muito baixa vibração	Não	Sim
Tempo de execução de ensaio	70 dias	17 dias
Baixo consumo energético	Sim	Sim
Suporte técnico e diagnóstico remoto	Não	Sim
Utilização de pedra natural para revestimento	Não	Sim

* Modelo Natura X1



b) Software de digitalização de pedra natural

28/2/2025

Porquê digitalizar a pedra natural?

1. Só podemos tomar decisões sobre aquilo que existe e conhecemos;
2. Para ter conhecimento é preciso estudar/caracterizar o material, e saber onde está (localização);
3. O que devemos caracterizar? Tudo o que for relevante ao longo do período de vida da pedra (rastreadibilidade);

Logo,

A **digitalização** é um processo que pode ser implementado nas pedreiras para identificar e registar tecnicamente todos os produtos e os sub-produtos em qualquer momento.



Qual o contributo da Arrow4D

- ✓ O objetivo da Arrow4D é desenvolver uma ferramenta que permite a criação da ficha técnica digital com todas as características técnicas relevantes para a valorização do produto/sub-produto de pedra natural, até à entrada em fábrica.
- ✓ Toda a informação é atualizável em qualquer instante, de modo a rastreabilizar qualquer produto/sub-produto.



Qual o contributo da Arrow4D?



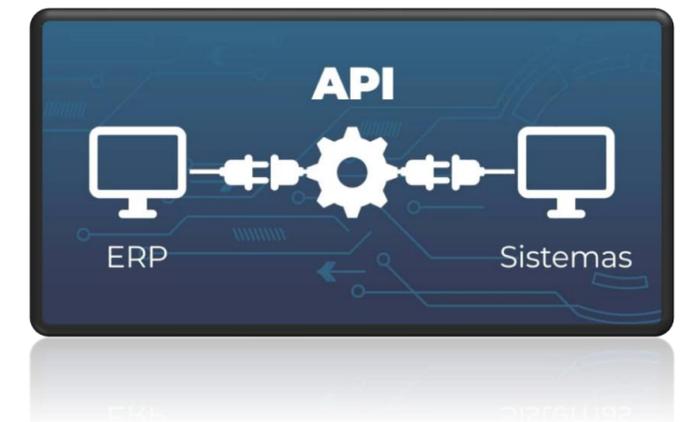
Aquisição de dados através da NIOTANTEK GEOMAP app no telemóvel



NIOTANTEK GEOMAP *Cloud*
www.niotantek.com

Parametrização do produto/sub-produto e gestão avançada de ativos

toconline



Título Capítulo

Início do processo

Fim do processo

