

CONCRETE MONITORING SYSTEM

# CMS

Monitorização em tempo real  
para a cura perfeita do betão.



ORIENTADOR

Professor Luís Caldas de Oliveira

## EQUIPA

Afonso Cristóvão - 109538

David Ferreira - 110545

Diogo Silva - 109884

Gonçalo Carvalho - 110582

Gonçalo Gonçalves - 103214

José Batalha - 102869

## "As primeiras horas de existência de uma estrutura são decisivas para a sua durabilidade."

A inovação na construção é travada pela relação preço/benefício e o controlo de qualidade ainda é feito "a olho".

# 40%

Um betão mal curado pode perder até 40% da resistência prevista.

01

### Vibração avaliada "a olho"

A distribuição homogénea do betão é estimada sem rigor, deixando bolhas de ar internas.

02

### Cura sem monitorização

Depende de humidade e temperatura específicas, mas raramente é medida com precisão.

03

### Fendas e oxidação do aço

Fendas exteriores expõem a armadura, o aço oxida e a estrutura perde durabilidade.

# Um sistema integrado de monitorização do betão.

Combinamos sensores embebidos, processamento de sinal e software para garantir qualidade estrutural desde as primeiras horas.



## Hardware

Sensor de temperatura/humidade relativa e transdutor piezoelétrico.



## Registo Digital

Recolha contínua de dados ao longo de toda a cura.



## WebApp Remota

Visualização e alertas acessíveis em qualquer lugar.

# O que o CMS mede.



## Temperatura

- Leitura contínua durante a cura
- Deteção de gradientes críticos
- Alertas automáticos por desvio



## Humidade

- Humidade relativa em tempo real
- Correlação com a temperatura
- Indicador de risco de fissuração



## Evaporação

- Cálculo da taxa de evaporação
- Comparação com limiares críticos (ACI 350R)
- Estimativa do risco de fissuração

# O que medimos e porquê?

01

## Precisão de Temperatura e Humidade

Recolha de dados para o cálculo da evaporação e comparação com os limiares críticos.

02

## Fissuração por retração plástica

Previsão através do cálculo da taxa de evaporação da água (norma ACI 350R).

03

## Deteção de bolhas de ar

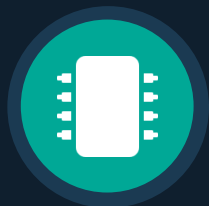
Ondas mecânicas localizam vazios durante a vibração, prevenindo fissuras por má aplicação.

04

## Envio de dados para calibração de estufa

Os parâmetros medidos alimentam a calibração da estufa de cura do betão.

# Como funciona?



01

## Sensores

Temperatura, humidade e ondas mecânicas



02

## Processamento

Filtragem de sinal e digitalização



03

## Armazenamento

Registo digital contínuo dos dados



04

## WebApp

Dashboard remoto e alertas

*Arquitetura com componentes no interior e no exterior do betão armado, leitura calibrada segundo a norma ACI 350R (taxa de evaporação).*

# Os obstáculos que estamos a resolver.



## Resistência & Proteção

Os sensores têm de aguentar os impactos violentos da betonagem e as reações químicas do betão.



## Comunicação em obra

Poeiras, interferências e a própria armadura metálica do betão bloqueiam o sinal e dificultam a transmissão de dados.



## Gestão Energética

A cura é um processo demorado: é essencial garantir autonomia prolongada de todo o sistema.

# O panorama competitivo.

## Soluções existentes no mercado

Laboratórios

Maturix

Sensores de maturação

iQREET

Monitorização de betão

UTECH Concreton

Sensores embebidos

Giatec

Sensores e maturímetros

*Soluções com produtos similares, nenhuma reúne tudo o que projetámos.*

## A NOSSA VANTAGEM



### Tudo numa só solução

Reúne num único sistema todas as funcionalidades que a concorrência só oferece em separado.



### Mais completo e eficiente

Mede, calcula e prevê uma análise mais rica e fiável do que as soluções existentes.



### Fácil de implementar

Hardware simples e WebApp intuitiva, prontos a usar em qualquer obra.

# Quem beneficia?

**40%**

Resistência perdida  
em betão mal curado

**24/7**

Monitorização contínua e remota

**0.996 kg/m<sup>2</sup>/h**

Sensor calibrado para a massa em estudo  
(varia consoante a massa usada)



O NOSSO PRINCIPAL CLIENTE

**Empresas Fiscalizadoras e  
de Controlo Qualidade**

Ideal para obras de grande envergadura e obras  
de arte.



**Empresas de  
Construção**



**Gestores  
de Obra**



**Donos  
de Obra**

*Garante a fiabilidade do produto final e poupa tempo em obra a empreiteiros e donos de obra.*

# O protótipo



## Compacto e discreto

Instala-se diretamente na estrutura sem atrapalhar a obra.



## Resistente

Protegido contra os impactos e as reações químicas do betão.



## Em tempo real

Mede temperatura e humidade ao longo de toda a cura.



# Onde estamos.

## ✓ Solução validada

Confirmada como útil por profissionais da área.

*“Este produto é excelente para obra de arte.”*

— Colaborador da Confrasilvas

*“Este poderia ser-nos bastante útil.”*

— Eng.º Carlos Policarpo · Vomera – Building Solutions

*“A utilização de sensores de temperatura e de humidade, com sistema de aquisição e transmissão de dados, em tempo real, é uma mais-valia para se executarem estruturas em betão armado de qualidade. Os gráficos expressam a relação esperada entre temperatura e humidade relativa e distinguem quando o meio está saturado.”*

— Manuel Vieira - Investigador Principal do Laboratório Nacional de Engenharia Civil

## ✓ Arquitetura definida

Componentes no interior e exterior do betão, para medições mais precisas.

### ENTREGÁVEIS CONCLUÍDOS

- Website e blogue ativos
- Pesquisa de tecnologias e estudos relevantes
- WebApp em desenvolvimento
- Arquitetura, requisitos e componentes definidos

[web.tecnico.ulisboa.pt/ist1110582](http://web.tecnico.ulisboa.pt/ist1110582)

# O que enfrentamos técnico e não-técnico.



## **Materiais adequados**

Encontrar materiais que resistam às condições ambientais e químicas da obra.



## **Contexto de aplicação**

Definir o cenário ideal de instalação para a solução ser realmente útil.



## **Definir as métricas certas**

Por vezes as métricas adequadas foram difíceis de alcançar.

# 6 estudantes de LEEC.



**Afonso Cristóvão**

Sensores e Programação



**José Batalha**

Estrutura e Montagem



**David Ferreira**

Componente Elétrica



**Diogo Silva**

Desenvolvimento WebApp



**Gonçalo Carvalho**

Desenvolvimento Web



**Gonçalo Gonçalves**

Procura de Componentes

# CMS

CONCRETE MONITORING SYSTEM

Pronto para o futuro do betão.

Engenharia,  
Inovação e  
Segurança  
Estrutural.