

REVA  
CONSTRUCTION  
DIGITAL CONSTRUCTION REVOLUTION

# O Projeto Mobilizador para a Revolução Digital da Construção.

Lisb@20<sup>20</sup> COMPETE  
2020

PORTUGAL  
2020

UNIAO EUROPEIA  
Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional

REVA  
CONSTRUCTION  
DIGITAL CONSTRUCTION REVOLUTION

# Conferência Final. "A Revolução da Construção Digital em Portugal"

27 de junho de 2023

Lisb@20<sup>20</sup> COMPETE  
2020

PORTUGAL  
2020

UNião Europeia  
Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional



# Agenda.

## Sessão de Abertura

- Sílvia Garcia | ANI
- Rita Moura | Teixeira Duarte
- João Poças Martins | BUILT CoLAB

Comunicação do Projeto - PPS5 | Lurdes Laranjeira | BUILT CoLAB

Resultados DIGI4Construction - PPS1 | Francisco Reis | BIMMS ;

Resultados Digital Twin para a AEC - PPS2 | João Vaz da Silva | 3Maps ;

## PAUSA

Resultados Digital Twin para a AEC - PPS3 | João Vaz da Silva | 3Maps ;

Resultados Demonstradores PAV 4.0 LC e BIM4Bridges - PPS4 | João Moutinho | BUILT CoLAB ; Joel Oliveira | UMinho ; Noel Leitão | TDGI

Debate: “Importância do Mobilizador para a Digitalização na Construção” -  
Moderação de João Moutinho | BUILT CoLAB

- Francisco Reis | BIMMS
- Laura Caldeira | LNEC
- Luís Gomes | Mota-Engil
- Rita Moura | Teixeira Duarte
- Sérgio Laranjeira | Grupo CASAIS

Encerramento Manuel Maria Teixeira Duarte | Teixeira Duarte

# Abertura.

Sílvia Garcia - ANI - Agência Nacional de Inovação

# Projeto.

Rita Moura • Entidade Líder - Teixeira Duarte

# Motivação



Aumentar a **competitividade e produtividade** do setor AEC



**Redução do GAP tecnológico** (indústria AEC vs indústria transformadora 1,7x superior)



**Twin Transition:**  
Digitalização dos processos (20-25% redução de custos) +  
Objetivos Sustentabilidade (LCA)



**Criar Bases** para o sucesso da implementação do processo da **Digitalização AEC**



# Copromotores



Universidade do Minho



# Evolução do Projeto.

João Poças Martins. BUILT CoLAB



# REVA CONSTRUCTION

DIGITAL CONSTRUCTION REVOLUTION

**RPS1**  
DIGI4Construction

**RPS2**  
Digital Twin para os  
intervenientes do setor AEC

**RPS3**  
Digital Twin para a  
Operação e Manutenção

**RPS4**  
Living Lab Pavimentação e  
Demonstrador BIM para  
Obras de Arte

# PPS1 - DIGI4Construction



TECHinfo 4.0

Tipificação de Modelos de Obra e Normalização da Informação

COSTmanage 4.0

Base de Dados de Custos

Interoperabilidade

Desenvolvimento de Mecanismos de Interoperabilidade - Ligação ao BIM

Plan4Digital

Framework normativo para a implementação tecnológica

idBIM 4.0

Biblioteca de objetos BIM nacional

BIM4Bridges

Entrega digital de modelos BIM de Obras de Arte

DIGI4Construction

Plataforma de Integração Digital para a Indústria da Construção

# PPS2 - Digital Twin para os intervenientes do setor AEC



## Plataforma Colaborativa da Construção

Plataforma colaborativa para gestão e acompanhamento dos projetos de engenharia e construção

## Plataforma de Digital Twin

Representação digital da realidade, com adoção de standards BIM, com capacidades para monitorização em tempo real, previsão e simulação de cenários, e integração com demais apps da construção

## PointCloud4BIM

Extensão da utilização do BIM para comparação em cada momento entre o as-built e o projetado

## PAV 4.0 e BET 4.0

App para monitorização em tempo real das operações, recursos utilizados e mão de obra no processo da betonagem e pavimentação

# PPS3 - Digital Twin para a Operação e Manutenção



Plataforma  
Colaborativa para  
Gestão de Ativos

Extensão da Plataforma colaborativa da construção para o acompanhamento das fases da vida útil do ativo até ao seu descomissionamento

Plataforma de  
Digital Twin

Extensão da plataforma de Digital Twin à Gestão de Ativos e integração com demais apps da Operação e Manutenção

RCM4Assets

Manutenção baseada na confiabilidade - plataforma para apoio à decisão que permita, de forma inteligente e preditiva, antecipar falhas críticas por anomalias de funcionamento dos ativos

PAV 4.0 LC

Monitorização em tempo real dos ativos - pavimentos, suportados na recolha automatizada de dados em tempo real, e na sua correlação com a informação recolhida nas atividades de construção



# PPS4 - Living Lab Pavimentação e Demonstrador BIM para Obras de Arte



Validação da App  
PAV 4.0

Instrumentação e registo da informação durante a fase de construção do pavimento

Validação da App  
PAV 4.0 LC

Instrumentação e registo da informação durante a fase de utilização do pavimento para avaliação da evolução do seu desempenho ao longo do ciclo de vida

Validação da APP  
BIM4Bridges

Demonstração das potencialidades do BIM quando aplicado em obras de arte

# Obrigado!

João Poças Martins

# PPS5

# Comunicação.

Lurdes Laranjeira • BUILT CoLAB

# PPS5 - Comunicação



## Conferências

Eventos disseminadores do Projeto, que permitem aos diferentes *stakeholders* terem um ponto de situação geral de todas as atividades do projeto

## Website

Website do Projeto, para partilha de dados, documentos e notícias referentes aos objetivos, atividades e resultados do mesmo

## Newsletters

Atualização permanente do setor da construção e dos seus stakeholders, com informação pertinente sobre o Projetos e as atividades desenvolvidas

## Eventos

Presença em eventos para uma eficiente disseminação do desenvolvimento do projeto

## Workshops Demonstradores

Demonstração dos produtos desenvolvidos no projeto



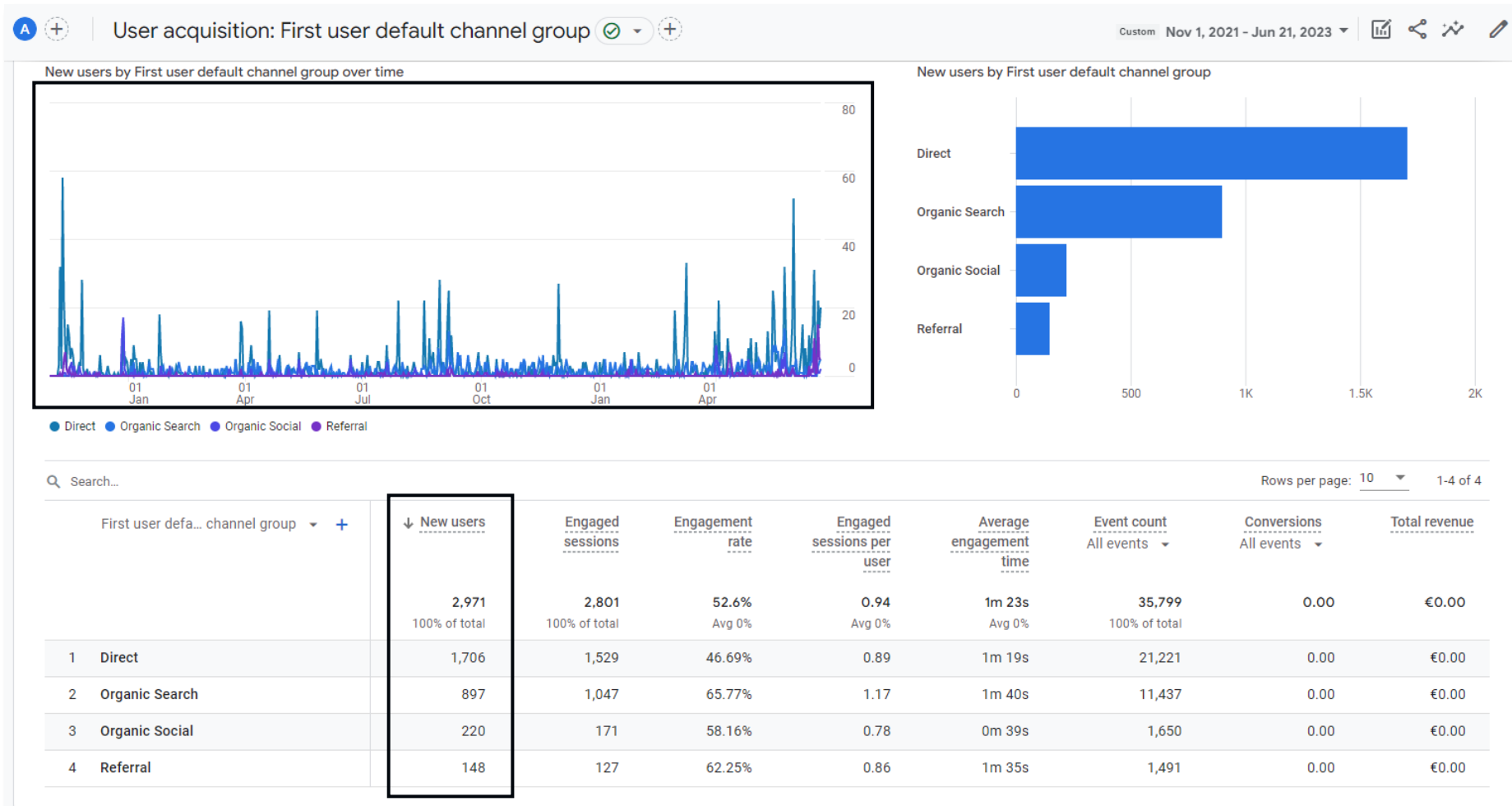
# Comunicação

Website - [www.revconstruction.pt](http://www.revconstruction.pt)



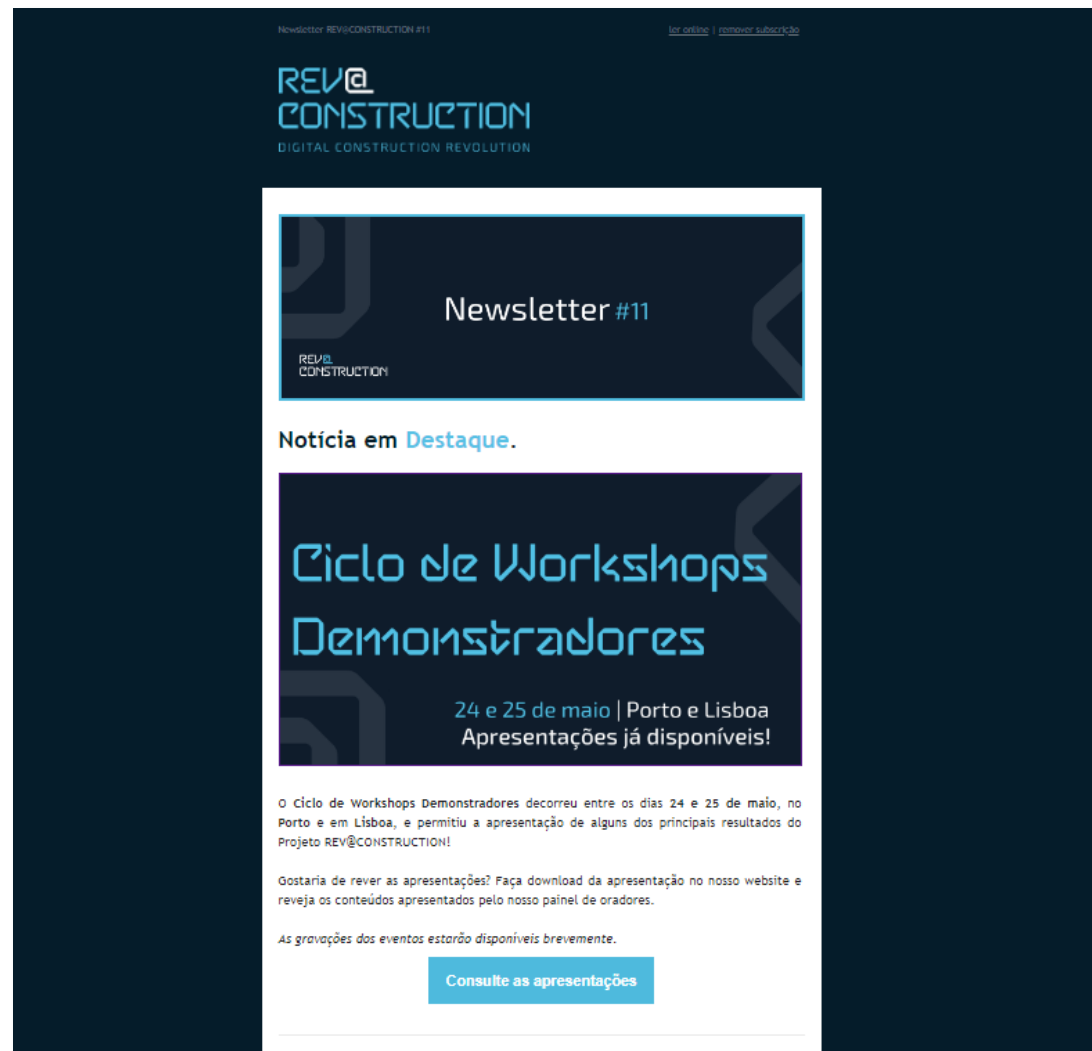
# Comunicação

Website - [www.revconstruction.pt](http://www.revconstruction.pt)



# Comunicação

## Newsletters



## Audience

REV@CONSTRUCTION

Your audience has **380** contacts. **374** of these are subscribers.

# Comunicação

## Conferências



Revolução da Construção  
Digital em Portugal  
Conferência Intermédia

REV@  
CONSTRUCTION  
DIGITAL CONSTRUCTION REVOLUTION

CONVITE

Conferência final  
REV@CONSTRUCTION.

27 de junho | 14h | Pavilhão do Conhecimento | Lisboa



# Comunicação

## Eventos



Presença do Projeto  
REV@CONSTRUCTION na



# Comunicação

## Workshops Demonstradores



### Ciclo de Workshops Demonstradores | BIM4Bridges | 25 de maio

O Ciclo de Workshops Demonstradores decorreu entre os dias 24 e 25 de maio, no Porto e em Lisboa. Faça download da apresentação e saiba mais sobre os conteúdos apresentados no Workshop BIM4Bridges, dia 25 de maio, pelas 14h00, em Lisboa.

[DOWNLOAD](#)

### Ciclo de Workshops Demonstradores | Digital Twin para o setor AEC | 25 de maio

O Ciclo de Workshops Demonstradores decorreu entre os dias 24 e 25 de maio, no Porto e em Lisboa. Faça download da apresentação e saiba mais sobre os conteúdos apresentados no Workshop Digital Twin para o setor AEC, dia 25 de maio, pelas 09h30, em Lisboa.

[DOWNLOAD](#)

### Ciclo de Workshops Demonstradores | PAV 4.0 LC | 24 de maio

O Ciclo de Workshops Demonstradores decorreu entre os dias 24 e 25 de maio, no Porto e em Lisboa. Faça download da apresentação e saiba mais sobre os conteúdos apresentados no Workshop PAV 4.0 LC, dia 24 de maio, pelas 14h30, no Porto.

[DOWNLOAD](#)

### Ciclo de Workshops Demonstradores | Digi4Construction | 24 de maio

O Ciclo de Workshops Demonstradores decorreu entre os dias 24 e 25 de maio, no Porto e em Lisboa. Faça download da apresentação e saiba mais sobre os conteúdos apresentados no Workshop Digi4Construction, dia 24 de maio, pelas 09h30, no Porto.

[DOWNLOAD](#)

# Obrigada!

Lurdes Laranjeira

**PPS 1**

# **DIGI4Construction.**

Francisco Reis • BIMMS

# Digi4Construction

## Estruturação das Atividades



### INVESTIGAÇÃO

#### 1. TECHINFO 4.0

Tipificação de Modelos de Obra e Normalização da Informação

#### 2. COSTMANAGE 4.0

Base de Dados de Custos

#### 3. INTEROPERABILIDADE

Desenvolvimento de Mecanismos de Interoperabilidade - Ligação ao BIM

### INVESTIGAÇÃO INDUSTRIAL

#### 4. PLAN4DIGITAL

Framework para a implementação tecnológica

#### 5. IDBIM 4.0

Biblioteca de objetos BIM nacional

#### 7. DIGI4CONSTRUCTION

Plataforma de Integração Digital para a Indústria da construção

### DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

#### 6. BIM4BRIDGES

Entrega digital de modelos BIM de Obras de Arte

# Resultados das Atividades

PPS1 - DIGI4Construction



# A.1 TECHinfo 4.0

## Tipificação e Normalização da Informação



1.1 Estudos e especificações para definição de critérios e estabelecimento de matrizes

1.2 Conceptualização e desenvolvimento de atualização, alargamento e normalização dos conteúdos técnicos da base de dados, ao nível do articulado e ao nível das especificações técnicas

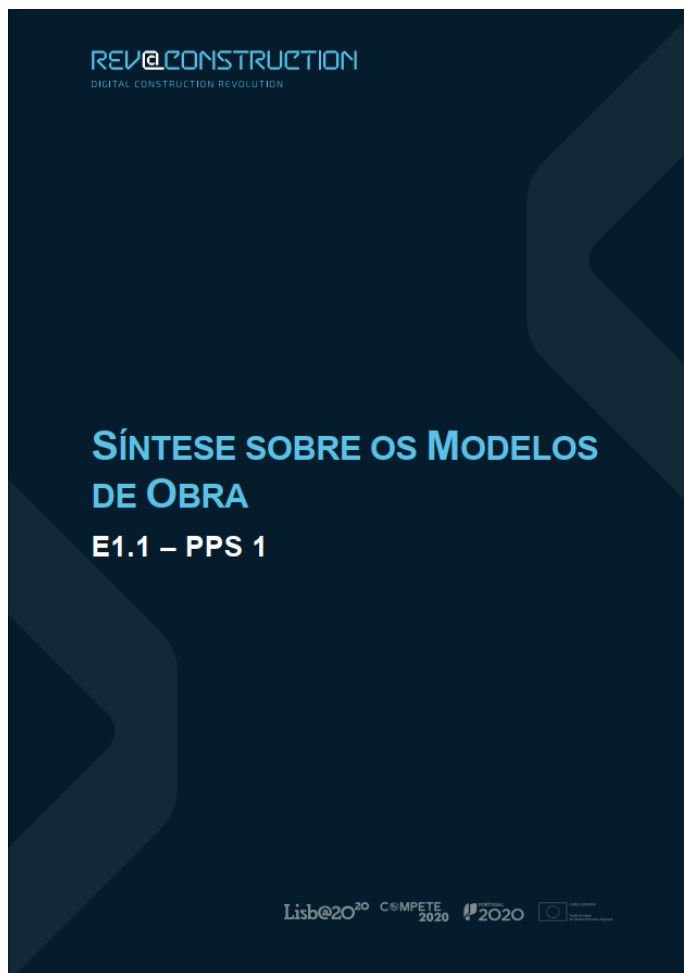
1.3 Desenvolvimento tecnológico integrado relativo a redesenho e reestruturação/ampliação do modelo de informação e funcionalidades de frontoffice e backoffice; Definição de Repositório documental normalizado com suporte na Port. nº701-H; Definição de Mecanismos de geração de MQT, Cadernos de Encargos, Estimativas Orçamentais e selagem de Projetos

1.4 Demonstração e validação das Tarefas 1.2 e 1.3 em ações piloto



# A.1 TECHinfo 4.0

## Tipificação e Normalização da Informação



### Matrizes consolidadas:



*TIPOS DE OBRA*



*TIPOS DE INTERVENÇÃO*



*ESPECIALIDADES DE PROJETO*



*REPOSITÓRIO DOCUMENTAL*



*PERFIS DE AGENTES*

# A.1 TECHinfo 4.0

## Tipificação e Normalização da Informação



*ProNIC 2.0 - Repositório Documental Normalizado*

# A.2 COSTmanage 4.0

## Base de Dados de Custos



2.1 Estudos e especificações para desenvolvimento de procedimentos para montagem de processos de concurso e envio da informação para Plataforma Eletrónica de Contratação

2.2 Conceptualização e desenvolvimento de matrizes de Indicadores Técnico-Económicos

2.3 Desenvolvimento tecnológico integrado de mecanismos de retro informação de preços e geração de base de dados com informação estruturada e normalizada

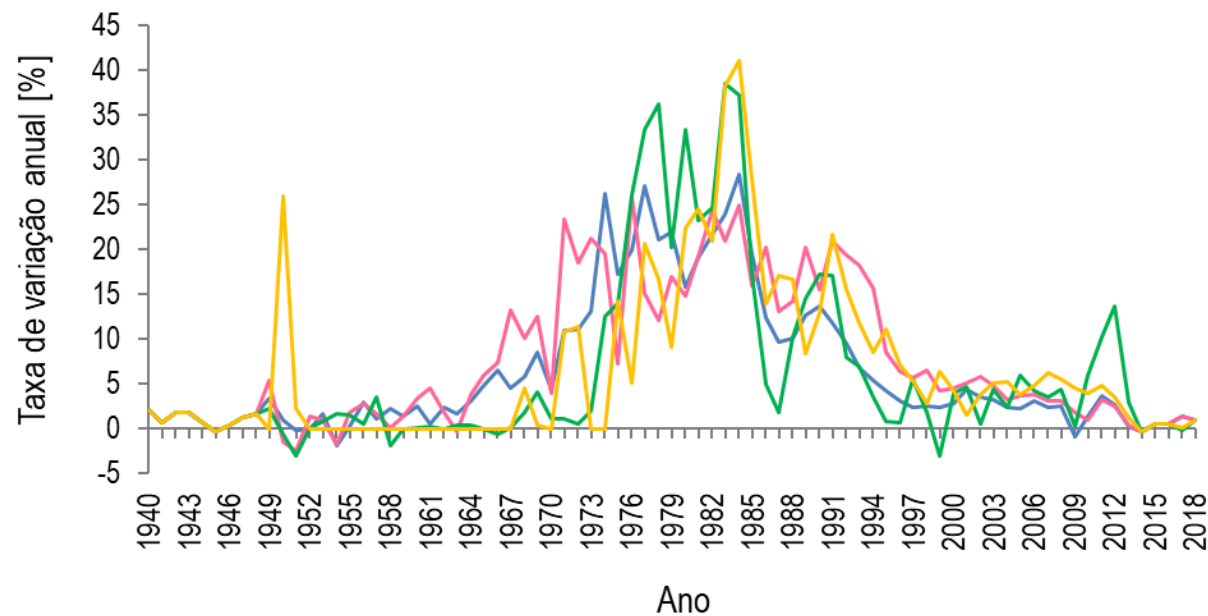
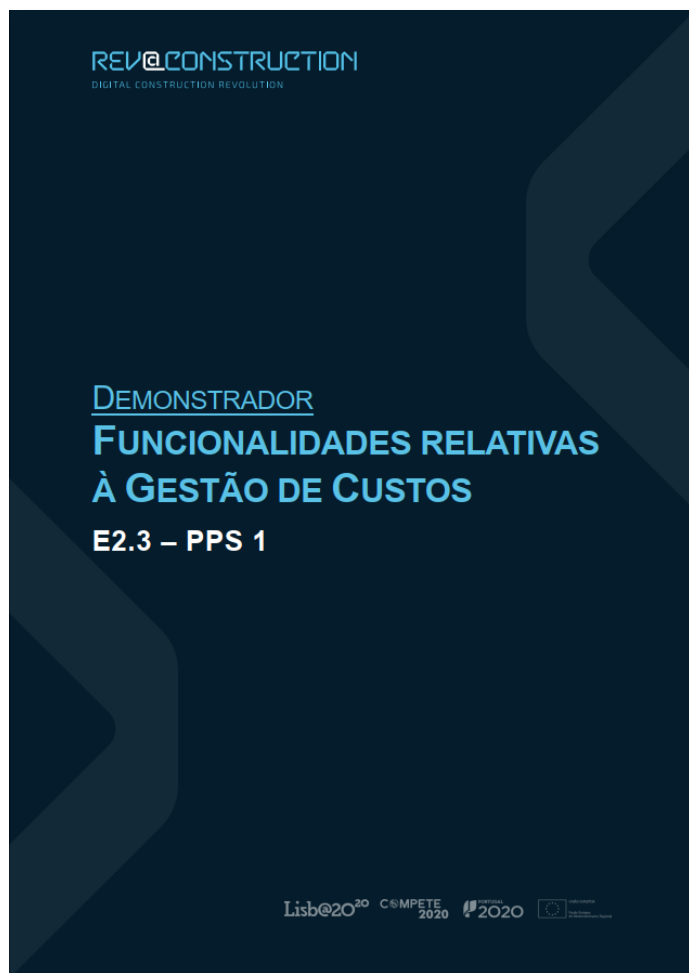
2.4 Demonstração e validação de operacionalização dos Modelos definidos nas Tarefas 2.1 a 2.3 e incorporação da base de dados definida numa aplicação informática, com perfis de utilizadores, que diferencie os resultados a disponibilizar a cada um

2.5 Prototipagem e validação dos indicadores de desempenho obtidos, através de análise de tendências desses indicadores e de estratégias de benchmarking



# A.2 COSTmanage 4.0

## Base de Dados de Custos



*valores de acordo com a taxa de inflação variável  
ao longo do ciclo de vida do edifício*

# A.2 COSTmanage 4.0

## Base de Dados de Custos



REVO@CONSTRUCTION  
DIGITAL CONSTRUCTION REVOLUTION

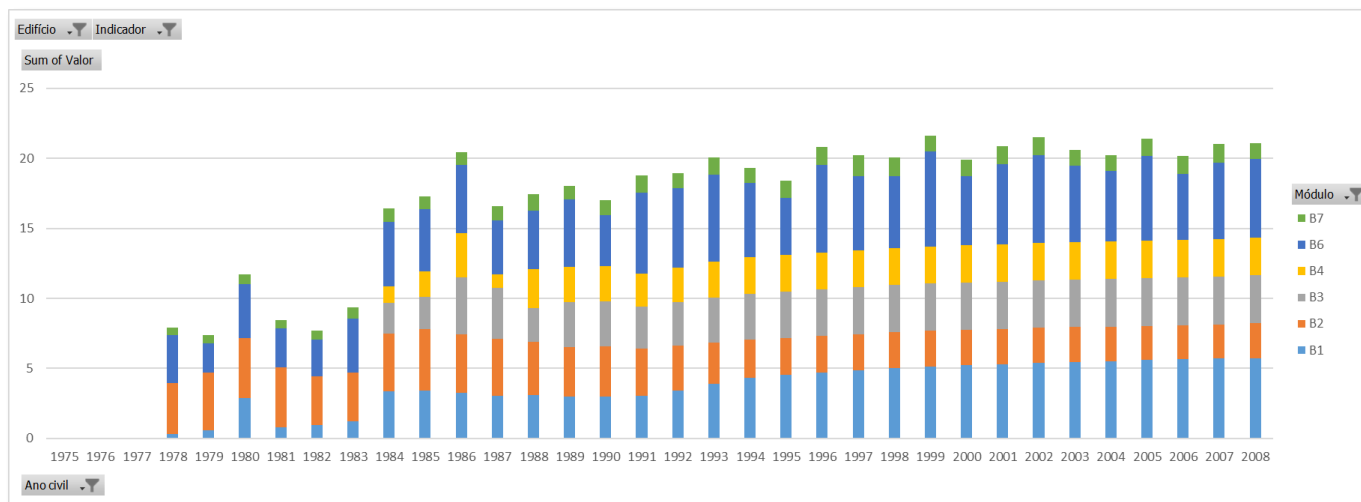
DEMONSTRADOR  
DISPONIBILIZAÇÃO DE BASE DE DADOS DE CUSTOS NA APLICAÇÃO INFORMÁTICA  
E2.4 – PPS 1

REVO@CONSTRUCTION  
DIGITAL CONSTRUCTION REVOLUTION

PILOTO  
APLICAÇÃO DE INDICADORES - CASOS DE ESTUDO  
E2.5 – PPS 1

Lisb@20<sup>20</sup> C@MPETE 2020

Lisb@20<sup>20</sup> C@MPETE 2020



**PROTÓTIPO DE BASE DE DADOS**



# A.3 Interoperabilidade

## Interoperabilidade e Ligação ao BIM



**3.1** Estudos e especificações para identificação e caracterização das necessidades de interoperabilidade com diferentes sistemas ao longo do processo construtivo

**3.2** Conceptualização e desenvolvimento de modelos que permitam a partilha de trabalhos com serviços externos

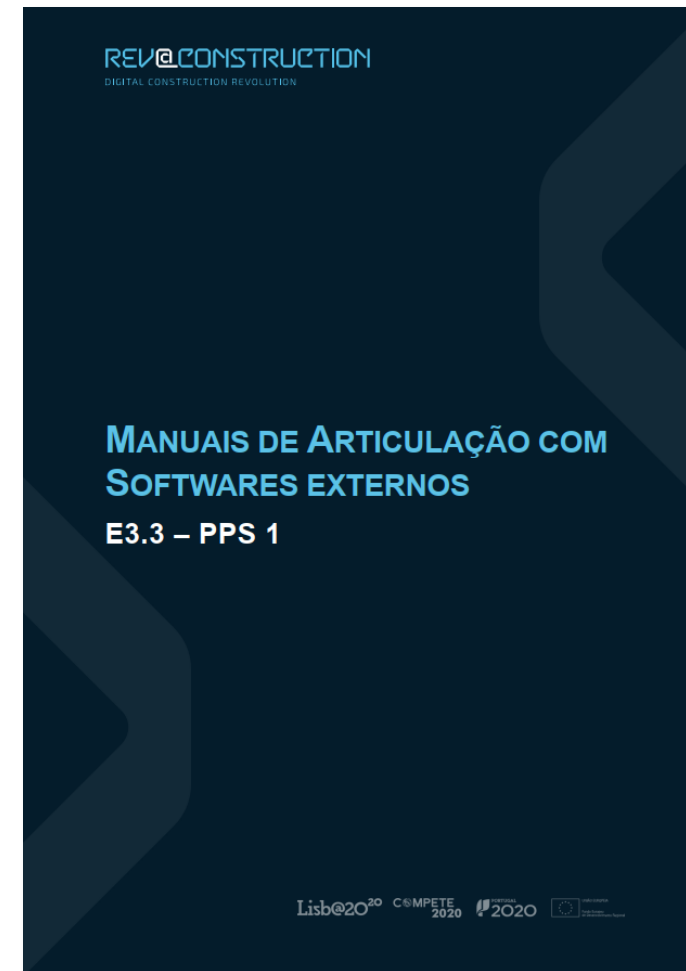
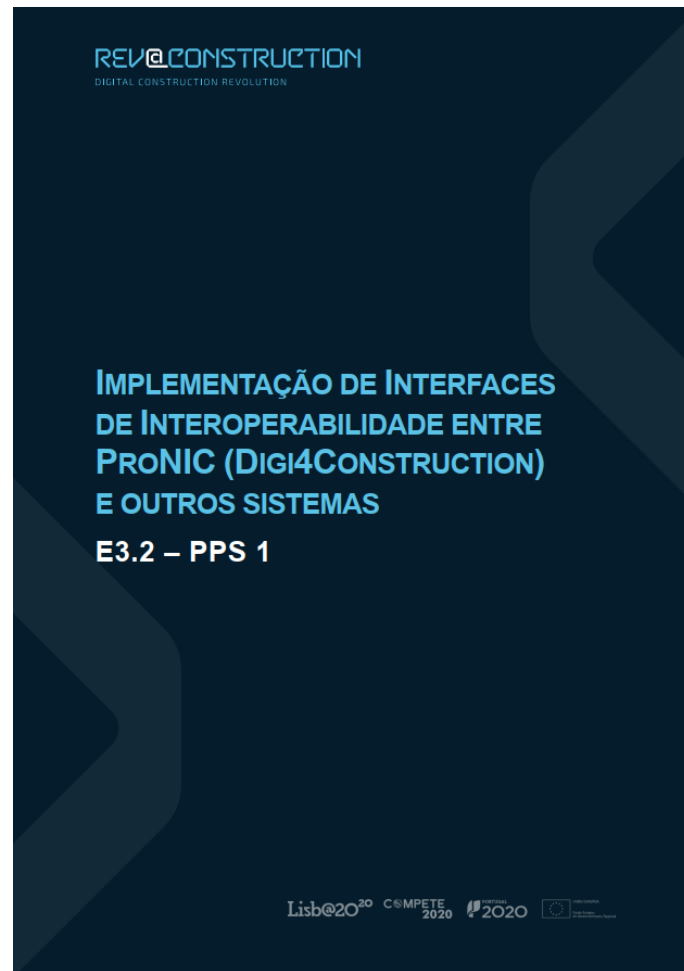
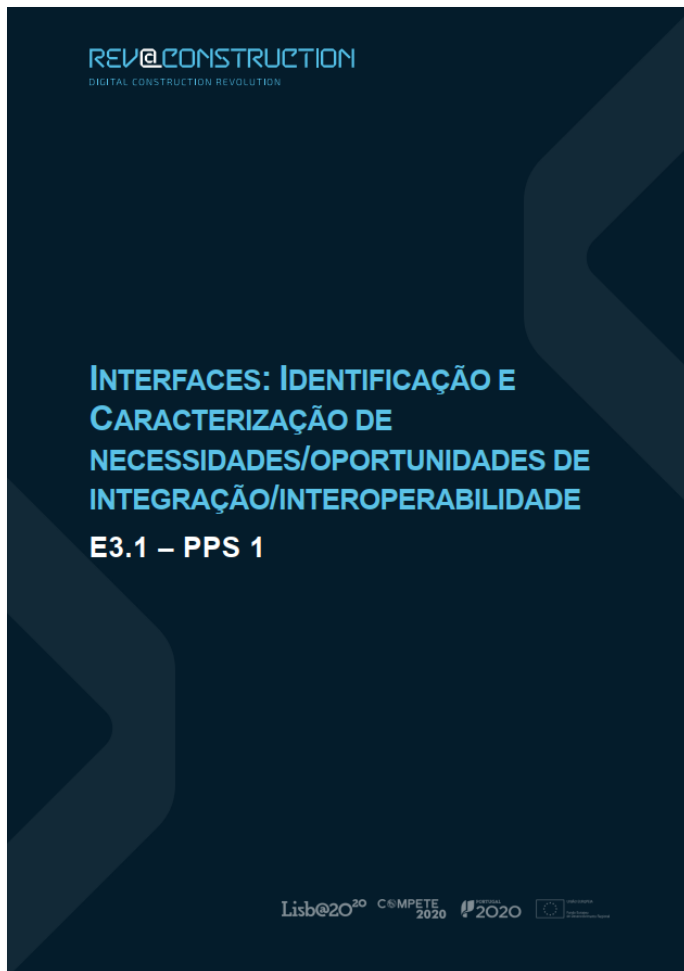
**3.3** Desenvolvimento tecnológico integrado contemplando desenho, implementação e produção de manuais de interoperabilidade do ProNIC com os sistemas identificados

**3.4** Demonstração e validação através de ações de operacionalização e testes: casos de estudo



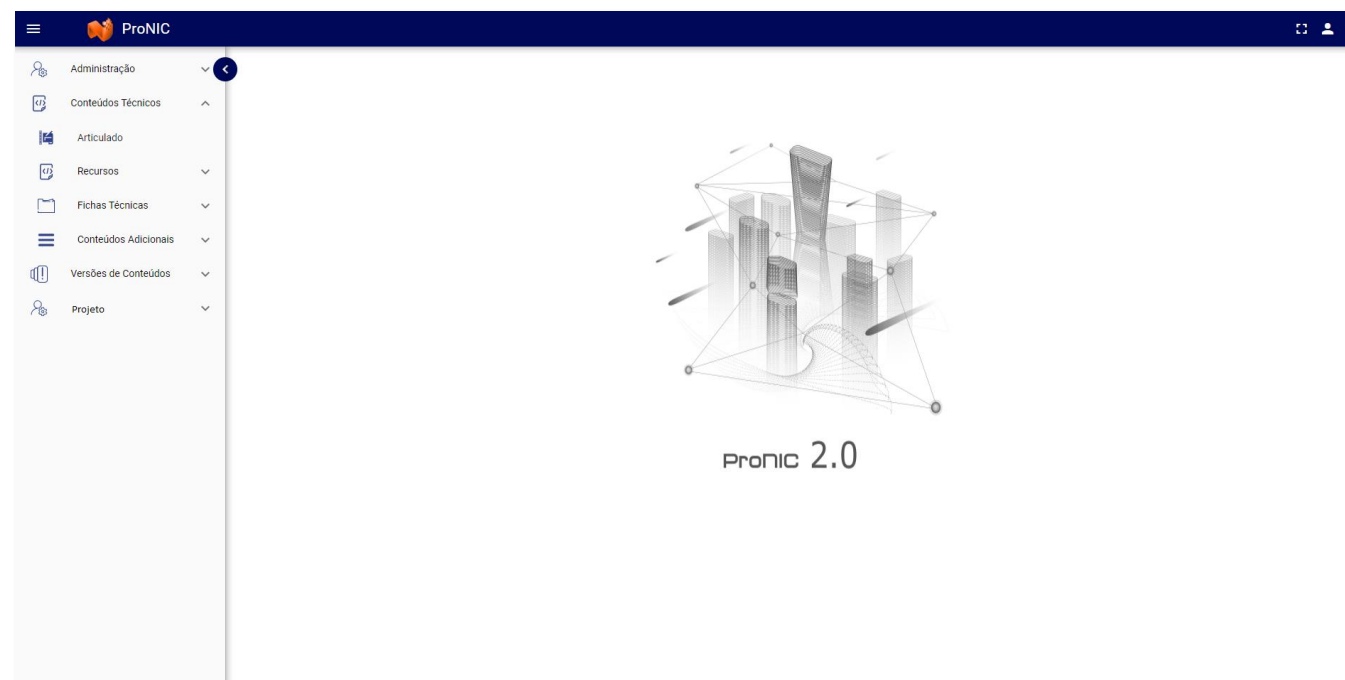
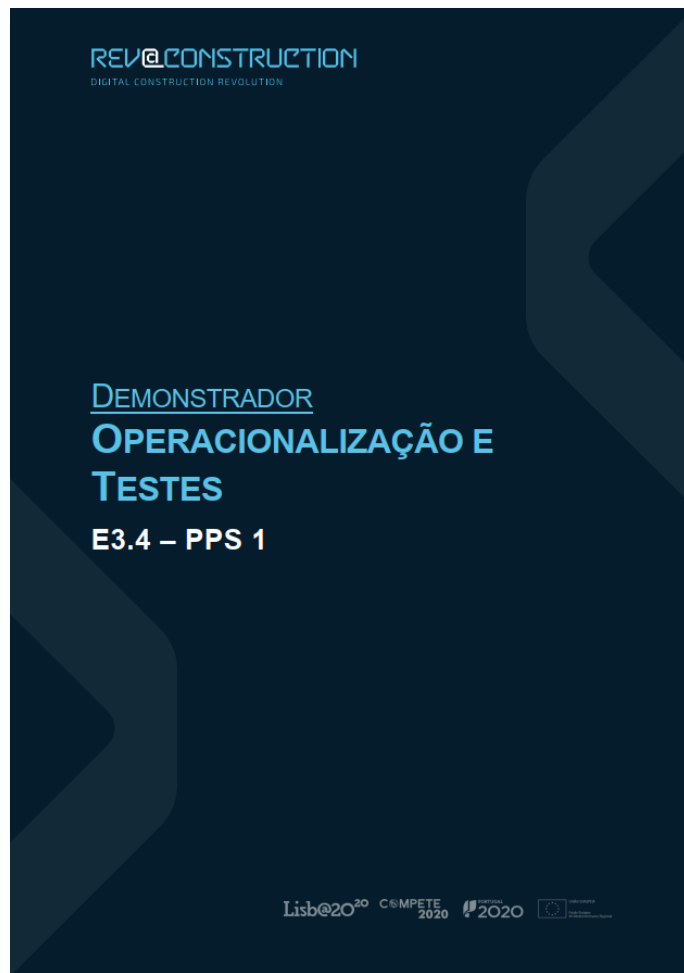
# A.3 Interoperabilidade

## Interoperabilidade e Ligação ao BIM



# A.3 Interoperabilidade

## Interoperabilidade e Ligação ao BIM



*ProNIC 2.0 - Revisão/Ampliação de Funcionalidades*

# A.4 Plan4Digital

## Framework para Implementação Tecnológica



4.1 Especificação base do framework Plan4Digital

4.2 Framework Legal para a implementação tecnológica

4.3 Framework Normativo para a implementação tecnológica

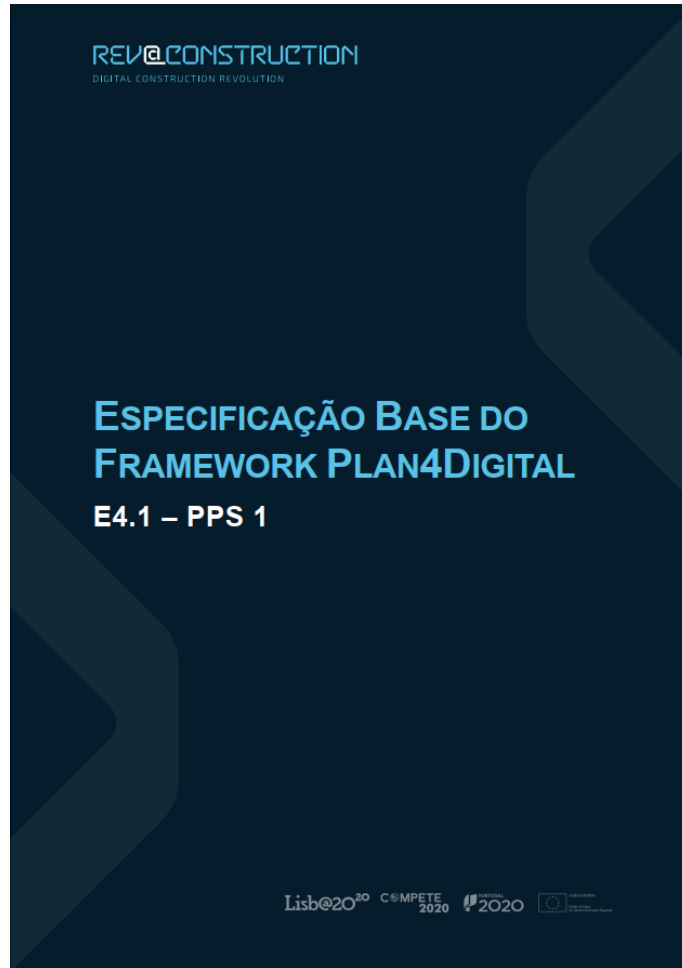
4.4 Workshops com a indústria

4.5 Promoção e demonstração



# A.4 Plan4Digital

## Framework para Implementação Tecnológica



### Prioridade Alta

Elaboração de guias de apoio à contratação BIM e de formulários para cadernos de encargos e planos de execução BIM

Harmonização e implementação gradual de requisitos de informação para a contratação pública de projetos com a utilização de metodologia BIM

Promoção e adoção de modelos de contrato integrados (projeto e obra)

Desenvolvimento de Guias com indicação de regras de medição, MQT e especificações técnicas para o uso do BIM

Desenvolvimento de Plano Nacional faseado para a obrigatoriedade do BIM

Normalização e adequação dos regulamentos municipais e nacionais para efeitos de projeto e licenciamento de projetos BIM

Adoção de normas europeias (em particular a EN ISO 19650) e tradução de documentos normativos europeus para a língua portuguesa

Adaptação da legislação existente para o contexto BIM, em particular elaboração de proposta de atualização da portaria 701-H/2008

Proposta de Programa de sensibilização nacional para a transformação do setor da construção



# A.4 Plan4Digital

## Framework para Implementação Tecnológica



REVA@CONSTRUCTION  
DIGITAL CONSTRUCTION REVOLUTION

**PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DA  
PORTARIA 701H/2008**

E4.2.1 – PPS 1

Lisb@20<sup>20</sup> C@MPETE 2020 2020

REVA@CONSTRUCTION  
DIGITAL CONSTRUCTION REVOLUTION

**PROPOSTA DE CADERNO DE  
ENCARGOS TIPO**

E4.2.2 – PPS 1

**Base BEP**

Lisb@20<sup>20</sup> C@MPETE 2020 2020

REVA@CONSTRUCTION  
DIGITAL CONSTRUCTION REVOLUTION

**PLANO BIM NACIONAL -  
ESTRATÉGIA PARA IMPLEMENTAÇÃO  
DO BIM EM PORTUGAL**

E4.3 – PPS 1

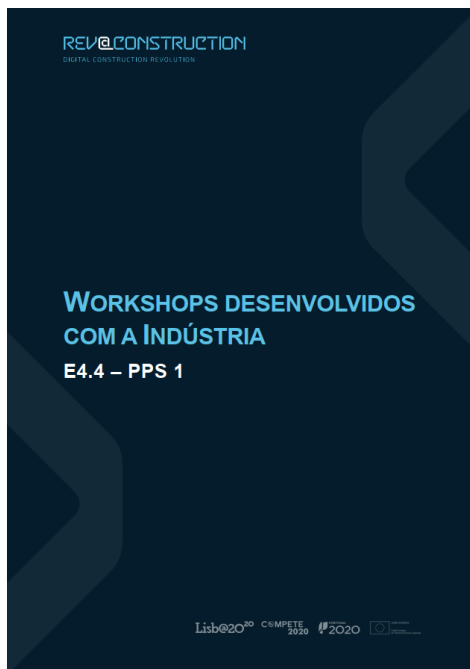
**2 Normas NP EN**

Lisb@20<sup>20</sup> C@MPETE 2020 2020



# A.4 Plan4Digital

## Framework para Implementação Tecnológica



*Levantamento de Medidas*

*Priorização de Medidas*

*Requisitos Mínimos BIM*

Diferentes abordagens à adoção e difusão do BIM

Top-Down  
Authorities

BIM

Practitioners

Bottom-Up  
Authorities

BIM #1 BIM #2 BIM #3 BIM #4

PPS1 - DIGI4CONSTRUCTION  
4.1 ESPECIFICAÇÃO BASE DO FRAMEWORK PLAN4DIGITAL

Workshop 1  
Identificação de Medidas

Workshop 2  
Priorização das Medidas

- Tecido Empresarial**
  - AECOPS | Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços
  - Grupo Casals
  - Gabriel Couto
  - Grupo ACA
  - APPC (Associação Portuguesa de Projecionistas e Consultores)
  - Engenieur
  - Quadrante
  - A400 | Projecionistas e Consultores de Engenharia, Lda.
  - TFP - CONSULTORES DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
  - Grupo Mota-Engil
- Competências**
  - Universidade do Minho
  - IPLeiria - Politécnico de Leiria
  - ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa
  - Ordem dos Arquitetos
  - Ordem dos Engenheiros
- Contratação e Gestão**
  - EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres, SA
  - Infraestruturas de Portugal
  - Lisboa SRU - Sociedade de Reabilitação Urbana
  - Galurb, EM Urbanismo e Habitação
  - Comissão Técnica 197 - Building Information Modelling (BIM)
  - Comissão Técnica 204 - Gestão de Ativos

Antonio Aguiar Costa

# A.5 idBIM 4.0

## Biblioteca de Objetos BIM Nacional



5.1 Especificação base da Biblioteca idBIM 4.0

5.2 idBIM 4.0 Product Data Templates

5.3 Guia de Objetos BIM

5.4 Plugin para a Sustentabilidade

5.5 Caso de Aplicação - Modelação de Objetos para Pavimentos e Infraestruturas rodoviárias

5.6 Desenvolvimento da Biblioteca idBIM 4.0

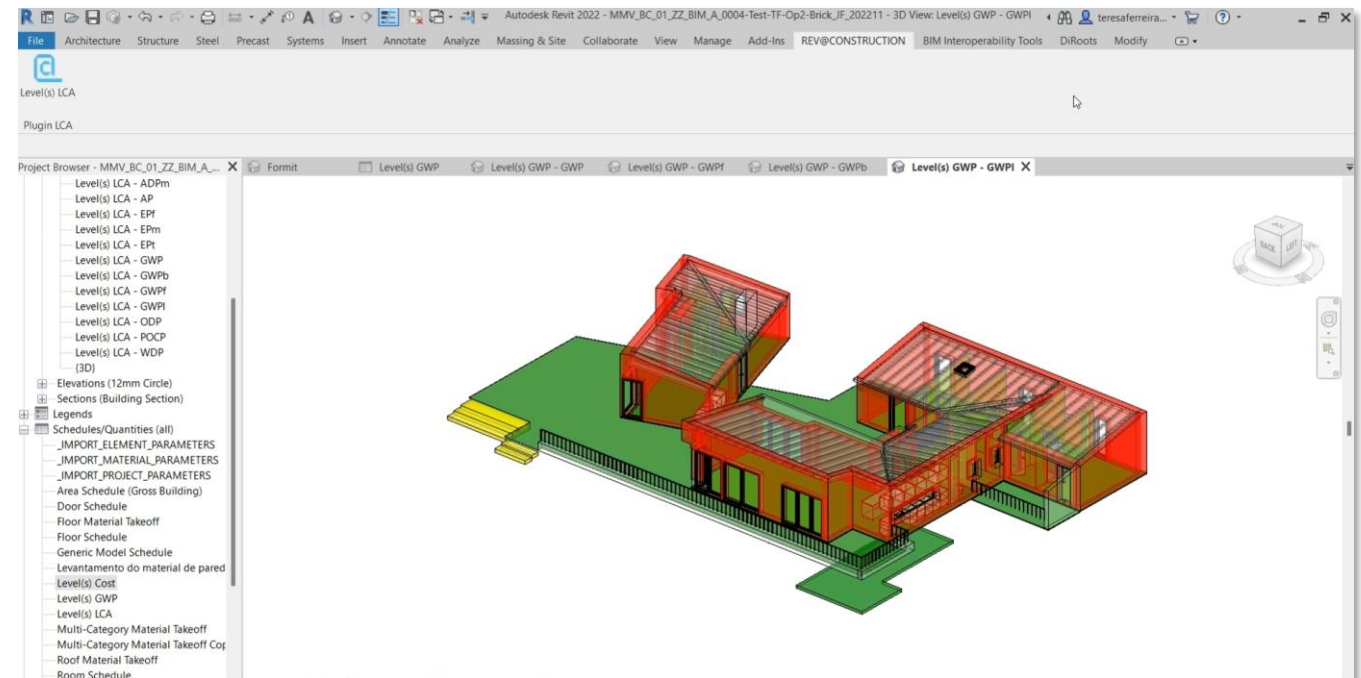
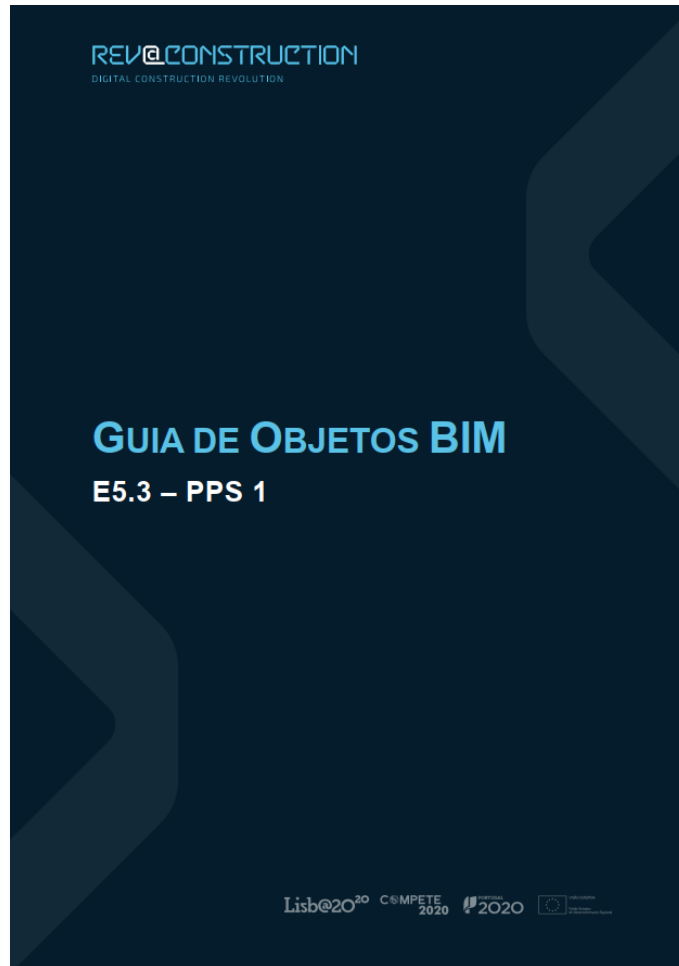
5.7 Testes da Biblioteca idBIM 4.0

5.8 Promoção e demonstração



# A.5 idBIM 4.0

## Biblioteca de Objetos BIM Nacional



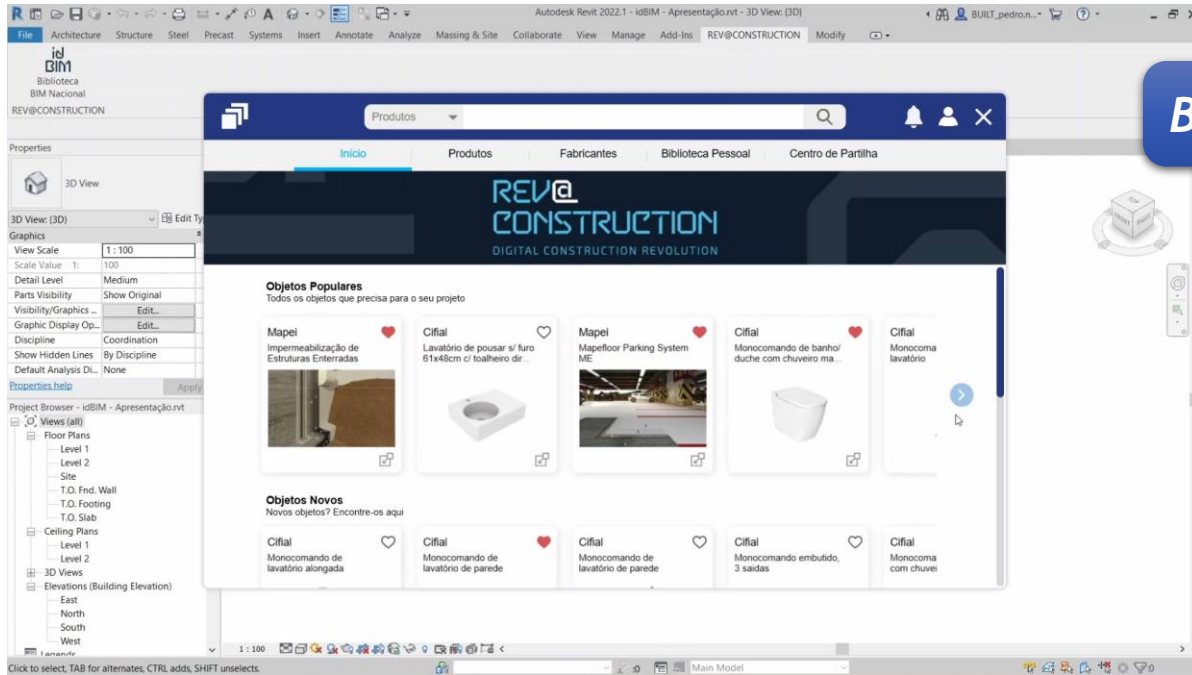
*Plugin para a Sustentabilidade - LCA Level(s)*

# A.5 idBIM 4.0

## Biblioteca de Objetos BIM Nacional



### Biblioteca de Objetos idBIM4.0



### idBIM4.0 Product Data Templates

**PDTs**

PDTs Documentação API Participantes Contactos

Jolo Ribeiro

# STANDARD

A normalização dos dados na indústria da construção está a caminho

Aqui tem acesso a modelos de dados de produtos normalizados abertos

**PDTs Download**  
Pode descarregar qualquer um dos PDTs nos formatos: CSV, XML e JSON

**Análise de PDTs**  
Dê o seu feedback sobre as propriedades e responda ao inquérito para nos ajudar a melhorá-lo

**Ligar aos PDTs**  
Utilize o nosso API para se ligar à sua aplicação web ou plugin

# A.6 BIM4Bridges

## Entrega Digital de Modelos BIM de Obras de Arte



6.1 Especificação do ecossistema digital para Obras de Arte

6.2 Definição de regras de modelação BIM para Obras de Arte

6.3 Criação de biblioteca de objetos BIM específicos, a incluir na Biblioteca idBIM 4.0

6.4 Modelação BIM de Obra de Arte, integrada em processos apoiados pela Digi4Construction

6.5 Promoção e demonstração

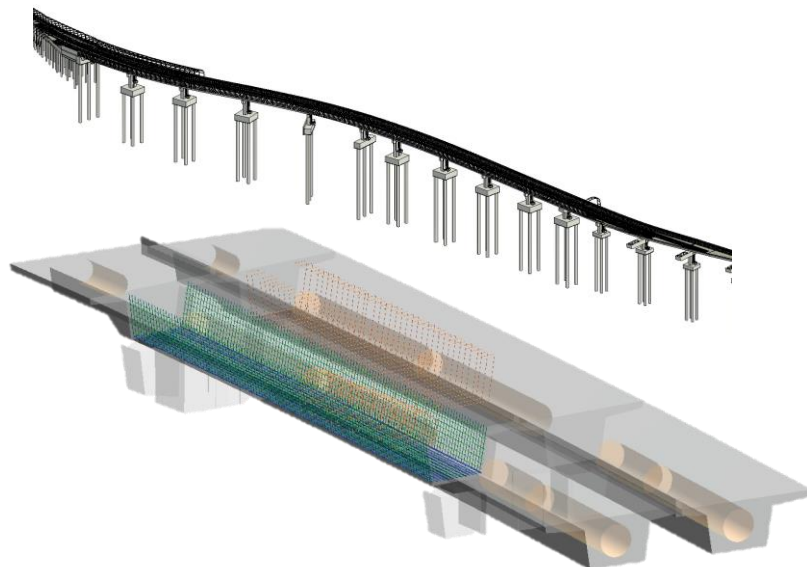
**BIMMS**  
integrated engineering



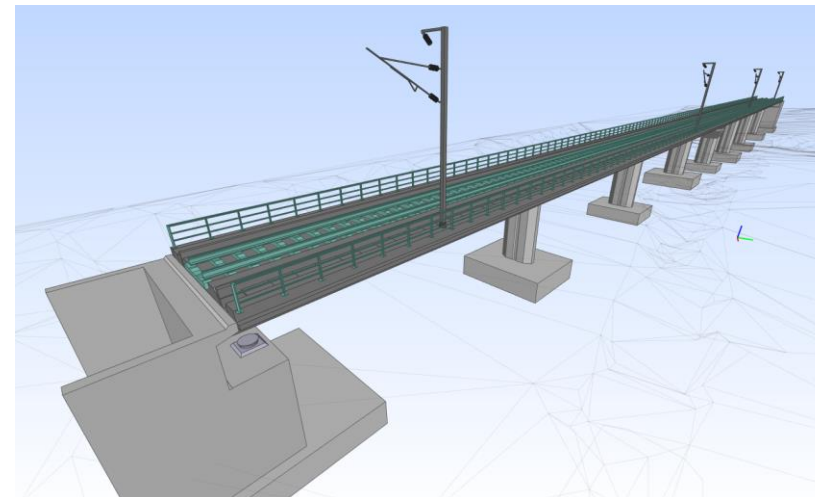
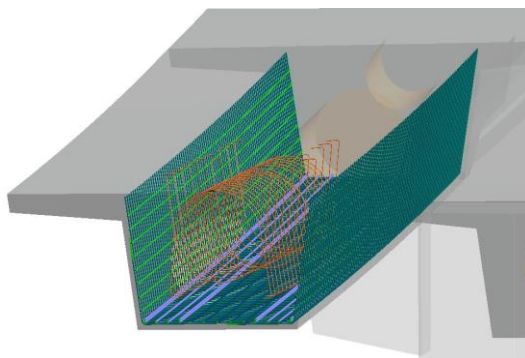
ADÃO DA FONSECA

# A.6 BIM4Bridges

## Modelação BIM de Obras-de-Arte



### E6.3 DEFINIÇÃO DE OBJETOS BIM



### E6.4 MODELAÇÃO BIM - PONTE DO XARRAMA





# A.7 Plataforma Digi4Construction

## Integração Digital para a indústria da construção



7.1 Especificação da plataforma Digi4Construction

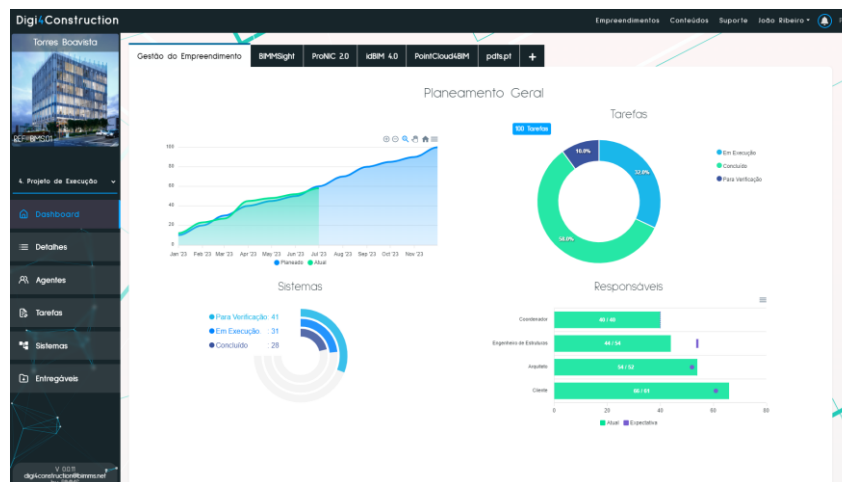
7.2 Desenvolvimento da plataforma e integração de APPs

7.3 Testes

7.4 Promoção e demonstração

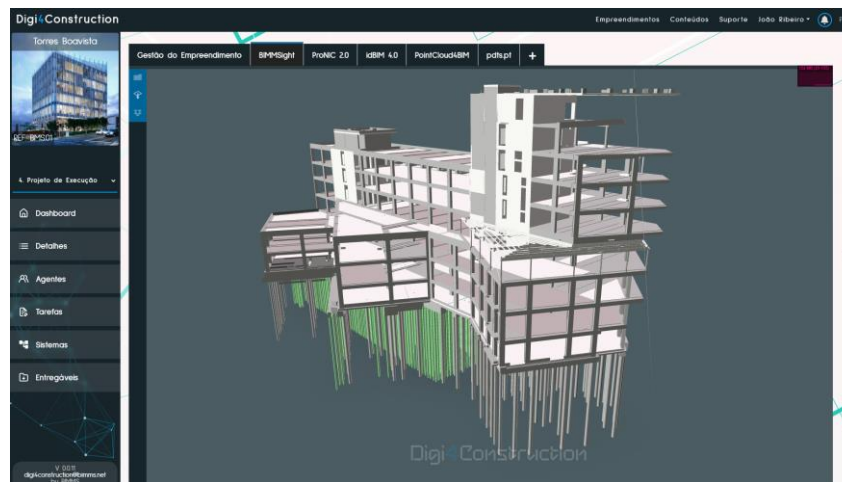
# A.7 Plataforma Digi4Construction

## Integração Digital para a indústria da construção



The "SISTEMAS" view displays a table of construction systems with columns for Classification, System Name, Responsible, ICD, ICD, Status, and Delivery Date.

| Classificação | Sistema   | Responsável              | ICD | ICD | Status      | Data do Entrega |
|---------------|---|--------------------------|-----|-----|-------------|-----------------|
| SS_5_10_30    | Sistema de escavação, enchimento e controlo de acesso | Por Delegar              | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_5_10_5     | Sistema de limpeza de betão e alvenaria               | Arquiteto                | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_5_10_30    | Sistema de reparação e renovação de alvenaria         | Por Delegar              | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_5_10_30    | Sistema de reparação e renovação de madeira           | Por Delegar              | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_20_05_5    | Sistema de fundação de betão                          | Engenheiro de estruturas | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_20_05_30   | Sistema de sub-estrutura de betão                     | Engenheiro de estruturas | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_20_05_45   | Sistema de estacas                                    | Engenheiro de estruturas | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_20_10_10   | Sistema de abrigo                                     | Arquiteto paisagista     | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_20_10_75   | Sistema estruturas porticadas                         | Engenheiro de estruturas | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_25_10_20   | Sistema de parede cortina                             | Arquiteto                | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_25_10_30   | Sistema de paredes interiores porticadas              | Arquiteto                | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_25_10_32   | Sistema de estrutura de parede em moldura             | Engenheiro de estruturas | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_25_10_35   | Sistema de envidracação em moldura                    | Arquiteto                | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_25_10_36   | Sistema de parede de betão                            | Engenheiro de estruturas | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_25_10_40   | Sistema de gabinete elétrico                          | Arquiteto                | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_25_10_45   | Sistema de parede interior                            | Arquiteto                | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_25_10_40   | Sistema de parede de vidro estrutural                 | Arquiteto                | 3   | 3   | Em Execução | -               |
| SS_25_10_33   | Sistema de parede de vidro                            | Arquiteto                | 3   | 3   | Em Execução | -               |



# Características Inovadoras

PPS1 - DIGI4Construction

# Digi4Construction



## CARACTERÍSTICAS INOVADORAS

Interoperabilidade no ciclo de vida do Empreendimento

Cálculo automático de custos de Empreendimentos

Biblioteca Digital estruturada para materiais e produtos de Construção

Instrumento de apoio ao cálculo do LCA com base no BIM

Integração Tecnológica num modelo digital de uma Obra de Arte

## RESULTADOS

PLATAFORMA  
DIGI4CONSTRUCTION

FERRAMENTA  
COSTMANAGE 4.0

BIBLIOTECA DE OBJETOS BIM  
IDBIM 4.0

BASE DE DADOS E FERRAMENTA DE  
APOIO AO CÁLCULO DO LCA

REGRAS E SISTEMATIZAÇÃO PARA ELABORAÇÃO  
DE MODELO DIGITAL - BIM4BRIDGES

# Plataforma Digi4Construction

Resultados | PPS1 - Digi4Construction

# COSTmanage 4.0

Características Innovadoras | PPS1 - Digi4Construction

# Biblioteca de Objetos BIM

## idBIM 4.0

Características Innovadoras | PPS1 - Digi4Construction



# Base de Dados e ferramenta de apoio ao cálculo do LCA

Características Inovadoras | PPS1 - Digi4Construction

# BIM4Bridges

Características Innovadoras | PPS1 - Digi4Construction

# Obrigado!

PPS1 - Digi4Construction

# PPS2

# Digital Twin para a AEC.

João Vaz da Silva ▪ 3Maps

# Digital Twin para a AEC

## Estruturação de Atividades



*INVESTIGAÇÃO*

*INVESTIGAÇÃO INDUSTRIAL*

*DESENVOLVIMENTO  
EXPERIMENTAL*

### 9. DIGITWIN4CONSTRUCTION

Plataforma de Digital Twin para os Processos de projeto e construção

### 10. NORMAS E DIRETIVAS

Especificação e operacionalização do digital twin para os processos

### 11. DATADELIVERY4CONSTRUCTION

Plataforma unificada de dados para processos de projeto e construção

### 12. APLICAÇÕES E PILOTOS

Apoio e acompanhamento da implementação para os processos de projeto e construção

### 13. POINTCLOUD4BIM

*Extensão da utilização do BIM para comparação entre o as-built e o modelo projetado*

### 14. BETONAGEM 4.0 E PAVIMENTAÇÃO 4.0

Gestão e otimização dos processos de construção associados ao desenvolvimento dos projetos de betonagem e de pavimentação

# Resultados das Atividades

PPS2 - Digital Twin para a AEC

# A.9 DigiTwin4Construction

## Plataforma de Digital Twin



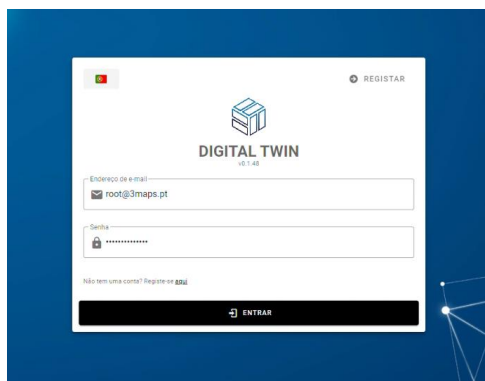
### Atividades

- 9.1 Desenvolvimento do Núcleo Aplicacional da Infraestrutura Tecnológica para a Digitalização dos Processos de Projeto e Construção
- 9.2 Desenvolvimento/Inclusão de Processos de Aprendizagem, Monitorização, Caracterização, Atualização contínua do estado e evolução da construção
- 9.3 Desenvolvimento do Sistema Inteligente de Representação e Simulação 3D de réplicas virtuais interativas do estado e evolução da construção
- 9.4 Disponibilização das Interfaces Lógicas, conectores e gateways para a criação dos pilotos experimentais de suporte à digitalização dos processos de projeto e construção

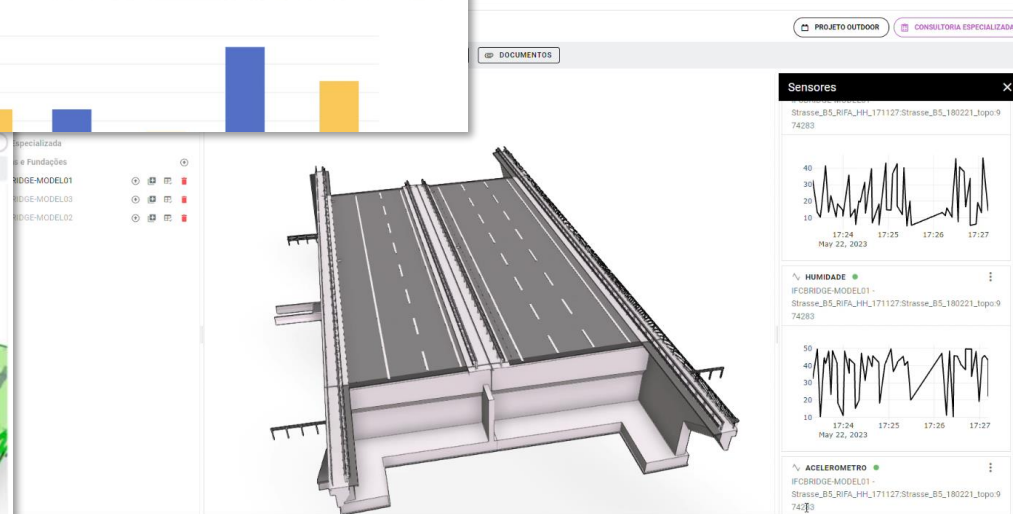
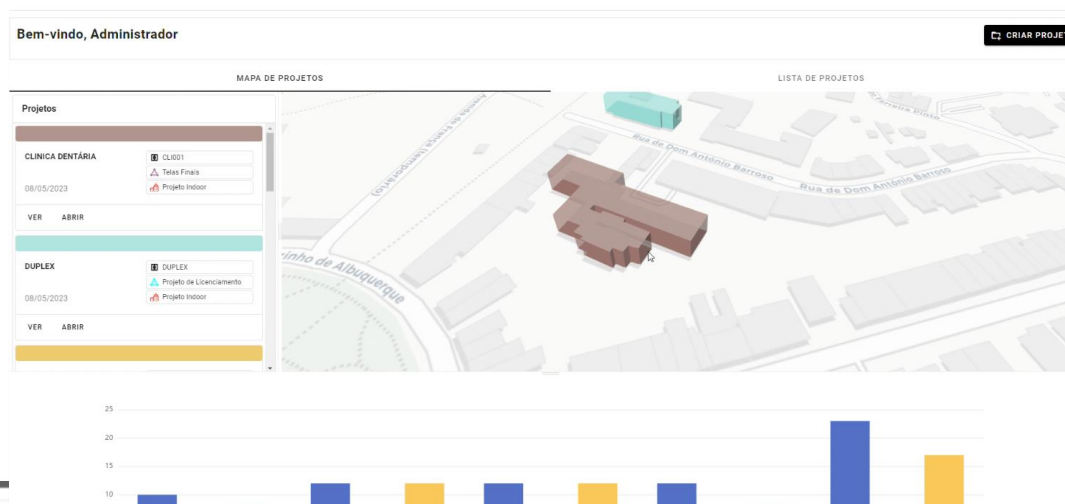


# A.9 DigiTwin4Construction

## Plataforma de Digital Twin



PLATAFORMA DE DIGITAL TWIN



# A.10 Normas e Diretivas

## Especificação e Operacionalização



### Atividades

- 10 Acompanhamento da especificação e da operacionalização das normas e diretivas do Digital Twin para os processos de Projeto e Construção

# A.10 Normas e Diretivas

## Especificação e Operacionalização



3D SPACE



REAL TIME DATA/  
HISTORICAL DATA



IOT/SENSORS



IT INTEROPERABILITY



RESEMBLING  
REALITY

# A.10 Normas e Diretivas

## Especificação e Operacionalização



### CAMADAS

|                                     |                                |  |
|-------------------------------------|--------------------------------|--|
| Caracterização e representação 3D   | <b>Ambiente</b>                |  |
|                                     | <b>Seres vivos</b>             |  |
|                                     | <b>Pessoas</b>                 |  |
| Dados dinâmicos em tempo real       | <b>Veículos</b>                |  |
|                                     | <b>Equipamentos</b>            |  |
| Monitorização, previsão e simulação | <b>Edifícios e construções</b> |  |
|                                     | <b>Infraestruturas</b>         |  |
|                                     | <b>Cartografia 3D</b>          |  |

### TIPOLOGIAS DE TWINS

2 Fases 3 Especialidades 4 Funções

Caracterização do projeto, como o título, descrição, localização, entre outros

Localização

0 / 255

- Projeto Outdoor**  
Ideal para representação de projetos com georreferenciação contínua como estradas ou pavimentos
- Ativo Indoor**  
Ideal para projetos com necessidade de representação realista restrita a um espaço físico
- Ativo Outdoor**  
Ideal para representação de realidades complexas de um vasto espaço georreferenciado

# A.11 DataDelivery4Construction

## Plataforma Unificada de Dados



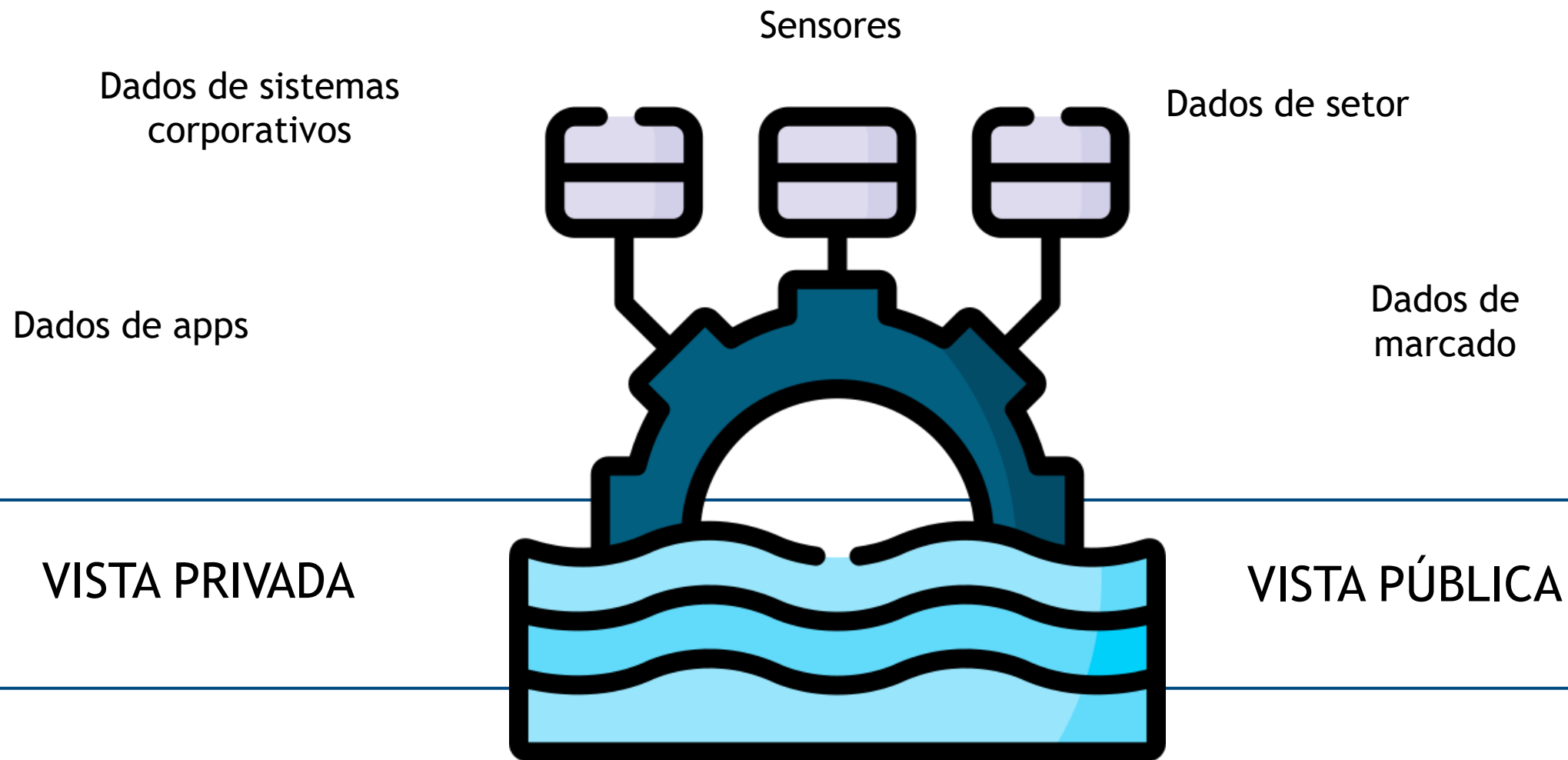
### Atividades

- 11.1 Desenvolvimento dos serviços de conectividade e integração dos dados do modelo federado, dos sistemas de sensorização e de outros sistemas da construção
- 11.2 Desenvolvimento das camadas de extração e o processamento de dados, heterogêneos, multivariáveis e multidimensionais, provenientes de diversas fontes e em diferentes formatos
- 11.3 Desenvolvimento dos mecanismos de virtualização, análise transformação e manipulação dos dados da construção
- 11.4 Desenvolvimento das camadas de abstração que permitam a disponibilização unificada dos dados aos consumidores de informação (pilotos experimentais e digital twin)



# A.11 DataDelivery4Construction

## Plataforma Unificada de Dados



# A.11 DataDelivery4Construction

## Plataforma Unificada de Dados



Search Spaces and Datasets

Datasets

Spaces (0)

No spaces yet  
Add space

Sources

Databases (1)

RECONSTRUCTION DATALAKE

| Name ↑                                  | Jobs |
|---|------|
| airbyte_raw_BET4_0_DATASET              | 2    |
| airbyte_raw_full_data_dump_influxdb_csv | 0    |
| airbyte_raw_projects                    | 5    |
| assets                                  | 0    |
| bet4_0                                  | 0    |
| bim4bridges                             | 0    |
| costmanage_4_0                          | 0    |
| digitalwin4construction                 | 0    |
| ots                                     | 0    |
| pav_4_0                                 | 0    |
| pav_4_0_jc                              | 0    |
| pavics                                  | 0    |
| pointcloud4bim                          | 0    |
| pronix                                  | 0    |
| pvlcs                                   | 0    |
| rcm4assets                              | 0    |
| techinfo_4_0                            | 0    |

Add Source

Reflections

Context: RECONSTRUCTION DATA LAKE dat...

Query1

4 Columns

| id             | airbyte_data   | airbyte_data_hash                   | airbyte_output_at       |
|----------------|--|-------------------------------------|-------------------------|
| ZoO9lQK3dDewx8 | [{"start": "1970-01-01T00:00:00Z", "stop": "2022-11-04T08:15:33Z", "id": "42080be-0153-33ee-a096-73862a87a613"}] | 42080be-0153-33ee-a096-73862a87a613 | 2023-05-23T10:01:17.330 |
| ZoO9lQK3dDewx5 | [{"start": "1970-01-01T00:00:00Z", "stop": "2022-11-04T08:15:33Z", "id": "39a7568-0852-39d5-8055-346614606414"}] | 39a7568-0852-39d5-8055-346614606414 | 2023-05-23T10:01:17.313 |
| ZoO9lQK3dDewxT | [{"start": "1970-01-01T00:00:00Z", "stop": "2022-11-04T08:15:33Z", "id": "64e74d5-7866-3951-84322-24392085243"}] | 64e74d5-7866-3951-84322-24392085243 | 2023-05-23T10:01:17.313 |
| ZoO9lQK3dDewx7 | [{"start": "1970-01-01T00:00:00Z", "stop": "2022-11-04T08:15:33Z", "id": "688973c-7e42-327a-b960-408803d8d0c9"}] | 688973c-7e42-327a-b960-408803d8d0c9 | 2023-05-23T10:01:17.334 |
| ZoO9lQK3dDewxY | [{"start": "1970-01-01T00:00:00Z", "stop": "2022-11-04T08:15:33Z", "id": "417d098-e41e-30c3-b454-bd7104d8a6d"}]  | 417d098-e41e-30c3-b454-bd7104d8a6d  | 2023-05-23T10:01:17.313 |
| ZoO9lQK3dDewxW | [{"start": "1970-01-01T00:00:00Z", "stop": "2022-11-04T08:15:33Z", "id": "6ed79e4-4d15-32d7-8a6f-ac50e422541c"}] | 6ed79e4-4d15-32d7-8a6f-ac50e422541c | 2023-05-23T10:01:17.317 |
| ZoO9lQK3dDewx0 | [{"start": "1970-01-01T00:00:00Z", "stop": "2022-11-04T08:15:33Z", "id": "8f051ab-3741-3688-8d6d-3a70819642a3"}] | 8f051ab-3741-3688-8d6d-3a70819642a3 | 2023-05-23T10:01:17.318 |
| ZoO9lQK3dDewxY | [{"start": "1970-01-01T00:00:00Z", "stop": "2022-11-04T08:15:33Z", "id": "8997225-8225-35c4-a9a1-8c93d84271a"}]  | 8997225-8225-35c4-a9a1-8c93d84271a  | 2023-05-23T10:01:17.320 |
| ZoO9lQK3dDewxZ | [{"start": "1970-01-01T00:00:00Z", "stop": "2022-11-04T08:15:33Z", "id": "02841e0-44ac-3988-af3c-3a6b31848306"}] | 02841e0-44ac-3988-af3c-3a6b31848306 | 2023-05-23T10:01:17.322 |

PLATAFORMA DE DADOS DA  
CONSTRUÇÃO



# A.12 Aplicações e Pilotos Experimentais

## Apoio e acompanhamento da implementação



### Atividades

- 12.1 Acompanhamento e apoio para implementação das aplicações e pilotos experimentais com base na plataforma de Digital Twin desenvolvida para os processos de projeto e construção
- 12.2 Acompanhamento e apoio para implementação das aplicações e pilotos experimentais com base na plataforma unificada de dados para os processos de projeto e construção

# A.12 Aplicações e Pilotos Experimentais

## Apoio e acompanhamento da implementação



Connection: BET4.0 DATASET → DATALAKE (MongoDB)

File (CSV, JSON, Excel, Feather, Parquet) → MongoDB DATALAKE (MongoDB) Enabled

Status Replication Transformation Settings

| Sync History   | Cancel Sync   |
|--|---------------|
| Sync Running   | 11:01AM 05/23 |
| Sync Succeeded<br>1.02 MB   2,347 limited records   5,247 committed records   7% | 11:00AM 05/23 |

**INSTANCIÇÃO DOS DADOS DO  
BET 4.0 E PAV 4.0**

Sensores

ASSOCIAR SENSOR

DESL\_APOIO  
Ponte - BMS\_Xarama\_Encontro  
1.BMS\_Xarama\_Encontro 1:521122

DESL\_JUNTA  
Ponte - BMS\_Xarama\_Encontro  
1.BMS\_Xarama\_Encontro 1:521122

TEMPERATURA AMBIENTE  
Ponte - BMS\_Xarama\_Pilar P1 2:456278

# A.13 PointCloud4BIM

## Comparação entre o as-built e o modelo projetado



### Atividades

- Visualização em ambiente virtual da nuvem e do BIM
- Redução de dados (simplificação da nuvem de pontos)
- Extração de *features* (deteção de primitivas geométricas)
- Registo da nuvem com o BIM
- Classificação dos pontos por elementos construtivos
- Comparação do *as-built* com o projetado
  - Estimação de volume construído
  - Status gráfico



# A.13 PointCloud4BIM

## Comparação entre o as-built e o modelo projetado



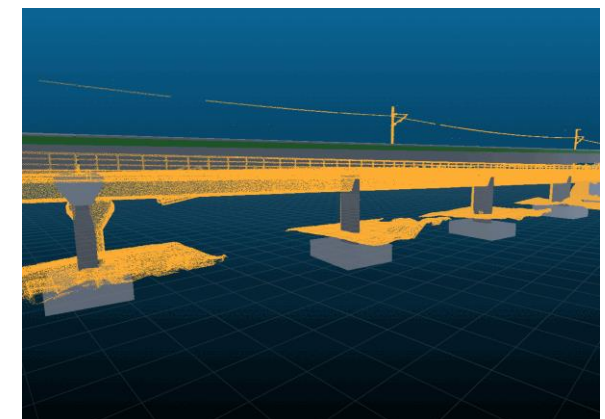
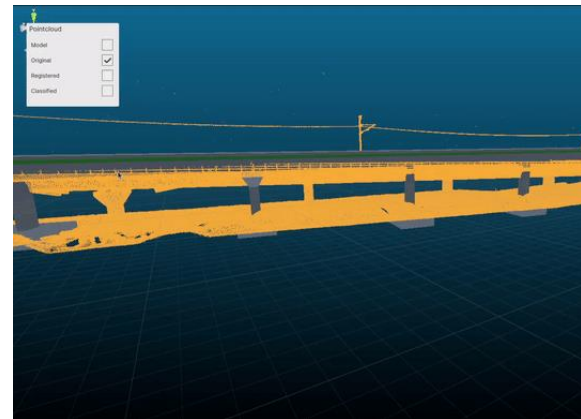
### Resultados da atividade

- Aplicação desenvolvida com demonstrações em cenários interiores e exteriores



### Resultados científicos

- Dois artigos em conferências internacionais
- Dois artigos em revistas internacionais



# A.14 BET 4.0 e PAV 4.0

## Gestão e otimização de betonagem e de pavimentação



### Atividades

- Aplicação de gestão integrada do processo de betonagem (BET4.0)
- Aplicação de gestão integrada do processo de pavimentação (PAV4.0)
- Sistemas integrados de sensorização dos processos de betonagem e pavimentação
- Otimização dos processos



# A.14 BET 4.0

## Gestão e otimização de betonagem e de pavimentação

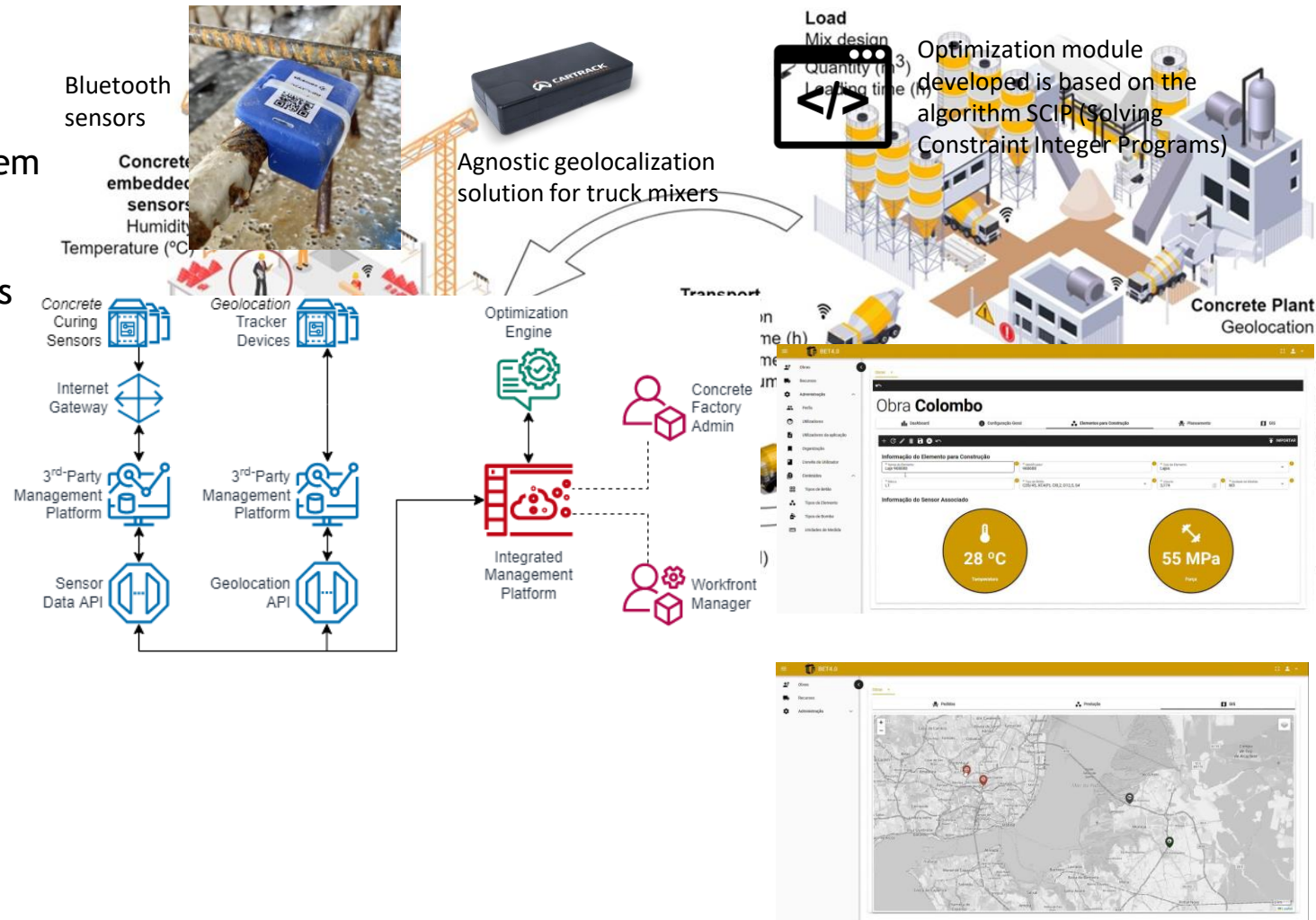


### Resultados da atividade

- Aplicação BET4.0
- Solução integrada de monitorização e controlo em tempo quase-real dos diferentes equipamentos com recolha automática de dados dos diferentes sensores (data streaming);
- Otimização do processo de abastecimento do betão à obra

### Resultados científicos

- 1 artigo em conferência internacional
- 1 artigo em revista internacional





# A.14 PAV 4.0

## Gestão e otimização de betonagem e de pavimentação

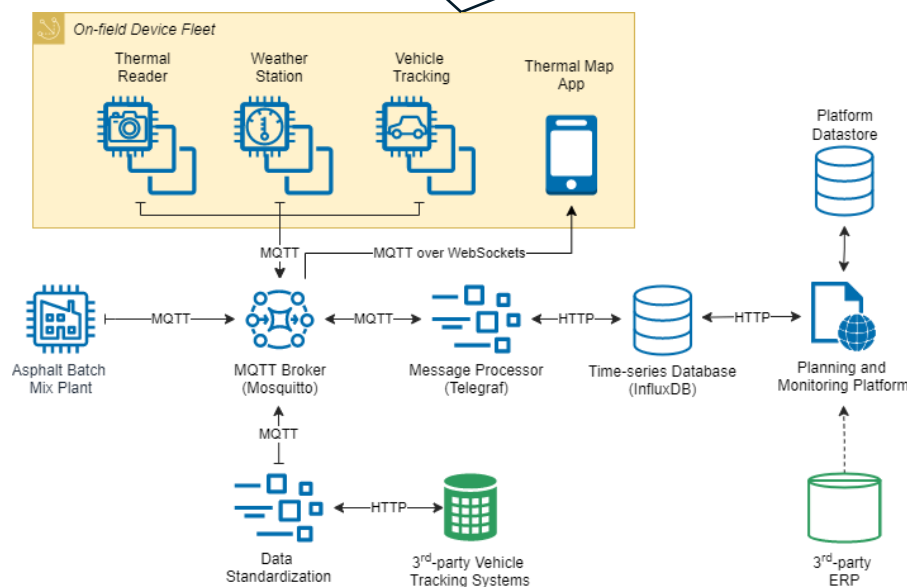
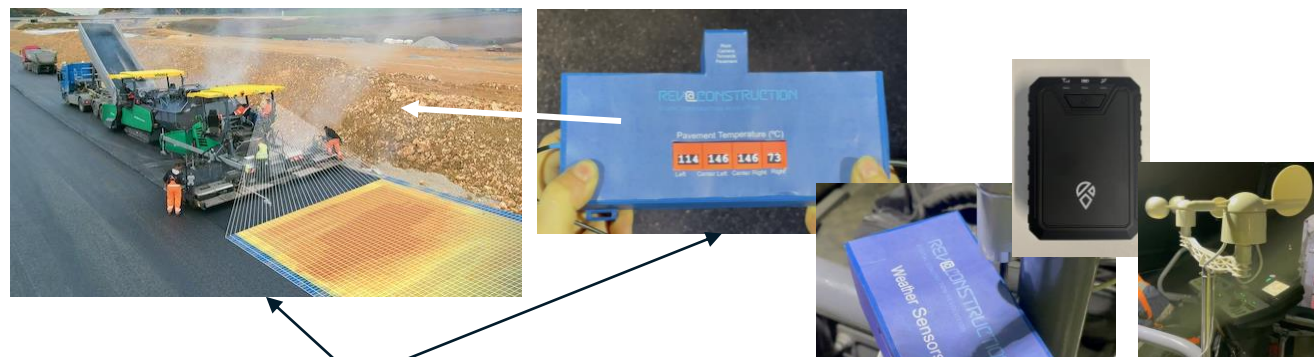


### Resultados da atividade

- Aplicação PAV4.0
- Solução integrada de monitorização e controlo em tempo quase-real dos diferentes equipamentos com recolha automática de dados dos diferentes sensores (data streaming);

### Resultados científicos

- 1 artigo em conferência internacional
- 2 artigos em revista internacional



# PPS3

# Digital Twin para a Operação e Manutenção.

João Vaz da Silva ▪ 3Maps



# Digital Twin para a Operação e Manutenção

## Estruturação de Atividades



*INVESTIGAÇÃO*

*INVESTIGAÇÃO INDUSTRIAL*

*DESENVOLVIMENTO  
EXPERIMENTAL*

### 15. DIGITWIN4ASSETS

Extensão da Plataforma de Digital Twin para Gestão de Ativos

### 16. APLICAÇÕES E PILOTOS

Apoio e acompanhamento da implementação para os processos de gestão de ativos

### 18. NORMAS E DIRETIVAS

Especificação e operacionalização do digital twin para os processos

### 17. DATADELIVERY4ASSETS

Extensão da plataforma unificada de dados para processos de gestão de ativos

### 19. RCM4ASSETS

*Plataforma para apoio à decisão na gestão de ativos*

### 20. PAV 4.0-LC

Monitorização em tempo real dos ativos - pavimentos

# Resultados das Atividades

PPS3 - Digital Twin para a Operação e Manutenção

# A.15 DigiTwin4Assets

Extensão plataforma de Digital Twin para gestão de ativos

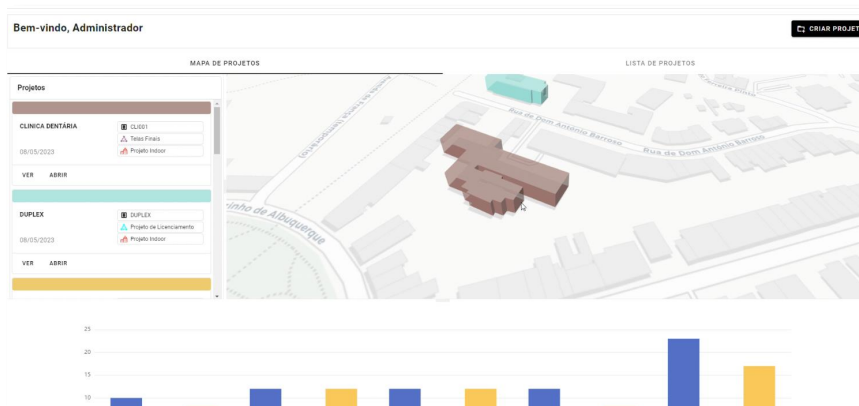


## Atividades

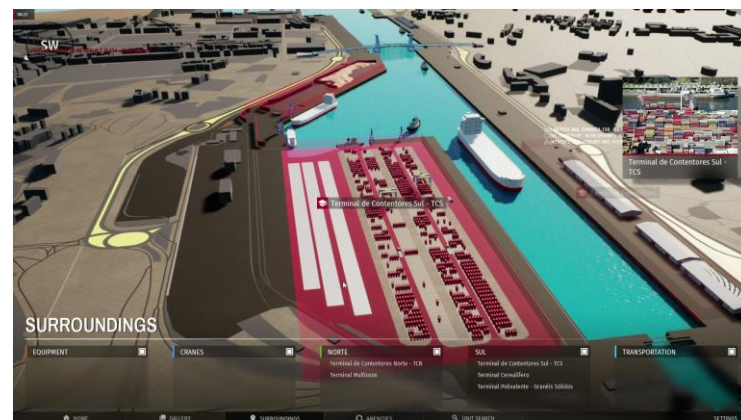
- 15.1 Extensão dos serviços de conectividade e das camadas de abstração para a extração, processamento e disponibilização dos dados da gestão de ativos
- 15.2 Extensão dos mecanismos de virtualização, análise, transformação e manipulação dos dados da gestão de ativos

# A.15 DigiTwin4Assets

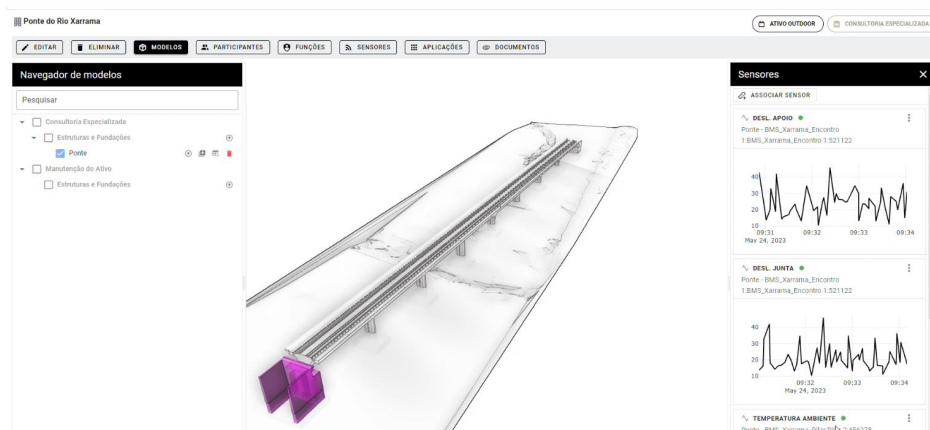
Extensão plataforma de Digital Twin para gestão de ativos



MESMA PLATAFORMA, COM CAPACIDADES ESTENDIDAS À GESTÃO DE ATIVOS



TWIN COM CONTEXTO ESPACIAL OUTDOOR



TWIN CENTRADO NO ATIVO



TWIN COM CONTEXTO ESPACIAL INDOOR

# A.16 Aplicações e Pilotos Experimentais

## Apoio e acompanhamento da implementação

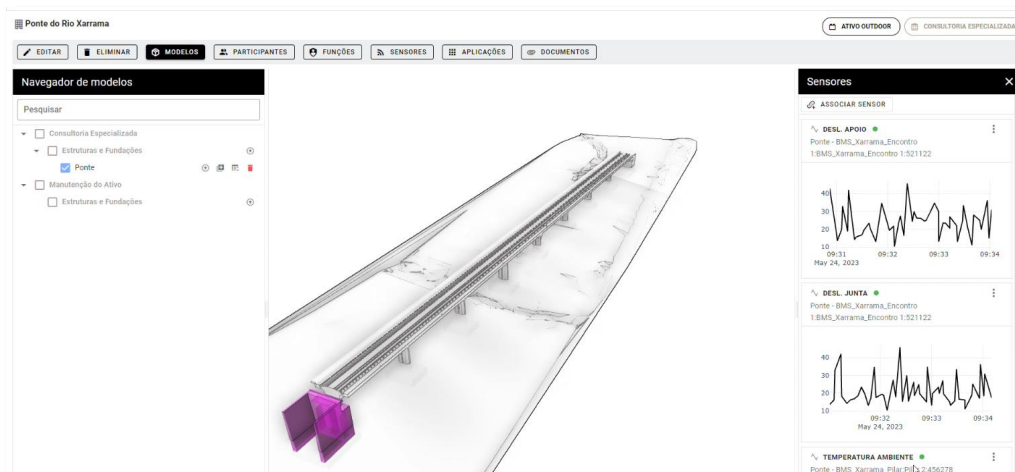


### Atividades

- 16.1** Acompanhamento e apoio para implementação das aplicações e pilotos experimentais com base na plataforma de Digital Twin para os processos de gestão de ativos
- 16.2** Acompanhamento e apoio para implementação das aplicações e pilotos experimentais com base na plataforma unificada de dados para os processos de gestão de ativos

# A.16 Aplicações e Pilotos Experimentais

## Apoio e acompanhamento da implementação



PONTE XARRAMA  
(INTEGRAÇÃO COM SENSORIZAÇÃO)



HOSPITAL DE CASCAIS  
(INTEGRAÇÃO COM RCM4ASSETS)

# A.17 DataDelivery4Assets

## Extensão da plataforma unificada de dados



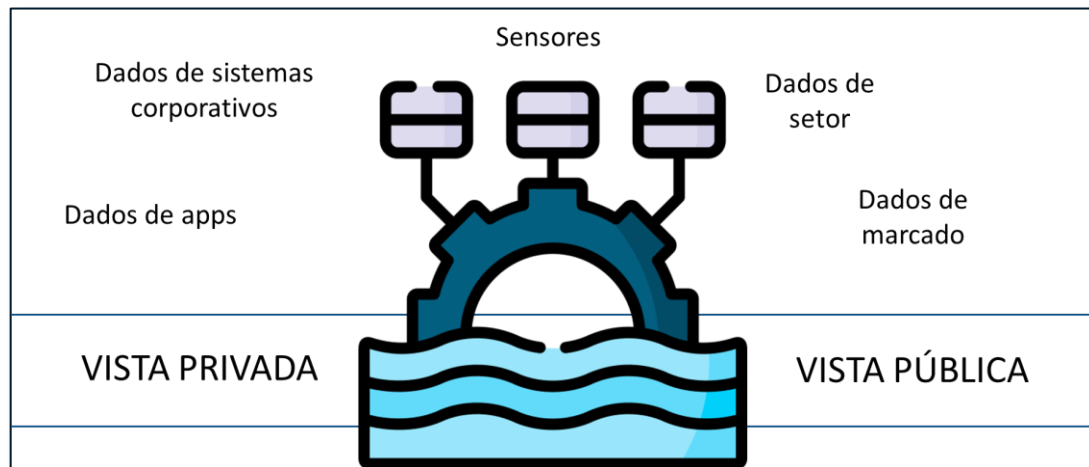
### Atividades

- 17.1 Extensão dos serviços de conectividade e das camadas de abstração para a extração, processamento e disponibilização dos dados da gestão de ativos
- 17.2 Extensão dos mecanismos de virtualização, análise, transformação e manipulação dos dados da gestão de ativos



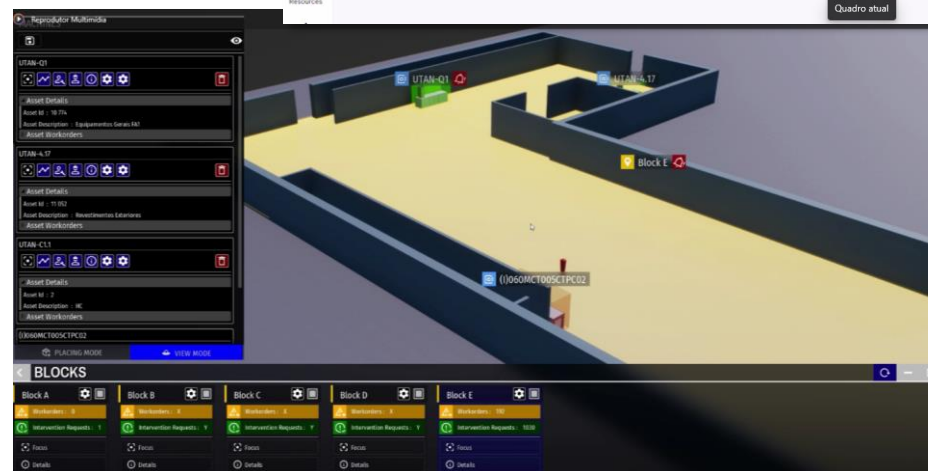
# A.17 DataDelivery4Assets

## Extensão da plataforma unificada de dados



MESMA PLATAFORMA DE DADOS ESTENDIDA PARA A TIPOLOGIA DE DADOS DA GESTÃO DE ATIVOS

| NAME                      | CONNECTOR                                | DESTINATION | LAST SYNC | STATUS |
|---------------------------|--|-------------|-----------|--------|
| BETA-0 DATASET            | File ICSV, JSON, Excel, Feather, Parquet |             |           |        |
| BRABridges                | File ICSV, JSON, Excel, Feather, Parquet |             |           |        |
| COSTmanage 4.0            | File ICSV, JSON, Excel, Feather, Parquet |             |           |        |
| DigitalTwinACConstruction | DigitalTwinACConstruction                |             |           |        |
| DTWIN PLATFORM            | Postgres                                 |             |           |        |
| PIV 4.0 - LC              | File ICSV, JSON, Excel, Feather, Parquet |             |           |        |
| PIV-0 DATASET             | Google Sheets                            |             |           |        |
| PureCloud4BIM             | File ICSV, JSON, Excel, Feather, Parquet |             |           |        |
| PukeAPI                   | PukeAPI                                  |             |           |        |
| PRONIC                    | File ICSV, JSON, Excel, Feather, Parquet |             |           |        |
| RCMAAssets                | File ICSV, JSON, Excel, Feather, Parquet |             |           |        |
| TECHinfo 4.0              | File ICSV, JSON, Excel, Feather, Parquet |             |           |        |





# A.18 Normas e Diretivas

## Especificação e Operacionalização



### Atividades

- 18** Acompanhamento da especificação e da operacionalização das normas e diretivas do Digital Twin para os processos de gestão de ativos

# A.18 Normas e Diretivas Especificação e Operacionalização



## Capacidades

|          |                                    |             |                     |               |
|----------|------------------------------------|-------------|---------------------|---------------|
|          |                                    |             |                     |               |
| 3D Space | Real Time Data/<br>Historical Data | IoT/Sensors | IT interoperability | Resem<br>Real |

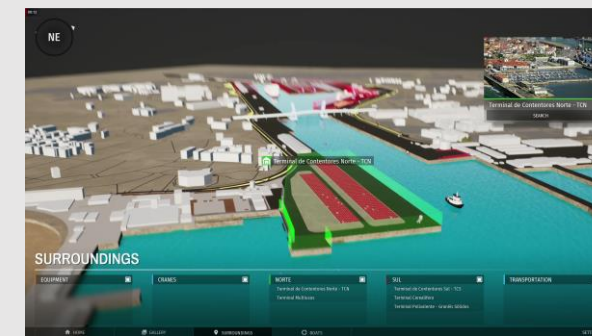
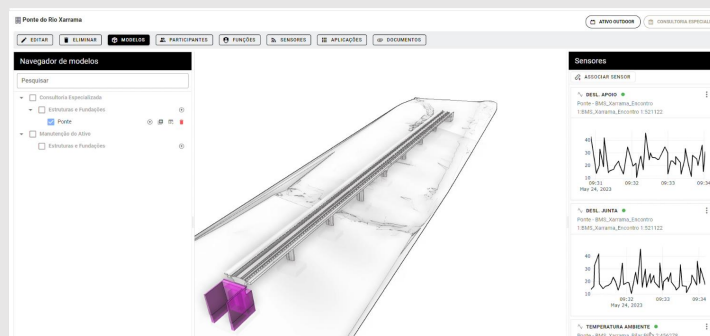
Caracterização e  
representação 3D

Dados dinâmicos em  
tempo real

Monitorização,  
previsão e simulação

## Camadas

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Ambiente                |  |
| Seres vivos             |  |
| Pessoas                 |  |
| Veiculos                |  |
| Equipamentos            |  |
| Edifícios e construções |  |
| Infraestruturas         |  |
| Cartografia 3D          |  |



DIFERENTES ABORDAGENS AO  
TWIN



# A.19 RCM4Assets

## Plataforma para apoio à decisão na gestão de ativos

### Atividades

- Desenvolvimento Aplicacional (Interface BIM - Integrar no Software Manutenção elementos do modelo BIM)
- Adaptação Software Manutenção (estrutura de dados)
- Desenvolvimento dos Algoritmos de Análise e Normalização OTs (NLP e ML)
- Estudo de Monitorização sobre ponto críticos
- Análise de Fiabilidade
- Desenvolvimento Aplicacional (Analítica / Monitorização)
- Prova de conceito / piloto



# A.19 RCM4Assets

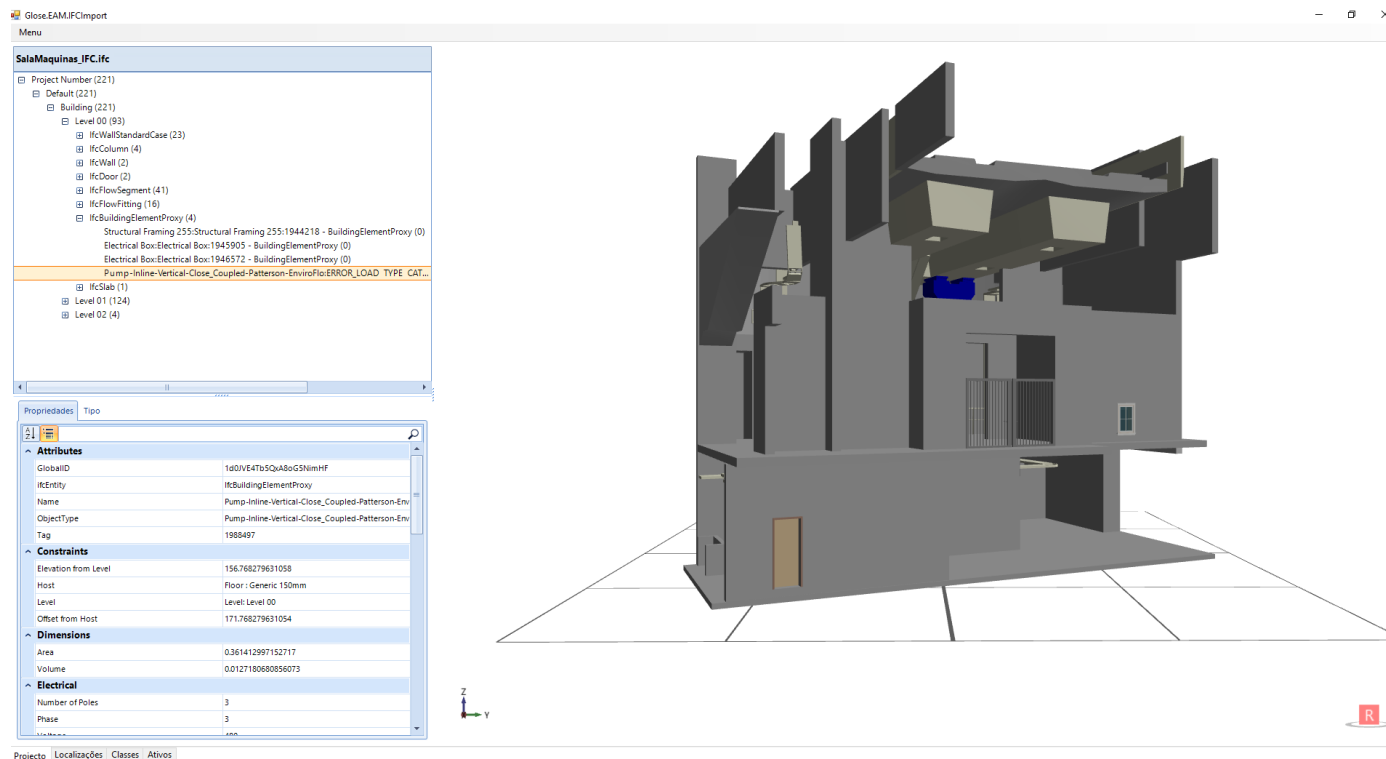
## Plataforma para apoio à decisão na gestão de ativos



### Aplicação Interface BIM

Recolher dos modelos BIM a Informação para caracterizar os Ativos:

- Localizações
- Ativos (estáticos / dinâmicos)
- Dados Técnicos



Aplicação Glose EAM IFC Import (recurso xbm toolkit)

*Data Exchange* ao longo das etapas

Projeto -> Construção -> **Exploração**

# A.19 RCM4Assets

## Plataforma para apoio à decisão na gestão de ativos

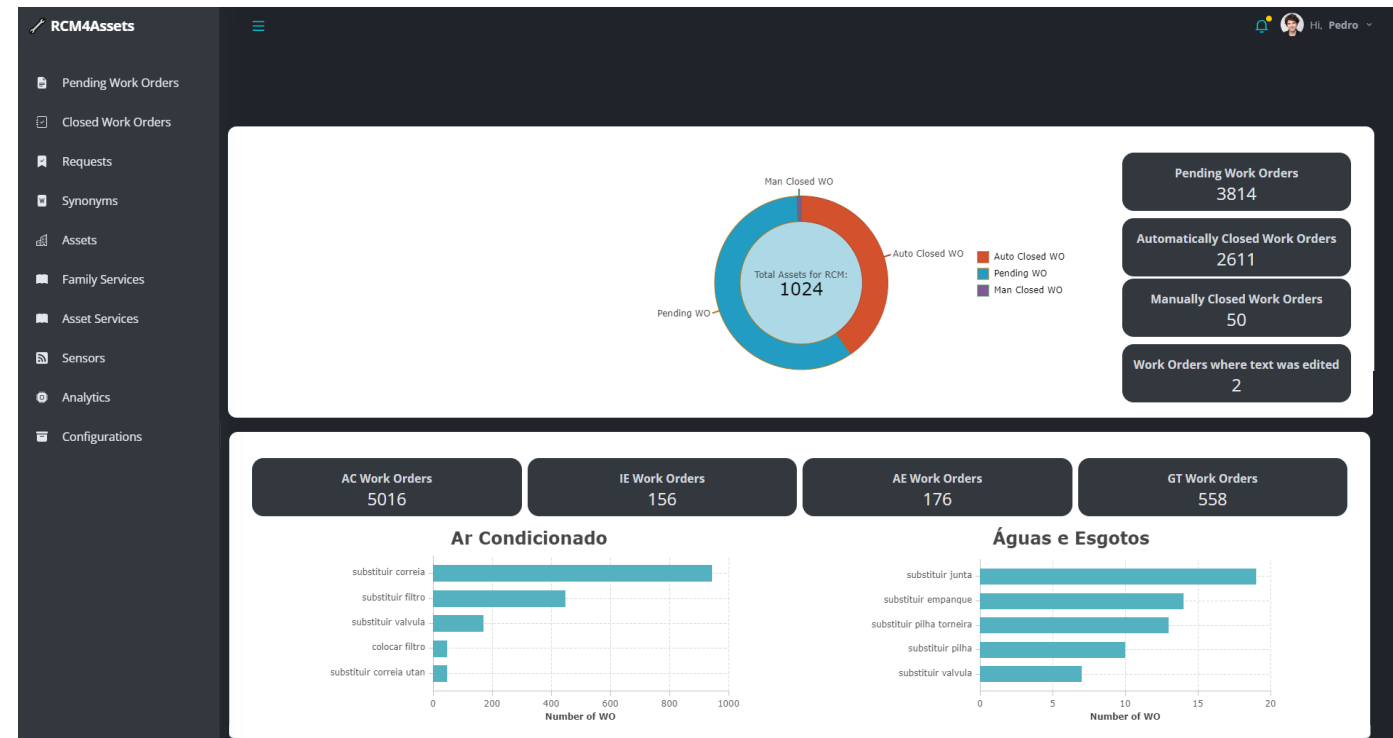


### RCM4Assets

Normalizar e classificar a informação livre, disponível nas intervenções dos Técnicos - OTs.

Aplicação de Modelo de Fiabilidade e Resultado sobre a Data Prevista para a ocorrência de Falha.

Planeamento - Otimização de Equipas.



# A.20 PAV 4.0-LC

## Monitorização em tempo real dos ativos - pavimentos



### 20.1 DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO DE PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS

- 20.1.1 - Definição da arquitetura do sistema de monitorização
- 20.1.2 - Calibração dos sistemas de medição em ambiente laboratorial
- 20.1.3 - Instalação e utilização do sistema de monitorização num modelo físico
- 20.1.4 - Promoção e divulgação dos resultados

### 20.2 TRATAMENTO DE DADOS RECOLHIDOS PELO SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO

- 20.2.1 - Definição do sistema de recolha, armazenamento e transferência de dados em “tempo real”
- 20.2.2 - Definição do sistema de tratamento de dados e validação dos mesmos
- 20.2.3 - Armazenamento dos dados numa base de dados adequada ao volume, variedade e velocidade dos mesmos
- 20.2.4 - Promoção e divulgação dos resultados

### 20.3 UTILIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO RECOLHIDA PARA ACOMPANHAMENTO DA EVOLUÇÃO DO PAVIMENTO AO LONGO DO CICLO DE VIDA

- 20.3.1 - Utilização de técnicas de visualização e análise de dados para apoio à decisão
- 20.3.2 - Integração dos dados recolhidos em modelos de comportamento de pavimentos para previsão da sua evolução
- 20.3.3 - Promoção e divulgação dos resultados



Universidade do Minho



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

# A.20 PAV 4.0-LC

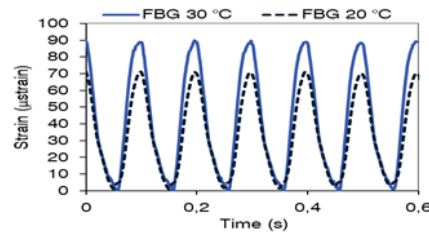
## Monitorização em tempo real dos ativos - pavimentos



### Calibração dos sensores em laboratório

Avaliação da influência de diversos fatores nos resultados medidos

Temperatura



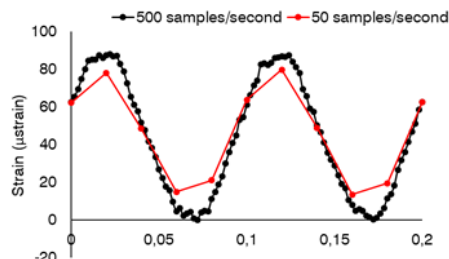
Material de enchimento



Diferentes tipos de sensores FBG

Posicionamento dos sensores

Inserção em perfis de fibra de vidro

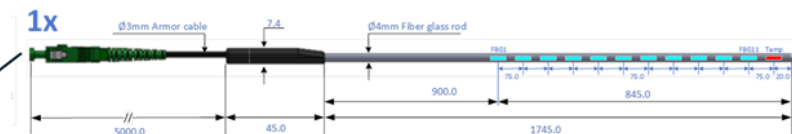


Taxa de amostragem

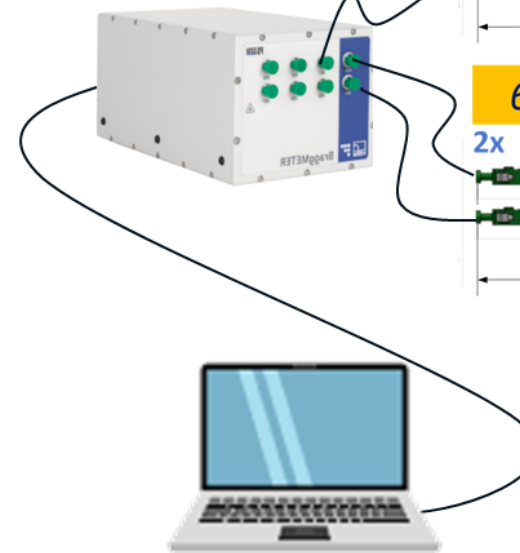
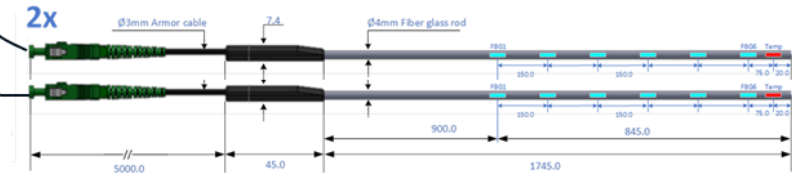
### Arquitetura do sistema

Exemplo do trecho piloto

11 sensores de extensão + 1 de Temperatura



6 sensores de extensão + 1 de Temperatura



Sensores de fibra ótica FBG  
(Fiber Bragg Grating)



# A.20 PAV 4.0-LC

## Monitorização em tempo real dos ativos - pavimentos

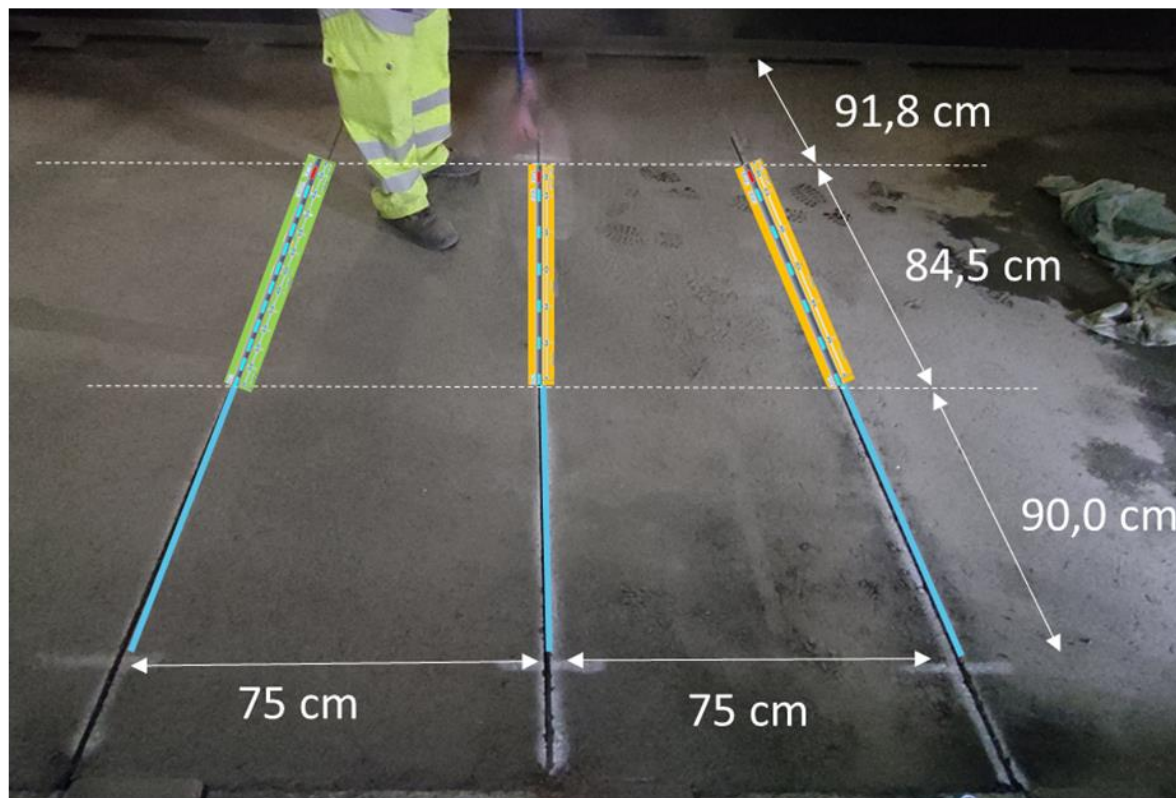


### Validação do sistema numa instalação piloto (LNEC)

Estudo da largura do corte e aplicação da resina



Trecho Experimental



Calibração dos sensores



Instalação dos sensores





# Características Inovadoras

PPS3- Digital Twin para a Operação e Manutenção

# Digital Twin para a Operação e Manutenção

## Características inovadoras



### *CARACTERÍSTICAS INOVADORAS*

Solução integrada de monitorização e controlo dos diferentes equipamentos

Modelo digital do processo de construção

Recolha automática de dados dos diferentes sensores (data streaming)

### *RESULTADOS*

PLATAFORMA DIGITWIN4ASSETS

PLATAFORMA DATADelivery4ASSETS

# Digital Twin para a Operação e Manutenção

## Características inovadoras



### *CARACTERÍSTICAS INOVADORAS*

### *RESULTADOS*

Criação de uma ontologia de referência para gestão e manutenção de ativos

Plataforma informática de integração de sensores - Gateway Aplicacional

Visualização de dashboard do estado dos ativos (near real time)

Análises fiabilísticas automatizadas com previsão da vida útil restante (near real time)

Desenvolvimento de App RCM4Assets

**APP RCM4ASSETS**

# Digital Twin para a Operação e Manutenção

## Características inovadoras



### *CARACTERÍSTICAS INOVADORAS*

Sistema de monitorização de pavimentos com sensores de fibra ótica

Recolha e tratamento de dados do pavimento em tempo real

Desenvolvimento de algoritmos para previsão do desempenho dos pavimentos e de apoio à decisão com técnicas de machine learning

### *RESULTADOS*

**APP PAV 4.0-LC**

# DigiTwin4Assets

Características Inovadoras |

PPS3 - Digital Twin para a Operação e Manutenção

# DataDelivery4Assets

Características Inovadoras |

PPS3 - Digital Twin para a Operação e Manutenção

# RCM4Assets

Características Inovadoras |

PPS3 - Digital Twin para a Operação e Manutenção

# PAV 4.0 - LC

Características Inovadoras |

PPS3 - Digital Twin para a Operação e Manutenção



# Obrigado!

PPS3 - Digital Twin para a Operação e Manutenção

# BIM4Bridges Demonstração

Características Inovadoras |

PPS4 - Living Lab Pavimentação e  
Demonstração BIM para Obras de Arte

# Obrigado!

PPS4 - Living Lab Pavimentação e  
Demonstração BIM para Obras de Arte

# Debate e Q&A

## “Importância do Mobilizador para a Digitalização na Construção”

Francisco Reis • BIMMS | Laura Caldeira • LNEC

Luís Gomes • Mota-Engil | Rita Moura • Teixeira Duarte

Sérgio Laranjeira • Grupo CASAIS

Moderação | João Moutinho • BUILT CoLAB

# Encerramento.

Manuel Maria Teixeira Duarte - Teixeira Duarte - Entidade Líder

REVA  
CONSTRUCTION  
DIGITAL CONSTRUCTION REVOLUTION

Obrigado!

[www.revconstruction.pt](http://www.revconstruction.pt)

Lisb@20<sup>20</sup> COMPETE  
2020

PORTUGAL  
2020

UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo  
de Desenvolvemento Regional

REVA  
CONSTRUCTION  
DIGITAL CONSTRUCTION REVOLUTION

# O Projeto Mobilizador para a Revolução Digital da Construção.

Lisb@20<sup>20</sup> COMPETE  
2020

PORTUGAL  
2020

UNião Europeia  
Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional