



Integração de Resultados de Ensaios de Controlo de Qualidade de Materiais em Modelos BIM

PATRÍCIA MARIA BARBOSA DA ROCHA

outubro de 2024

Integração de Resultados de Ensaios de Controlo de Qualidade de Materiais em Modelos BIM

Patrícia Maria Barbosa Rocha

**Relatório de Estágio para obtenção do Grau de
Mestre em Engenharia Civil, Área de
Especialização em Gestão das Construções**

Orientador: Professora Doutora Maria Rosário Oliveira

**Coorientadores: Engenheiro Diogo Ribeiro, Engenheiro Rui Gavina, Engenheiro
Ricardo Santos**

Supervisora: Engenheira Cristina Alves Ribeiro (SENQUAL)

Júri:

Presidente: Professora Doutora Maria Rosário Oliveira, Professora Adjunta, ISEP

Vogais:

Professor Doutor Rodrigo Falcão, Professora Adjunto, ISEP

Doutor Pedro Aires Montenegro, Investigador, FEUP

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade. Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

Declaro que o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

ISEP, Porto, 05 de Setembro de 2024

Patricia Rocha

Resumo

O presente relatório visa descrever o trabalho realizado durante o estágio curricular que teve lugar na SENQUAL, uma empresa que presta serviços de consultoria e controlo de qualidade no âmbito da Indústria da Construção Civil e Obras Públicas, com atividade no mercado de trabalho há mais de 25 anos.

Numa economia cada vez mais competitiva e numa sociedade cada vez mais exigente a todos os níveis, torna-se indispensável o cumprimento de uma boa gestão em qualquer organização, incluindo-se o tratamento eficiente da informação, que é nos dias de hoje, um aspeto crucial a considerar, dada a acumulação da quantidade e variedade de tipos de ficheiros que surgem e, muitas vezes, se tendem a perder.

Por meio a atender às necessidades que vão surgindo e ao acompanhamento da evolução que se faz sentir, a empresa encontra-se num estado de progresso tecnológico, visando automatizar o máximo possível os diferentes processos para a realização dos ensaios, através de um *software* interno que tem vindo a desenvolver, juntando os conceitos de digitalização e inovação.

Considerando esse *software*, procedeu-se ao estudo de uma futura inclusão de *dashboards* interativas que apresentem os resultados dos diferentes ensaios realizados no laboratório, abrangendo modelos 3D (quando já existentes) que proporcionam a perceção da localização das amostras usadas para os mesmos. Esta função foi possível recorrendo a programas como o *Power Bi*, *Revit* e *3DBI*, e tem como propósito oferecer aos clientes uma forma inovadora, mais apelativa e sintetizada de consultar os seus resultados pretendidos.

Em 2017 parte do tema foi estudado e desenvolvido por um aluno ex-estagiário, incidindo na integração dos resultados dos ensaios no modelo 3D em *Revit*, para um caso de estudo específico. O presente projeto estendeu-se à criação de *dashboards*, e ao estudo da integração dos modelos 3D nas mesmas. Este trabalho teve a colaboração de outro aluno, com o intuito de o mesmo dar continuidade na sua futura dissertação, a par do desenvolvimento do *software* mencionado anteriormente.

Palavras-chave: *Digitalização; Dashboards; Power Bi; BIM; Revit; 3DBI.*

Abstract

The purpose of this report is to describe the work carried out during the internship that took place at SENQUAL, a company that provides consulting and quality control services in the Construction and Public Works Industry, which has been active in the labour market for over 25 years.

In an increasingly competitive economy and in a society that is increasingly demanding at all levels, it is essential to comply with a good management in any organization, including the efficient treatment of information, which is nowadays a crucial aspect to consider, given the accumulation of the quantity and the variety of types of files that appear and often tend to get lost.

To meet the needs that arise and to keep up with the evolution that is felt, the company is in a state of technological progress, aiming to automate as much as possible in the different processes for carrying out the tests, through an internal software that it has been developing, combining the concepts of digitalization and innovation.

Considering this software, it was proposed to study the future inclusion of interactive dashboards that show the results of the different tests carried out in the laboratory, including 3D models that provide the perception of the location of the samples used for them. This function was made possible using programs such as Power Bi, Revit and 3DBI, and aims to offer customers an innovative, more appealing and synthesized way of consulting their desired results.

In 2017, part of the theme was studied and developed by a former intern student, focusing on the integration of the test results in Revit for a specific case study. This project extended the previous creation of dashboards and the study of a more generic integration of results, to adapt to any test/work, to be included in them. This work had the collaboration of another student, with the aim of continuing his future dissertation, along with the development of the software mentioned above.

Keywords: *Digitalization; Dashboards; Power Bi; BIM; Revit; 3DBI.*

Agradecimentos

A um passo de terminar o meu percurso académico, não posso deixar de agradecer a quem contribuiu para esta caminhada.

Obrigada,

Ao ISEP. Pelo privilégio que foi frequentar esta que, muitas vezes, foi quase primeira casa.

Aos Engenheiros. Pela passagem de conhecimentos técnicos, mas, acima de tudo, pelos desafios que nos fizeram desenvolver as competências pessoais que atualmente nos caracterizam como ser na sociedade.

Em especial, à Engenheira Maria Rosário. Pela orientação no Projeto de Licenciatura, acompanhamento na Pós-Graduação e agora, num terceiro momento, a ajuda prestada durante o desenvolvimento do presente relatório de Tese de Mestrado, dando sempre o seu melhor.

Um agradecimento especial também aos colaboradores da SENQUAL, em destaque à Engenheira Cristina pela oportunidade de estagiar na sua empresa, bem como por toda a ajuda disponibilizada da primeira à última fase. Um obrigada, ainda, à Vanessa, pela preocupação na integração e esclarecimento de todas as dúvidas, sempre.

Ao Engenheiro Diogo Ribeiro, Engenheiro Rui Gavina e Engenheiro Ricardo Santos, pelas reuniões semanais de utilidade inquestionável na contribuição para este projeto.

Ao Francisco Andrade, pela sua colaboração, troca de ideias e simpatia constante.

Aos meus Amigos. Por me ensinarem que este é o nome que se dá àqueles com quem partilhamos todo o tipo de momentos. Dos bons aos maus, dos de euforia e lazer, aos de estudo e stress. Levo-vos comigo para a vida.

À Associação de Estudantes, Tuna e Núcleo. Por todas as pessoas inspiradoras e momentos únicos que me proporcionaram.

Ao Francisco, pelo acompanhamento quase maioritário deste ciclo, sempre com os melhores conselhos e paciência.

Por fim, o mais importante. À minha Família. Porque é o verdadeiro motivo pela qual tudo foi possível. Por todo o apoio sem, em momento algum, duvidarem das minhas capacidades.

Estou certa de que foram os melhores anos da minha vida.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Apresentação da Empresa	1
1.3	Objetivos e Exposição do Problema	3
1.4	Metodologia	4
1.5	Estrutura do Relatório	5
2	Revisão Bibliográfica	7
2.1	Digitalização (<i>Digitalization</i>)	7
2.1.1	Conceitos Associados	10
2.1.2	Indústria 4.0	11
2.1.3	Digitalização em Portugal	13
2.1.4	Etapas e Princípios	15
2.1.5	Desafios Associados	19
2.2	BIM	22
2.2.1	Definição	22
2.2.2	Contextualização histórica	23
2.2.3	Níveis de Maturidade e Dimensões BIM	24
2.2.4	Níveis de Detalhe (LOD) vs Níveis de Informação (LOI)	26
2.2.5	Interoperabilidade	28
2.2.6	Integração de Metodologias BIM em Portugal	30
2.2.7	Aplicação da Metodologia BIM	31
2.2.8	Autodesk Revit	32
2.3	Visualização e Análise de Dados	32
2.3.1	<i>Artificial Intelligence e Business Intelligence</i>	34
2.3.2	Sistemas de BI e a sua Arquitetura	35
2.3.3	Ferramentas de Visualização de Dados	39
2.3.4	<i>Power BI</i>	44
2.4	Processos de Ligação	49
2.4.1	Dynamo	49
2.4.2	Revit API:	49
2.5	Âmbito Laboratorial	50
2.5.1	Ensaio de betão	50
2.5.2	Ensaio Geotécnicos	63
3	Desenvolvimento	67

3.1	Contexto do software da SENQUAL	67
3.2	Descrição do Caso de Estudo.....	69
3.3	Metodologia	70
3.4	Elaboração das <i>Dashboards</i>	71
3.4.1	Ensaio de Resistência à Compressão.....	71
3.4.2	Ensaio de Controlo de Compactação com Gamadensímetro	83
3.4.3	Ensaio de Determinação da Dosagem de Fibras.....	88
3.4.4	Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência Residual) ..	91
3.4.5	Ensaio de Carga em Placa	97
3.4.6	Ensaio de Abaixamento (<i>Slump Test</i>).....	100
3.5	Inserção de Modelos 3D nas <i>Dashboards</i>	104
3.6	Elaboração da Dashboard Final	115
3.7	Versão de esquema móvel	116
3.8	Atualização.....	116
4	Conclusões e Oportunidades de Melhoria.....	119
4.1	Conclusões.....	119
4.2	Limitações e Oportunidades de Melhoria	120
5	Anexos	130
5.1	Anexo I- Desenho CAD do caso de estudo	132
5.2	Anexo II- Ensaio de Resistência à Compressão e integração no Software	134
5.3	Anexo III- Software da SENQUAL	137
5.4	Anexo IV- Boletins de Ensaio das Amostras	139

Lista de Figuras

Figura 1 - Comparação das diferentes áreas de atuação da empresa SENQUAL	2
Figura 2 - Evolução da Indústria (Fonte: Sierra,2016).....	12
Figura 3 - Fases da Digitalização.....	16
Figura 4 - Etapas no processo de digitalização adaptado de (Silva L. B., 2017).....	18
Figura 5 - Analogia entre Iceberg e Digitalização.....	19
Figura 6 -Fases de empreendimento com a metodologia BIM (Fonte: (Barata))	23
Figura 7-Dimensões BIM	25
Figura 8-Níveis de Maturidade BIM (Fonte: <i>Google Photos</i>).....	26
Figura 9 - Níveis de Detalhe BIM (Fonte: (Bim Forum 2023)	27
Figura 10 - Evolução IFC (Adaptada de (Zigurat, 2023) e de (builingSMART, 2024)	29
Figura 11 - Comparação no modo de aprendizagem perante formas diferentes de apresentação de dados. (Fonte: Letmathe & RöBler, 2022).....	33
Figura 12 - Arquitetura Sistema BI (Fonte: (Duarte, 2018)).....	35
Figura 13 - Data Marts Dependentes vs. Independentes (Fonte: (Silva Â. F., 2022))	37
Figura 14 - Esquemas Estrela, exemplo 1 (Fonte: (Silva Â. F., 2022))	38
Figura 15-Esquemas Floco de Neve, exemplo 1 (Fonte: (Silva Â. F., 2022))	39
Figura 16-Esquemas Floco de Neve, exemplo 2 (Fonte: (Silva Â. F., 2022))	39
Figura 17- Elementos do Power Bi (Fonte: (Microsoft, s.d.)).....	45
Figura 18 - Síntese de funcionamento do Power Bi (Fonte: <i>Google Photos</i>).....	46
Figura 19 - Modos de exibição no Power BI.....	46
Figura 20-Inserção de dados no Power BI.....	47
Figura 21-Power Query	47
Figura 22-Criação de um relatório no Power BI.....	48
Figura 23-Publicação do Relatório no Power BI.....	48
Figura 24-Foto do processo de preparação dos cubos em obra.....	53
Figura 25-Exemplos de algumas roturas satisfatórias de provetes cúbicos e cilíndricos	54
Figura 26-Exemplos de algumas roturas não satisfatórias de provetes cúbicos e cilíndricos ...	55
Figura 27-Ensaio de Abaixamento	56
Figura 28-Foto ao Ensaio de Slump realizado em obra (medição do abaixamento)	57
Figura 29-Separação das fibras metálicas no ensaio de determinação da dosagem de fibras em obra, usando íman	58
Figura 30-Métodos para medir a resistência do betão à tração.....	59
Figura 31-Disposição típica para medir o CMOD	60
Figura 32-Disposição típica para medir a deflexão	61
Figura 33-Diagrama carga-CMOD e F_j ($j=1,2,3,4$) ref	62
Figura 34-Foto do gamadensímetro usado em obra	65
Figura 35-Caso de estudo.....	69
Figura 36-Foto interior do armazém.....	70
Figura 37- Fluxograma da Metodologia Utilizada	70
Figura 38-Extração de dados de uma Pasta (1).....	72
Figura 39-Extração de dados de uma Pasta (2).....	72
Figura 40-Extração de dados de uma Pasta (3).....	73

Figura 41-Operações de transformação na tabela 1.....	74
Figura 42-Operações de transformação na tabela 2.....	74
Figura 43-Operações de transformação na tabela_Obra.....	75
Figura 44-Operações de transformação na tabela_Localização	75
Figura 45-Carregamento dos dados de <i>Power Query</i> para <i>BI</i>	75
Figura 46-Painel de visualizações	76
Figura 47-Dashboard do Ensaio de Resistência à Compressão do Betão	77
Figura 48-Inserção de fundo na Dashboard	77
Figura 49- Criação da base de dados em Postgre SQL. (1)	79
Figura 50-Restauração da base de dados (2)	79
Figura 51- Restauração da base de dados (2)	80
Figura 52-Roles da base de dados (3).....	80
Figura 53-Inserção dos dados pela base de dados no Power BI	81
Figura 54-Inserção dos dados pela base de dados no Power BI	81
Figura 55-Tabelas Pré-feitas pelo PowerBI com inserção de Dados pela Base de Dados.....	82
Figura 56- Realização de Consulta Intercalar	82
Figura 57-"Vista do Modelo"	83
Figura 58- Extração de dados de ficheiro Excel.....	83
Figura 59-Seleção de dados a extrair no Power BI.....	84
Figura 60-Opção de junção de tabelas.....	84
Figura 61- Painel "Consultas" no <i>Power BI</i>	85
Figura 62--Tranformação de dados da tabela TRA_1 no Ensaio de Controlo de Compactação com Gamadensímetro.....	86
Figura 63-Tranformação de dados da tabela Referencia no Ensaio de Controlo de Compactação com Gamadensímetro.....	86
Figura 64-Tranformação de dados da tabela Obra no Ensaio de Controlo de Compactação com Gamadensímetro.....	87
Figura 65- "Vista de tabela" do Ensaio de Controlo de Compactação com Gamadensímetro ..	87
Figura 66-Dashboard do Ensaio Controlo de Compactação.....	88
Figura 67-Operações de transformação na tabela 1.....	89
Figura 68-Tranformação de dados para obtenção da localização.....	89
Figura 69-"Vista de tabela" do Ensaio de Determinação de Dosagem de Fibras	90
Figura 70-Dashboard do Ensaio de Determinação de Dosagem de Fibras	90
Figura 71-Tabelas sugeridas para inserção de dados.....	91
Figura 72-Tranformação de dados no Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência Residual) (1).....	92
Figura 73-Tranformação de dados no Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência Residual) (2).....	92
Figura 74-Tranformação de dados no Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência Residual) (3).....	93
Figura 75-Tranformação de dados no Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência Residual) (4).....	93
Figura 76-Tranformação de dados no Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência Residual) (5).....	94
Figura 77-Vista de tabela" do Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência Residual) (1).....	95
Figura 78-Vista de tabela" do Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência	

Residual) (2)	95
Figura 79-Dashboard do Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência Residual).....	96
Figura 80 - Transformação de dados no Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência	97
Figura 81 - Transformação dos dados no Ensaio de Carga em Placa (1)	97
Figura 82-Transformação dos dados no Ensaio de Carga em Placa (2)	98
Figura 83-"Vista de tabela" do Ensaio de Carga em Placa (1).....	98
Figura 84-"Vista de tabela" do Ensaio de Carga em Placa (2).....	99
Figura 85 - Dashboard do Ensaio de Carga em Placa.....	99
Figura 86 - Tranformação de dados no Ensaio de Abaixamento (Slump Test) (1).....	100
Figura 87-Tranformação de dados no Ensaio de Abaixamento (Slump Test) (2)	100
Figura 88-Tranformação de dados no Ensaio de Abaixamento (Slump Test) (3)	101
Figura 89-Tranformação de dados no Ensaio de Abaixamento (Slump Test) (4)	101
Figura 90-Tranformação de dados no Ensaio de Abaixamento (Slump Test) (5)	102
Figura 91-Tranformação de dados no Ensaio de Abaixamento (Slump Test) (6)	102
Figura 92- Gráfico para Ensaio de Slump	103
Figura 93-Dashboard do Ensaio de Abaixamento (Slump Test).....	103
Figura 94-Modelo 3D do pavimento do Caso de Estudo	104
Figura 95-Envio da informação do Revit para o Speckle.....	105
Figura 96-Janela "View Server" do Speckle.....	105
Figura 97-Importação da extensão do Speckle para o Power Bi	106
Figura 98-Inserção de dados através do Speckle	107
Figura 99-Validação da extensão	107
Figura 100-Transformação de dados do Speckle	108
Figura 101-Característica do Speckle	109
Figura 102-Inserção do modelo 3D na dashboard.....	109
Figura 103-Relações entre tabelas.....	110
Figura 104-Dashboard interativa com modelo 3D.....	111
Figura 105-Exportação das informações do Revit para 3DBI.....	112
Figura 106-Importação da extensão do 3DBI para o PowerBI.....	112
Figura 107-Inserção de dados através do 3DBI.....	113
Figura 108-Transformação de dados do 3DBI.....	113
Figura 109-Tabela de dados organizada para o modelo 3D	114
Figura 110-Dashboard final com modelo 3D através do 3DBI.....	114
Figura 111-Dashboard Final	115
Figura 112-Botão para atualização manual de dados.....	116
Figura 113-Atualização automática no Power Service.....	117

Lista de Tabelas

Tabela 1-Definições de Digitalização	7
Tabela 2 -Comparação de programas de Visualização de Dados	41
Tabela 3- Comparação entre o Dynamo e Revit API #C.....	50
Tabela 4-Comparação do Dynamo com Revit API	50
Tabela 5-Classes de Resistência do Betão.....	52
Tabela 6-Normas usadas na Preparação dos Provetes.....	53
Tabela 7-Classe de abaixamento. (EN 206).....	57
Tabela 8-Contexto do software da SENQUAL já existente.....	68

Acrónimos

Lista de Acrónimos

IPAC	Instituto Português de Acreditação
BIM	Building Information Modeling
CM	Cloud Manufacturing
IoT	Internet Of Things
CPS	Cyber-Physical Systems
BDA	Big Data
LOD	Level of Detail
LOI	Level of Information
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
IFC	Industry Foundation Classes
BI	Business Intelligence
BA	Business Analytics
ETL	Extraction, Transformation and Loading
IFC	Industry Foundation Classes
CMOD	Crack Mouth Opening Displacement

1 Introdução

O presente documento descreve o trabalho realizado na SENQUAL, em ambiente de estágio e no âmbito da Unidade Curricular DIPRE- Dissertação/Projeto/Estágio, do Mestrado em Engenharia Civil - Área de Especialização em Gestão da Construção, no ISEP.

1.1 Enquadramento

Numa economia cada vez mais competitiva e numa sociedade cada vez mais exigente a todos os níveis, torna-se indispensável o cumprimento de uma boa gestão em qualquer organização, visando minimizar os custos e melhorar as suas atividades, em prol de um produto final de qualidade.

O tratamento eficiente da informação, é nos dias de hoje, um aspeto crucial a considerar, dada a acumulação da quantidade e variedade de tipos de ficheiros que surgem e, muitas vezes, se tendem a perder.

Assim, a otimização dos processos internos de uma empresa, a adoção de tecnologias adequadas ao efeito, e os meios de comunicação usados entre colaboradores e respetivos clientes, são fatores-chave para o impulsionamento de uma performance positiva desta.

Neste âmbito, e perante o período da Quarta Revolução Industrial denominada Indústria 4.0, em que nos encontramos atualmente, surgem dois conceitos principais: Digitalização e Inovação.

1.2 Apresentação da Empresa

A SENQUAL, Sociedade de Engenharia e Qualidade Lda., é uma empresa que presta serviços de consultoria e controlo de qualidade no âmbito da Indústria da Construção Civil e Obras Públicas, com atividade no mercado de trabalho há mais de 25 anos.

Fundada em 1995, a empresa apresenta a sua sede com um laboratório central na Rua Dr. Joaquim Morais Júnior 43, 4410-066, Serzedo- Vila Nova de Gaia, e dispõe também de laboratórios que instala nas obras, de acordo com as necessidades e dimensão das mesmas.

A equipa SENQUAL é constituída por mais de 30 colaboradores, incorporando técnicos de várias áreas da Engenharia. Atuando em diferentes especialidades, a empresa já prestou serviços em mais de 1200 obras, apresentando-se de seguida as estatísticas:

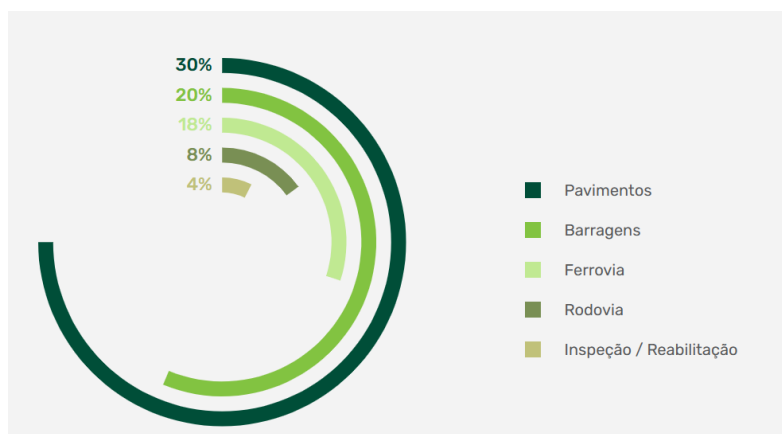


Figura 1 - Comparação das diferentes áreas de atuação da empresa SENQUAL

A título de curiosidade, destacam-se alguns exemplos de cada área:

→ Pavimentos:

Pavimento Industrial (GSE)- Azambuja, ano 2022.

Pavimento Industrial (VGP)- Sevilha, ano 2022.

Pavimento Industrial (AMAZON)- Ilhescas, ano 2021.

→ Barragens:

Descarregador de Cheias Complementar- Barragem de Caniçada, ano 2014-2018.

Reforço de Potência- Salamonde II, ano 2011-2015.

→ Ferrovia:

Metro: Linha Amarela, Santo Ovídio a Vila D'Este, ano 2021- o momento.

Linha do Minho, troço entre Viana do Castelo e Valença, ano 2018- 2021.

→ Rodovia:

Beneficiação do Pavimento- Concessão Grande Porto, ano 2020-2021.

Sistema de Mobilidade do Mondego, ano 2020- o momento.

→ Inspeção/Reabilitação:

Inspeção de Estádio Municipal Cinfães, ano 2020.

A44: inspeção de passagem superior e passagem inferior, ano 2016.

Relativamente aos laboratórios SENQUAL, os mesmos encontram-se apetrechados com equipamentos de alta qualidade, utilizados para a avaliação de grandezas físicas, tais como massas, forças, temperaturas, etc. Estes são calibrados periodicamente em laboratórios metrológicos acreditados pelo Instituto Português de Acreditação- IPAC. Os ensaios são realizados de acordo com as normas EN, NP EN, Especificações LNEC, ASTM, BS, DIN, UNE, conforme seja solicitado pelo caderno de encargos.

Dentro da atividade da SENQUAL, destacam-se os seguintes serviços:

- Controlo da qualidade global em Obras Públicas e de Construção Civil;
- Controlo de terraplenagens e pavimentos;
- Controlo de betão para pavimentos rígidos: da central de produção à aplicação;
- Estudo de composições de betão, agregados e misturas betuminosas;
- Monitorização da temperatura de cura do betão para avaliação da resistência;
- Identificação e caracterização de patologias em estruturas;
- Peritagem e pareceres técnico-económicos;
- Apoio técnico e logístico a empresas de fiscalização e donos de obra;

1.3 Objetivos e Exposição do Problema

Sendo a SENQUAL uma empresa que presta serviços de consultoria e controlo de qualidade, realizando mais de trezentos ensaios diferentes em laboratório e “in situ”, são inúmeros os ficheiros e troca de informações diárias entre colaboradores e clientes.

Por meio a atender às necessidades que vão surgindo e ao acompanhamento da evolução que se faz sentir, a empresa encontra-se num estado de progresso tecnológico, visando automatizar o máximo possível nos diferentes processos para a realização dos ensaios, através de um *software* interno que tem vindo a desenvolver.

Neste pretende-se introduzir os dados dos ensaios de uma forma mais fluída (através do preenchimento simplificado dos parâmetros necessários, em substituição das folhas de Excel que sendo o boletim final, já apresentam cabeçalhos e outras informações extra-resultados, bem como facilitar a procura do documento/*template* a preencher), reduzindo o tempo de duração, consumo de papel, e margem de erros associados a esta forma mais antiga de

realização, usada atualmente. Através da inserção dos dados, o *software* gerará automaticamente os documentos finais, que após serem assinados digitalmente pela direção técnica, seguem via *email* para o cliente. Estas funcionalidades substituem o antigo conceito de digitalização (isto é, a tradicional conversão dos ficheiros físicos a digitais) para o verdadeiro conceito como o conhecemos atualmente, e que será abordado no próximo capítulo.

Sob o mote da inovação, e de modo a promover o acesso rápido e eficaz a toda a informação, surgiu o objetivo do presente trabalho, cujo propósito é a integração dos resultados dos ensaios de controlo de qualidade dos diferentes materiais, em modelos *BIM*.

De modo a articular com o *software*, e atendendo às características gerais dos clientes da empresa (não costumam possuir modelos *BIM*), o objetivo divergiu para a criação de uma área de acesso pelos mesmos, com a possibilidade de consultar todos os ficheiros numa só plataforma, de modo claro e apelativo, incluindo no painel de visualização os modelos *BIM* (quando estes existem), que facilite a perceção das localizações para as quais se realizaram os ensaios.

A execução desta função, evita a perda de ficheiros tanto pelos colaboradores como pelos clientes, retirando aos primeiros a tarefa de envio dos resultados por *emails*, e proporcionando aos segundos uma análise facilitada dos mesmos.

1.4 Metodologia

Inicialmente foi necessária uma contextualização do modo de funcionamento da empresa e o meio em que esta se insere.

Após perceção da existência do *software* e familiarização com o mesmo, ajustou-se o objetivo inicial à realidade do contexto.

Para a concretização do objetivo, foi necessário efetuar uma pesquisa baseada em fundamentos científicos que abordassem temas ou questões semelhantes.

Desta forma, e por meio a dar resposta à problemática apresentada, usou-se o *Power Bi* com o intuito final da criação de uma *dashboard* interativa, a qual será encarada pelos clientes ao aceder ao *software* com dados de usuário privados. Nesta, estes poderão selecionar quais as obras e respetivas informações que pretendem consultar.

Durante o processo de desenvolvimento foi necessária a perceção sobre qual o tipo de informações que eram mais relevantes considerar em cada ensaio, exigindo por vezes o acompanhamento destes e a colaboração dos funcionários.

A par do anterior, foi sempre necessário um trabalho de pesquisa de modo a solucionar os

problemas que iam surgindo no *Power Bi* com o caso de estudo atribuído, sendo sempre necessário também informações sobre a legalidade e políticas de segurança e privacidade, certificando que estava a ser usado o programa mais adequado para o efeito pretendido.

Embora o objetivo, consoante o presente contexto da empresa, tenha divergido do tema inicialmente exposto, tentou estudar-se formas de integração de modelos 3D nas *dashboards* associando-se aos resultados dos ensaios.

1.5 Estrutura do Relatório

O relatório está estruturado da seguinte forma:

Inicia-se com um pequeno enquadramento do tema em questão, seguindo-se a apresentação da empresa em que o projeto foi realizado e, por conseguinte, os objetivos e exposição dos desafios propostos. É também apresentada a metodologia usada para a resolução e conclui com a descrição da estrutura do relatório.

No capítulo 2, “Revisão Bibliográfica”, é apresentada a pesquisa realizada sobre os conceitos base do tema do trabalho. Divide-se em 5 subcapítulos gerais, abordando conceitos relacionados com Digitalização e *BIM*, explora definições e programas associados à Visualização e Análise de Dados bem como soluções para as ligações necessárias na integração dos resultados em modelos *BIM*, e por fim, um estudo direcionado para o Âmbito Laboratorial.

No capítulo 3, “Desenvolvimento”, é exposto o caso de estudo atribuído e descritas todas as etapas concretizadas para a realização do pretendido. Para melhor compreensão, inclui-se anteriormente, a contextualização do *software* da empresa.

Finalmente, o relatório termina com um quarto capítulo, “Considerações Finais”, onde aborda as conclusões retiradas do trabalho desenvolvido, bem como as suas limitações e oportunidades de melhoria.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Digitalização (*Digitalization*)

A digitalização tem sido identificada como a tendência tecnológica mais significativa, mudando a sociedade e o negócio (Leviäkangas, 2016).

Atualmente, as empresas encontram-se inseridas num ambiente VUCA (do inglês *Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity*) devido à exigência dos requisitos por parte dos clientes, da mudança rápida e constante das metodologias e tecnologias a usar (Millar, 2018)

A par do referido, encontram-se inseridas na Era da Inovação Digital, atravessando a Quarta Revolução Industrial-Indústria 4.0. (Ramalho, 2022). Esta é conhecida pelo uso de *Cloud Manufacturing* (CM), *Internet Of Things* (IoT), *Cyber-Physical Systems* (CPS) e *análise de Big Data* (BDA) (Allen, Atkinson, Jayasundara, Cordiner, & Moghadam, 2021).

Desta forma, as empresas estão submetidas a uma pressão constante para o uso de tecnologias digitais e adaptação dos seus modelos de estratégias a esta nova realidade (Kohli & Melville, 2018)

No entanto, e apesar dos inúmeros benefícios, esta transição digital requiere investimentos e custos associados (Ahmad & Murray, 2018).

Durante a revisão do estado da arte no domínio da definição de digitalização, foi encontrado um artigo realizado por um conjunto de Engenheiros, que sumariaram os termos descobertos numa tabela, que se apresenta de seguida traduzida (Reis, Amorim, Melão, Cohen, & Rodrigues, 2020) :

Tabela 1-Definições de Digitalização

Autores(s)	Definição(s)
Maxwell and McCain (Maxwell & McCain, 1997)	A tecnologia digital utiliza informação e divide-a por componentes mais pequenos. Ao transformar um sinal analógico em peças discretas, a digitalização torna possível manipular informações, texto, gráficos, códigos de software, áudio e vídeo de maneiras nunca pensadas antes, revelando assim as suas capacidades de informação e

	transformação.
Hagberg et al. (Hagberg, Sundström, & Egels-Zandén, 2016)	A digitalização é uma das transformações mais significativas atualmente em desenvolvimento na sociedade contemporânea e abrange muitos aspectos dos negócios e da vida cotidiana. A digitalização refere-se tanto à transformação de “analógico” para “digital” (por exemplo, uma mudança de dinheiro para pagamentos eletrônicos) quanto à facilitação de novas formas de criação de valor (por exemplo, acessibilidade, disponibilidade e transparência). (citando Amit and Zott (Raphael Amit, 2001))
Clerck (Clerck, 2017)	A digitalização é definida como o uso de tecnologias digitais e de dados para criar receita, melhorar os negócios, substituir/transformar processos empresariais e criar um ambiente para negócios digitais, onde a informação digital está no cerne.
Lenka et al. (Lenka, Parida, & Wincent, 2017)	A literatura de gestão industrial define a digitalização como o fenômeno de máquinas inteligentes conectadas que são impulsionadas por informações e tecnologias digitais (citando (Lerch & Gotsch, 2015)) e (Parida, Sjödin, & Lenka, Research-Technology Management, 2015).
Machekhina (MACHEKHINA, 2017)	Digitalização significa transformação de todos os tipos de informações (texto, som, visuais, vídeo e outros dados de diversas fontes) para a linguagem digital.
Parviainen et al. (Parviainen, Tihinen, Kääriäinen, & Teppola, 2017)	A ação ou processo de digitalização; A conversão de dados analógicos (especialmente em uso posterior de imagens, vídeo e texto) em forma digital.
Thorseng and Griot	A transformação de estruturas sociotécnicas

(Thorseng & Grisot, 2017)	existentes que anteriormente eram mediadas por artefactos ou relacionamentos não digitais em estruturas mediadas por artefactos digitalizados e relacionamentos com capacidades digitais recém-incorporadas. (citando (Yoo, Lyytinen, Thummadi, & Weiss, 2010)).
Valenduc and Vendramin (Valenduc & Vendramin, 2017)	A expressão “digitalização” não é a interrupção de uma nova revolução, mas a sinergia abrangente das inovações digitais em toda a economia e sociedade (citando (Perez, 2015))
Crittenden et al. (Crittenden, Biel, & Lovely, 2019)	A digitalização cria forma de interação entre as empresas e clientes, por meio de canais (citando (Hansen, Shneiderman, & Smith, 2011))
Devereux and Vella (Devereux & Vella, 2018)	A digitalização é o processo de disseminação de uma tecnologia de propósito geral. O último fenômeno semelhante foi a eletrificação. A digitalização de produtos e serviços reduz distâncias entre pessoas. Aumenta a mobilidade. Torna os efeitos de rede decisivos. Permite o uso de dados específicos em tal medida que permite a satisfação das necessidades individuais do cliente- seja para consumidores ou empresas. Abre amplas oportunidades para inovação, investimento e criação de novas empresas e empregos. Em diante, será um dos principais impulsionadores do crescimento sustentável (citando (Gaspar, et al., 2014))
Eling and Lehmann (Lehmann & Eling, 2018)	A integração dos mundos analógico e digital com novas tecnologias que aprimoram as interações com o cliente, a disponibilidade de dados e os processos empresariais.
Gobble (Gobble, 2018)	A digitalização refere-se ao uso de tecnologia digital e, provavelmente, de informações digitalizadas, para criar e extrair valor de

	novas maneiras.
Morley et al. (Morley, Widdicks, & Hazas, 2018)	A digitalização é a crescente aplicação de TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) em toda a economia, abrangendo uma variedade de tecnologias digitais, conceitos e tendências, como inteligência artificial, a “Internet das coisas” e a Quarta Revolução Industrial (citando (IEA, 2017)).
Ringenson et al. (Ringenson, Höjer, Kramers, & Viggedal, 2018)	A digitalização diz respeito à reestruturação da vida social em torno das infraestruturas de comunicação e mídia digital (citando (Brennen & Kreiss, 2016))
Gebre-Mariam and Bygstad (Gebre-Mariam & Bygstad, 2019)	A digitalização refere-se ao desenvolvimento e implementação de sistemas de TIC e à mudança organizacional simultaneamente; envolve a transformação de estruturas sociotécnicas anteriormente mediadas por artefatos não digitais em estruturas mediadas por artefatos digitalizados. (citando (Yoo Y. , Lytinen, Boland, & Berente, 2010))
Srai and Lorentz (Srai & Lorentz, 2018)	A digitalização é definida como vários domínios da vida social são reestruturados em torno das infraestruturas de comunicação e mídia digitais. Em termos simples, a digitalização pode ser definida como o uso de tecnologias digitais.

2.1.1 Conceitos Associados

Analisando a anterior compilação de definições, assume-se a digitalização como uma transformação impactante na sociedade, abrangendo vários domínios da vida diária como: o social, o económico e o organizacional. Além da conversão do formato físico ao digital, a digitalização trata-se também, atualmente, de acompanhar a inovação dos concorrentes e as

necessidades dos clientes, através da promoção de novas funcionalidades, aumento da eficiência e otimização global do negócio, isto é, do aumento do valor das empresas. Está associada à Digitalização/ *Digitalization* a introdução de novas tecnologias que providenciem uma interconexão entre organizações e pessoas, para que os seus processos evoluam cada vez mais.

Para o conceito mais simples que se refere somente à transformação de dados, tem-se o termo *Digitization*. Este consiste na conversão de dados em formato analógico, manuscrito, registos de voz, temperaturas, etc., em dados de formato digital para que os computadores/dispositivos móveis consigam processar esta informação (Bloomberg, 2018). Infelizmente, nos dias de hoje, muitas organizações ainda lidam com processos e dados em formato de papel, o que é contraproducente com os avanços tecnológicos verificados nas mesmas, visto que este conceito fomenta a automatização de fluxos de trabalho, reduz custos de transação e aumenta a flexibilidade em lidar com clientes. (Ramalho, 2022).

Por outro lado, o conceito de *Digital Transformation* refere-se ao negócio estratégico direcionado para o cliente que requer uma mudança transversal na organização, pressupondo que a organização consiga lidar bem com a mudança e que faça desta uma competência chave. (Bloomberg, 2018).

Assim, as organizações realizam *Digitization* sobre a informação que dispõem, *Digitalization* sobre os processos organizacionais e desta forma direcionam o seu negócio e estratégia para uma *Digital Transformation*.

2.1.2 Indústria 4.0.

Revolução Industrial, na história moderna, é o processo de mudança de uma economia agrária e de artesanato para uma economia dominada pela indústria e fabricação de máquinas.

Essas mudanças tecnológicas introduzem novas formas de trabalho e de viver, transformando significativamente a sociedade (Lotha, 2024).

A 1ª revolução industrial emerge em Inglaterra, entre 1750 e 1815 (Tunzelmann, 2003).

A base desta revolução é a realidade de Manchester: as máquinas movidas a vapor, transporte férreo e navegação marítima. O uso da energia a vapor para fins industriais foi a primeira maior inovação para o aumento da produtividade humana. O que era produzido acionado por músculos, passava a ter um volume oito vezes mais alcançável no mesmo tempo, pela versão mecanizada. Desenvolvimentos como o navio a vapor ou (cerca de 100 anos depois) a locomotiva, trouxeram progressos significativos, possibilitando deslocamentos de grandes distâncias em menos horas. Em 1870, dá-se início à 2ª revolução industrial, a par da descoberta da eletricidade e da produção em linha de montagem. Esta foi uma época assente em ramos da metalúrgica e da química, sendo a eletricidade e o petróleo vistos como as principais fontes de

energia. Um século depois, no início da década de 1970, emerge a 3ª revolução industrial. Explorou-se a eletrônica e a informática, para operar máquinas de controlo numérico computadorizado (CNC), robôs e biotecnologia (Anderl, 2014). Esta revolução trouxe mão-de-obra qualificada, criatividade e regime de trabalho flexível.

Na edição de 2011 da Feira de Hannover, foi apresentado o conceito de Indústria 4.0., que veio a originar a 4ª revolução industrial, na qual nos encontramos atualmente (Esteves, 2020).

Esta é impulsionada pelas tecnologias inovadoras que impactam quer os sistemas de produção, quer os modelos de negócio. Reflete-se na realidade que encaramos nos dias de hoje, de uma “sociedade online”, onde o progresso de capacidade das tecnologias como os *smartphones*, os *tablets* e os computadores portáteis, se mantém em constante ascensão.

A Figura 2 ilustra a evolução das revoluções industriais.

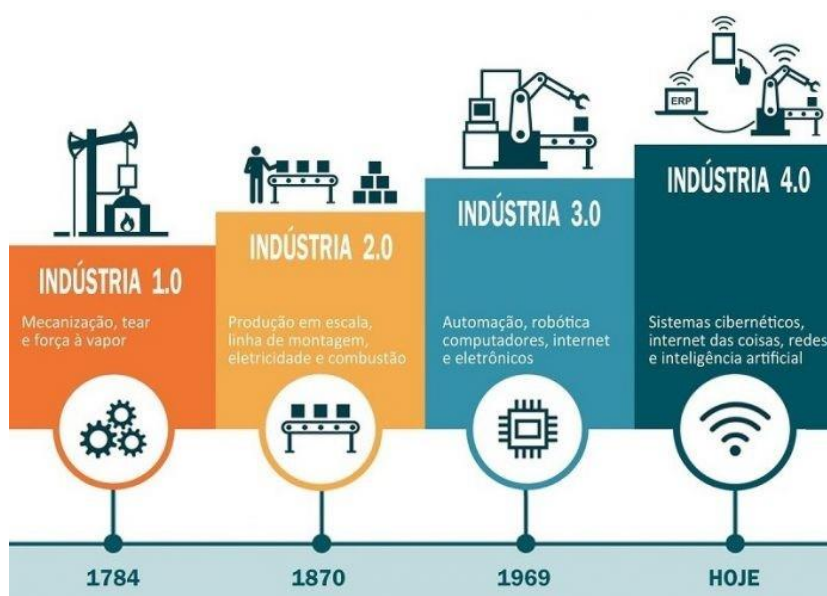


Figura 2 - Evolução da Indústria (Fonte: Sierra,2016)

A indústria 4.0 agrega métodos disruptivos como os que se descrevem seguidamente (Sierra, 2016):

Big Data: Os sistemas informáticos que existem atualmente, os computadores de elevada capacidade e as redes de comunicação abrangentes e de baixo custo, fazem com que seja possível armazenar com rapidez uma grande quantidade de informação, que depois de tratada e analisada em tempo real, facilitará tomar decisões com base nessa informação de valor com mais precisão e confiança.

Advanced Analytics: trata-se de um conjunto de métodos e técnicas avançadas para ajudar na elaboração de previsões com base na informação (Big Data) e efetuar simulações e análise de cenários que permitam antecipar riscos, tomar decisões e otimizar processos. Enquanto os modelos tradicionais se baseiam na análise da informação histórica, as ferramentas de *Advanced Analytics* colocam o seu foco na previsão de eventos e comportamentos futuros.

Cloud Computing: É um sistema informático em que o armazenamento de dados é efetuado em servidores especializados e cujo acesso à informação, serviços e programas é efetuado remotamente via internet. Um computador será no futuro nada mais que um chip com ligação à internet.

Internet das Coisas (Internet of Things, IOT): É um conceito que significa interligar os aparelhos do dia-a-dia, máquinas, equipamentos de transporte, eletrodomésticos, e mesmo pequenos objetos de uso diário à internet, interagindo entre si e “lendo” o ambiente à sua volta através de sensores (temperatura, humidade, presença, etc), transformando objetos estáticos em elementos dinâmicos de uma rede integrada, cujas centrais utilizarão essa informação de forma inteligente. Prevê-se que esta forma de ligação digital estimule o surgimento de produtos e serviços diferenciados.

O fundamento básico da Indústria 4.0. sustenta que através da interligação das máquinas, sistemas de produção e equipamentos, as empresas tenham a capacidade de criar redes inteligentes ao longo de toda a cadeia de valor, e assim, controlar e comandar os processos de produção de forma independente.

2.1.3 Digitalização em Portugal

Neste subcapítulo pretende-se perceber o estado atual de digitalização em Portugal.

Segundo a *Digital Economy and Society Index (DESI)*, o Índice de Digitalização da Economia e da Sociedade (IDES) é uma das principais formas de comparar os níveis de transição digital dos países na União Europeia.

Os dados mais atuais encontrados, revelam que Portugal ocupa o 15º lugar entre os 27 Estados-Membros da UE na edição de 2022, tendo subido uma posição em relação a 2021. Os progressos relativos de Portugal são, de modo geral, ligeiramente inferiores aos dos países homólogos, pelo que há margem para o país acelerar os seus esforços de digitalização.

Na dimensão “capital humano”, Portugal ocupa o 14º lugar. A percentagem de especialistas em TIC empregados corresponde à média da UE, embora o nível de diplomados em TIC seja inferior (2,6 % contra 3,9 %). A percentagem de mulheres especialistas em TIC é de 21 %, a mesma que no ano anterior, ultrapassando a média da UE, de 19 %. A percentagem de empresas que ministram formação em TIC mantém-se em 23 %, excedendo a média da UE em 3 pontos percentuais.

Já na dimensão “conectividade”, Portugal ocupa o 18º lugar, sendo um dos Estados-Membros com melhor desempenho em termos de cobertura de banda larga rápida (NGA) e cobertura de rede fixa de capacidade muito elevada (VHCN), graças à coexistência bem-sucedida de investimento público (2013-2014) e privado e à concorrência que se registou no país nos últimos anos.

Face à integração das tecnologias digitais, Portugal ocupa o 12º lugar. A percentagem de empresas portuguesas que tiram partido das oportunidades de comércio em linha regista uma quebra, tal como a tendência decrescente do volume de negócios do comércio eletrónico. Por outro lado, a partilha de informações por via eletrónica e a utilização das redes sociais pelas empresas registam um forte aumento. Portugal ocupa uma posição de liderança na adoção da IA e a percentagem de empresas com intensidade média/elevada de ação ecológica por meio das TIC (86%), é significativamente superior à média da EU (66%).

Finalmente, nos “Serviços públicos digitais”, Portugal ocupa o 14º lugar. (Comission, 2022)

Conclui-se que embora se venha a verificar uma evolução na transição digital em Portugal nos últimos anos, este é um país que apresenta ainda uma grande margem de progressão.

Relativamente à Área da Construção, esta revela-se ainda num estado de maior atraso face à maioria dos restantes setores.

A produtividade (valor do trabalho gerado por recursos consumidos) na construção não só é relativamente reduzida, como, nos últimos 20 anos, tem crescido, à média anual, três vezes abaixo da economia global, sendo inclusive uma das indústrias menos digitalizadas no mundo, somente à frente de setores como a agricultura e a mineração.

Esta situação ganha relevância acrescida face à crescente necessidade de edifícios e infraestruturas a par da escassez de recursos (mão-de-obra, matérias-primas e energia), tornando-se imprescindível a rentabilidade do setor.

É, portanto, crucial para o aumento da produtividade, a adoção de medidas de carácter multifatorial relacionadas com processos de contratação, gestão, execução e supervisão de projetos e obras, que considerem a digitalização na construção. Fundamentalmente, este conceito abrange tendências tecnológicas para ligar a conceção à produção (exemplos: construção *offsite*; robótica; automação) e à exploração (exemplos: *big data*, inteligência artificial e *machine learning*; *internet of things*), para melhor gerir a informação da construção. Enquadra-se, assim, no âmbito da quarta revolução industrial, abordada no subcapítulo anterior.

Face ao presente, em 2023, o Engenheiro Bruno Matos afirma que: não obstante o Código dos Contratos Públicos (CCP) já incentivar, no seu artigo 62º, sempre que possível, a adoção de práticas digitais na formação dos contratos de empreitada de obras públicas, nomeadamente através da chamada “modelização eletrónica de dados de construção” ou “*Building Information*

Modelling” (BIM), a nova legislação veio reforçar esta possibilidade para a elaboração dos projetos de obra pública, através da Portaria nº255/2023, e criar a oportunidade de , no futuro, tornar este tipo de práticas obrigatórias para o licenciamento de projetos (arquitetura e especialidades) nos municípios, por via da Lei nº50/2023. (Matos, 2023).

Neste âmbito, surge no presente ano, um novo Decreto-Lei que assume definitivamente o BIM como obrigatório em Portugal.

Segundo o Decreto-Lei nº10/2024, de 8 de janeiro, no seu Artigo 17.º - Projetos em BIM:

1 - É obrigatória, a partir de 1 de janeiro de 2030, a apresentação dos projetos de arquitetura, previstos no RJUE, modelados digital e parametricamente de acordo com a metodologia *Building Information Modelling* (BIM).

2 - A partir da data prevista no número anterior, a validação do cumprimento do disposto em planos intermunicipais ou municipais pelas câmaras municipais é efetuada de forma automática de acordo com os parâmetros definidos para o efeito.

3 - A 1 de janeiro de 2027 inicia-se o projeto-piloto para utilização e validação dos projetos de arquitetura referidos no n.º 1, que envolve:

a) Um conjunto de municípios;

b) Os projetos que ultrapassem o montante previsto na alínea a) do n.º 3 do artigo 474.º do Código dos Contratos Públicos, aprovado em anexo ao Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro, na sua redação atual.

Ao nível legislativo, países como Alemanha, Espanha e França, já desde há vários anos, têm vindo a tomar diversas medidas de incentivo à inovação, financeiras e não-financeiras, em particular sobre a implementação BIM. Tal como o Reino Unido, Noruega e Finlândia que foram mais longe e tornaram esta metodologia obrigatória, com determinados requisitos, para certos projetos públicos, Portugal revê-se agora, também, nesta situação, espectando-se uma evolução significativa a nível geral das empresas neste setor.

2.1.4 Etapas e Princípios

Avaliar o papel e as mais-valias da digitalização numa empresa pode ser uma tarefa muito exigente, pois depende de fatores como a realidade interna, os objetivos estratégicos e os meios da empresa em questão (Silva, 2017) . Este processo não é tão fácil como pode ser percecionado.

Descrito por (Johansson, Malmskold, Åsa AB Fasth, & Moestam, 2019), apresenta-se na seguinte Figura 3:

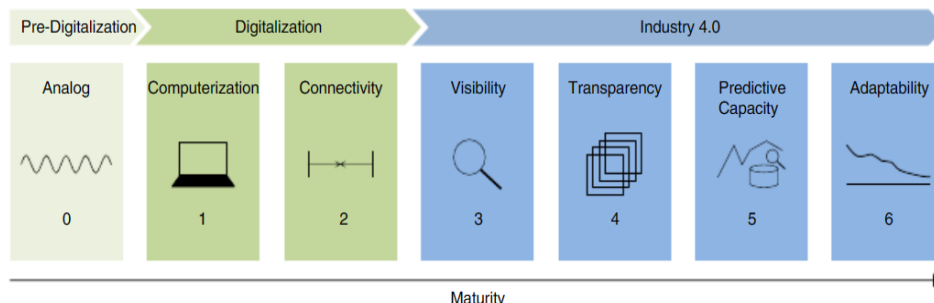


Figura 3 - Fases da Digitalização

De modo a atender às condições necessárias para a Indústria 4.0., certas etapas precisam de ser dominadas pela indústria de manufatura, como informatização, conectividade, visibilidade, transparência, previsão de capacidade e adaptabilidade (Schuh, Anderl, Gausemeier, em Hompel and Wahlster, 2017).

O modelo combina três dimensões, “Pré-Digitalization”; “Digitalization” e “Industry 4.0.”, abrangendo o ciclo de vida do produto, a abstração dos níveis hierárquicos do produto e a decomposição das propriedades de um equipamento em camadas (Hankel, 2015).

O Estado 0 corresponde ao nível de maturidade original. Os Estados 0 a 2 correspondem à transformação de infraestrutura de manufatura analógica para digital, enquanto os Estados 3 a 6 correspondem à transformação para o conceito total de I4.0.

Inicia-se com o Estado 0 entendido como *digitization*, referido na Figura 3 como *Pré-Digitalization*. A maioria das empresas de manufatura intensiva em mão de obra apresenta-se nos estados 0 ou 1, pois muitas das informações em processo estão ainda distribuídas em papel (Fast-Berglund et al., 2013; Johansson et al., 2016, 2017, 2018), o que é contraproducente com a intenção de progredir a nível digital.

Segundo Johansson et al. (2020) e Letmathe & Rößler (2022), o uso de instruções em formato de papel e/ou combinação com o formato digital torna o processo menos eficiente e limita a resposta da empresa face às necessidades individuais dos colaboradores. É evidente a necessidade de transformação da informação numa só forma, e, portanto, a primeira fase deste processo é de extrema importância e constitui uma base sólida para o restante processo; é também demorada visto que envolve os colaboradores e o treino destes. Nesta fase, a informação deve ser toda transformada em formato digital para que, com base na *Theory of Multimedia Learning* e *Dual Coding Theory*, a aprendizagem dos colaboradores seja facilitada devido à representação verbal e visual da informação (Letmathe & Rößler, 2022a).

De seguida, inicia-se a fase da *Digitalization*, onde para além da informação ter sido convertida em formato digital, todos os processos também o são.

Por fim, inicia-se a fase de maturação do conceito de Indústria 4.0. na organização, onde são exigidos novos padrões de trabalho, utilizando estruturas organizacionais mais distribuídas (Johansson, Malmskold, Åsa AB Fasth, & Moestam, 2019).

O facto de a organização atingir uma determinada maturidade digital, permite uma priorização estratégica dos próximos passos e dos respetivos investimentos, tudo isto com a ajuda de uma forte e sólida estrutura de indicadores-chave de desempenho- *Key Performance Indicators* (KPIs) (Ramalho, 2022).

A União Europeia (EU) elaborou o relatório *The Digitalization of Distribution Systems* onde aponta como indicadores importantes: facilidade na integração de energias renováveis, diminuição de emissões de gases, segurança e concentração de informação. São estes os fatores chave que devem ser estudados e conhecidos, para que a digitalização seja implementada numa escada adaptada a cada empresa.

A seguinte figura apresenta um esquema que enumera as principais etapas envolvidas no processo de digitalização, o qual necessita de um estudo prévio cuidadoso, ponderando bem cada processo da estratégia futura antes de avançar para a digitalização, propriamente dita (Silva, 2017):

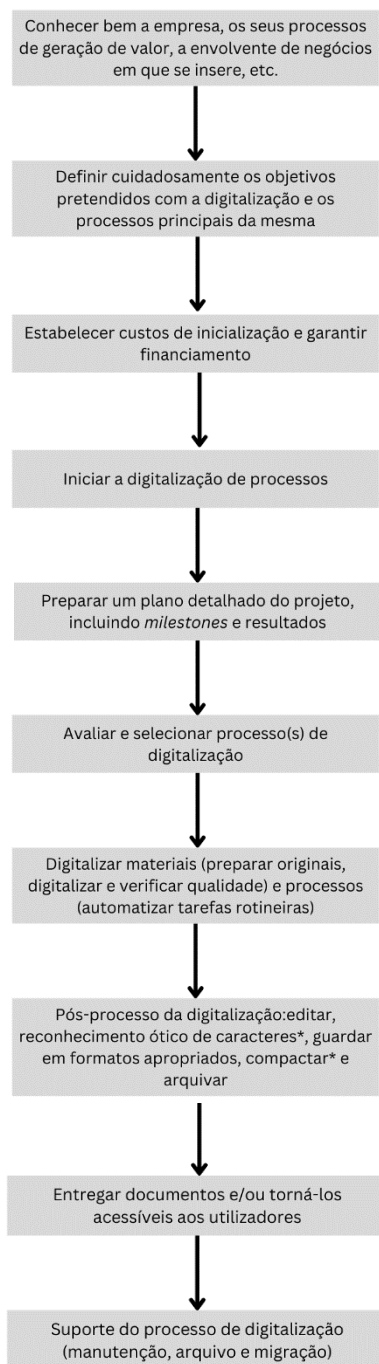


Figura 4 - Etapas no processo de digitalização adaptado de (Silva L. B., 2017)

2.1.5 Desafios Associados

A digitalização tem fatores que potencializam a sua evolução, embora tenha em consideração alguns desafios à sua implementação.

Em 2016, a Forbes avaliou o risco de falha na transformação digital em 84%. À data de escrita do artigo, de acordo com McKinsey, BCG, KPMG e Bain & Company, o risco de falha está entre os 70% e 95%. (Block, 2022).

As tecnologias estão a evoluir rapidamente, transformando indústrias e criando demanda por experiências de clientes e funcionários mais inovadores e modelos operacionais. *Workforces* (forças de trabalho) - e equipas de líderes- não estão a evoluir tão rapidamente. De acordo com uma pesquisa realizada pela Heidrich & Struggles (H&S) para o livro "*Goliath's Revenge*", menos de um terço das empresas têm certeza de que têm o talento que precisam para o sucesso por meio da transformação digital. (Snyder, 2019)

Estes resultados revelam que a transformação digital enfrenta desafios significativos para realizar os benefícios comerciais esperados.

(Sturgess, 2022) apresenta uma analogia relacionando a Digitalização a um Iceberg, como se apresenta de seguida:

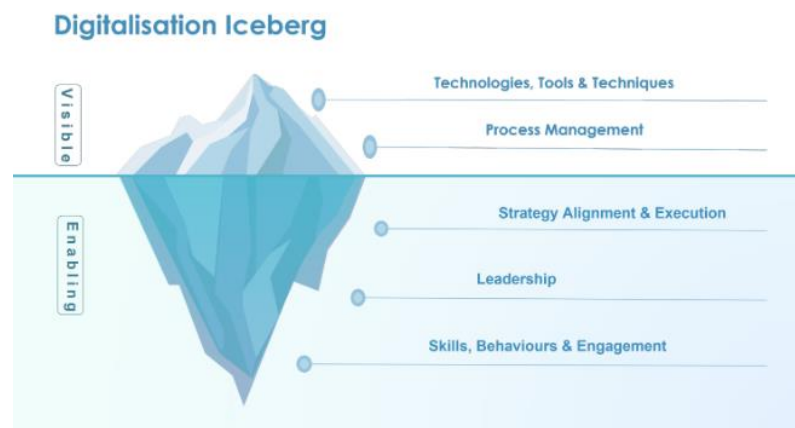


Figura 5 - Analogia entre Iceberg e Digitalização

Sabe-se que um *Iceberg* possui apenas 10 por cento da sua massa total acima da água, enquanto 90 por cento está submerso. Mas esses 90 por cento são onde as correntes oceânicas atuam e o que cria o comportamento do *iceberg* na sua ponta. Aqui, faz-se uma analogia entre os Esforços de transformação e a Transformação digital.

Tecnologias, ferramentas, técnicas e processos são os 10% que é possível visualizar. O que não é imediatamente aparente, são os aspetos que estão abaixo do "nível da visão" - que não são imediatamente visíveis, mas podem ter um impacto enorme nos 10% que é possível ver.

A transformação digital não muda apenas a forma de trabalhar, mas também acelera a velocidade da mudança que as empresas enfrentam atualmente. Ambos os aspetos, levam a requisitos principais que devem ser alcançados para o bom-sucesso:

-Alinhamento com a estratégia e metas da organização;

-Novas formas de liderança;

-Novas capacidades organizacionais;

-Novas habilidades e competências.

-Uma nova cultura e “mentalidade digital”.

Além dos aspetos referidos no âmbito do contexto organizacional da empresa, devem ter-se em consideração os diversos desafios tecnológicos que poderão também surgir durante o processo de digitalização, tais como:

Armazenamento, Catalogação e Gestão de Dados.

Devido à quantidade, cada vez maior, de dados que as empresas pretendem armazenar e ao controlo desejado de todo o negócio, é necessário recorrer a sistemas de gestão de Base de Dados (BD). A BD deve ser adaptada às necessidades da empresa (Silva, 2017)

Transformação e Tratamento da Informação.

Considera-se este, um aspeto principal a considerar.

A representação visual da informação para uma rápida aprendizagem dos colaboradores, tomada de decisões mais sólidas por parte das chefias e interpretação de resultados dos clientes, é significativamente benéfica, se a informação que estiver contida no *dashboard* não for errada ou confusa.

A recolha e tratamento da informação prévia representa base de todo o processo e evita que as organizações tomem decisões assente em informação que não está integrada, processada e analisada corretamente (Pierre Eric Christian Johansson, 2020).

A informação num sistema de informação (SI) (em inglês, *Information System* – IS) pode estar não estruturada, semiestruturada ou completamente estruturada, em função dos diferentes níveis de semântica das propriedades da informação. Desta forma, um dos grandes desafios prende-se com a integração destes vários níveis de informação de forma completa, parcial ou marginal (Johansson et al.,2020). Assim, foram identificados dez problemas frequentes aquando da organização de um sistema de informação (Johansson et al.,2020):

-Diversas fontes de informação;

- Erros de produção de informação e produção subjetiva;
- Informação em demasia;
- Requisitos de análise de informação avançados;
- Requisitos de segurança e privacidade;
- Falta de competências computacionais;
- Sistemas distribuídos;
- Necessidade de mudança de tarefas a realizar;
- Informação não numérica, logo apresenta a necessidade de ser trabalhada e convertida.

Apesar da enorme quantidade de informação gerada diariamente, a qualidade desta deve ser uma das maiores preocupações das organizações. À luz do modelo de SI desenvolvido por DeLone e McLean (2003), é possível afirmar que a qualidade da informação representa uma variável dependente num sistema de performance. Entenda-se por qualidade da informação a precisão, relevância, integridade e consistências desta face ao problema em estudo (Johansson et al., 2020).

Segundo Johansson et. Al (2020), é possível enumerar alguns problemas relacionados com a questão da qualidade da informação disponibilizada:

- Problemas intrínsecos: dizem respeito à relação entre o que é necessário e o que realmente é fornecido;
- Problemas de representação: dizem respeito à consistência da informação e à sua facilidade de entendimento;
- Unmatched* de informação: nestes casos a informação apresenta demasiada complexidade ou uma grande quantidade desta, impossibilitando a combinação;
- Informação questionável: informação que não é confiável e, portanto, leva a problemas de confiança e reputação para os demais;
- Informação inacessível: certo tipo de informação pode ser de difícil acesso devido a barreiras de segurança.

Em suma, o tratamento de informação constitui um marco crucial no processo e antecede qualquer apresentação e visualização dessa mesma informação. Caso a confiança de qualquer colaborador na informação seja baixa, afetará a sua motivação e conseqüentemente a qualidade da produção. (Ramalho, 2022).

Problemas de hardware e *software*

Selecionar *hardware* de suporte e *software* aplicacional para um projeto de digitalização depende de vários fatores. O principal critério de seleção consiste em definir a extensão dos processos empresariais que queremos digitalizar e automatizar. (Silva, 2017)

Qualidade no armazenamento de dados

Os *bitmaps* (imagens que contêm a descrição de pixéis) podem ser bastante grandes para imagens com alta resolução. Perante esta situação, é necessário comprimir o material digitalizado, mantendo a qualidade desejada. (Silva, 2017)

Segurança e privacidade de dados

Ataques de *hacker* ou infeção do sistema por parte de um vírus tecnológico põem em causa todo o processo de digitalização. A informação pode ser apagada, modificada ou, no pior dos cenários, partilhada com concorrentes diretos. (Silva, 2017)

2.2 BIM

Como já subentendido no subcapítulo anterior “Digitalização em Portugal”, a metodologia BIM ocupa um papel central na transformação digital da indústria da construção. Neste sentido, é efetuada neste subcapítulo, uma revisão do estado da arte no domínio deste conceito.

2.2.1 Definição

Citando a definição usada no “BIM nas Autarquias-Guia Compreensivo para a Implementação do BIM”: *Building Information Modeling*, que se traduz para “Modelação de Informação da Construção”, “é uma metodologia de partilha de informação e de colaboração entre todos os intervenientes e durante todas as fases do ciclo de vida de uma construção, que se apoia num modelo digital, acessível por software, o qual permite a manipulação virtual dessa mesma construção” (Costa, Azenha, & João Poças Martins, 2021).

Esse modelo de informação digital contém dados sobre as características geométricas de todos os elementos que compõem um edifício (por exemplo, vigas, pilares, janelas ou tomadas elétricas), mas também inclui as suas propriedades e atributos, sejam eles físicos, sejam os relacionados com o seu custo ou com o tempo necessário para a sua construção”. (Fernando F.S. Pinho, 2020). Pode, ainda, apresentar dados sobre a topografia envolvente do edifício, implementação da construção, planificação dos processos, processos construtivos, sustentabilidade, entre outros. Ao longo do desenvolvimento do projeto, pode ser acrescentada informação ao modelo. O conjunto de informação encontra-se armazenada e disponível numa base de dados, o que traz vantagens durante as diversas fases do ciclo de vida de um edifício (Pereira, 2016).

Posto isto, reconhece-se a relevância da metodologia BIM. “Se uma imagem vale mais do que mil palavras, um modelo vale mais do que mil imagens” (Edward McCracken).

Apresenta-se de seguida uma imagem ilustrativa da definição abordada (ver Figura 6) :

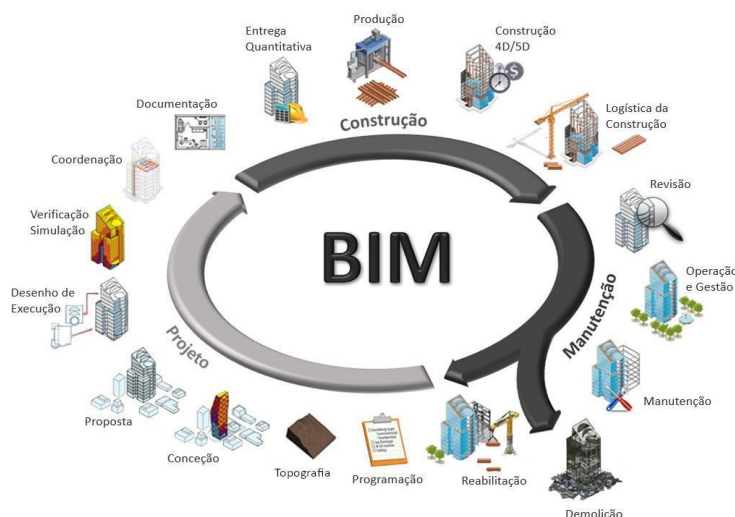


Figura 6 -Fases de empreendimento com a metodologia BIM (Fonte: (Barata))

Importa, ainda, mencionar que o modelo 3D paramétrico, é um sistema inteligente, que tem a capacidade de transformar a informação que era apenas legível por humanos para formatos legíveis por computadores. O enquadramento de modelos 3D paramétricos em BIM oferece vantagens sobre as abordagens 2D, como por exemplo, produção automática de cortes, plantas e pormenores construtivos sempre atualizados, interação com BIM *tools* (ferramentas e *software*) e a programação de aplicações que são interligadas com o modelo. Tudo isto permite a otimização de tempo, custos e trabalhos durante a execução de projetos (Pereira, 2016).

2.2.2 Contextualização histórica

Este conceito começou a ser desenvolvido em 1962 por Douglas Engelbart, artigo publicado *Augmenting Human Intellect*, onde descreve a transformação de uma série de especificações e entrada de dados numa revisão de uma estrutura, tendo sido o fator principal para o desenvolvimento da metodologia BIM (Borges, 2018).

O aparecimento de trabalhos como *Building Description System* do Professor Charles Eastman da Faculdade de Arquitetura do Instituto de Tecnologia da Geórgia, critica a utilização de desenhos como a única maneira de construir a comunicação da informação. Provocado pela ineficiência e excesso de tempo utilizado para manter os desenhos consistentes sempre que ocorriam alterações, e pela extrema tendência de ocorrência de erros na análise da informação

numérica retirada dos desenhos manualmente (C. Eastman et al.1974), na tentativa de resolver este problema, Eastman desenvolveu nos anos 70 o *Building Description System* (BDS).

Este conceito envolvia uma biblioteca de elementos que podiam ser adicionados a um modelo, e uma base de dados que permitia ao utilizador encontrar informações sobre os atributos dos elementos, como o tipo de material e o fornecedor (Latiffi, Mohd e Brahim, 2015).

O BDS não chegou a ser comercializado tendo sido principalmente uma experiência, levando Eastman a desenvolver um novo projeto, o *Graphical Language for Interactive Design* (GLIDE), que possuía características semelhantes à metodologia BIM utilizada atualmente (Ter Maarten, 2015).

A utilização do termo *Building Modelling* foi feita pela primeira vez em 1986 num artigo de Robert Aish, que pode ser encontrado no capítulo 6 do livro *Computer-Aided Architectural Design Futures* (Aish, 1986). Neste capítulo intitulado *Three-dimensional Input and Visualization*, o autor já abordava questões sobre a modelação tridimensional, objetos inteligentes/paramétricos, base de dados relacionados com as fases dos processos construtivos e outros conceitos relevantes para a metodologia BIM (Aish,1986). A mudança da terminologia *Building Modelling* para *Building Information Modelling*, foi proposta por G.A.van Nederveen e F.Tolman no artigo denominado *Automation in Construction* em 1992, tendo sido este artigo o primeiro a utilizar a designação de BIM tal como é conhecido atualmente. (van Nederveen & Toldman, 1992).

Todavia, embora a designação da metodologia tenha consolidado, o seu desenvolvimento não parou e tem vindo a evoluir há vários anos, destacando-se os contributos dados pela Autodesk, quando lançou o *Building Information Modelling*. (Autodesk,2003).

Uma das primeiras implementações da Autodesk foi em 1982, com o desenvolvimento do software ArchiCAD, tendo sido impulsionada nos anos 2000 com o desenvolvimento do *software Revit*. (Gomes, 2015). Atualmente, a metodologia BIM é a base da transformação digital na indústria da AEC e tem tido um crescimento exponencial relacionado com os avanços tecnológicos e com os benefícios que traz para a indústria AEC. (Dissertação, João Pedro Silva, 2022).

2.2.3 Níveis de Maturidade e Dimensões BIM

O BIM possui diversos níveis de informação, conhecidos como dimensões que na literatura inglesa é designado de *Maturity levels* (Jorge, 2022).

Atualmente existem 4 diferentes níveis de colaboração num projeto, conhecidos como níveis de maturidade BIM (Nível 0,1,2 e 3).

Consoante o aumento do valor de nível de maturidade, maior é a colaboração num projeto

passando de partilha não interoperável como *Computer-Aided Design* (CAD) (Nível 0) para integração de informação em ambientes *cloud-based* (Nível 3), em que é possível partilhar modelos com todos os colaboradores do projeto, possibilitando a adição ou modificação da informação sem haver perdas (Biblus 2022).

Para além dos níveis de maturidade BIM, existem também as dimensões BIM. Por estas, entende-se a forma como um determinado modelo está programado e, conseqüentemente, os tipos de informação que serão deles retirados. Quanto mais dimensões tiver o modelo, maiores serão os tipos de informação possíveis de serem modeladas a partir delas, tornando as tomadas de decisão mais simples, fundamentadas e acertadas (Campestrini,2015).

Na seguinte figura (Darós, 2019; Kamardeen, 2010; Kymmell, 2008, citado em (Pinto, 2020)), é apresentada uma tabela que resume as dimensões atualmente existentes:

3D	Consiste na agregação dos vários projetos da obra num único ambiente virtual. Desta forma, toda a informação se encontra acessível, transparente e segura, aos intervenientes do projeto, evitando inconveniências.
4D	Diretamente relacionada com o planeamento da obra, permite a simulação gráfica em tempo real do processo de construção de todas as fases de execução. Com esta dimensão podemos planejar o fluxo de trabalho de um projeto, com detalhes sobre o tempo necessário para a realização de atividades, ajudando à deteção de conflitos durante a execução da obra, melhorando, assim, a produtividade.
5D	Permite a extração instantânea de orçamentos de custo e representações financeiras do modelo em função do tempo, melhorando a precisão das estimativas.
6D	É associada ao processo de eficiência energética, com o objetivo de obter obras mais sustentáveis do ponto de vista ambiental, económico e social. Isto acontece através de estimativas de consumo de energia mais completas e precisas.
7D	Tem como finalidade analisar o ciclo de vida do projeto e a gestão das instalações, permitindo controlar a garantia dos equipamentos, planos de manutenção, dados dos fabricantes e fornecedores, custos de operação e até mesmo fotografias do empreendimento antes, durante e após o projeto. Desta forma, a substituição de peças e os reparos, durante a vida útil de um edifício, são efetuados quase de forma instantânea.
8D	Acrescenta informações relacionadas com a segurança. Com o acréscimo desta informação ao modelo é possível prever os riscos no processo de construção, possibilitando a identificação das atividades que deverão ser implementadas de modo a melhorar a segurança no trabalho para prevenir acidentes.
9D	Está relacionada com a metodologia " <i>Lean construction</i> ", que tem como objetivo a otimização e eficiência de todas as etapas envolvidas na fase de construção de um projeto. Esta é uma abordagem que permite uma utilização de recursos mais eficiente e uma melhor monitorização do uso de matérias-primas com o fim de minimizar a incidência de resíduos.
10D	Tem como objetivo industrializar e tornar o setor da construção mais produtivo, através do uso de novas tecnologias.

Figura 7-Dimensões BIM

Apresenta-se, também, o seguinte esquema que visa elucidar a referida relação entre os níveis de maturidade e dimensões *BIM*.

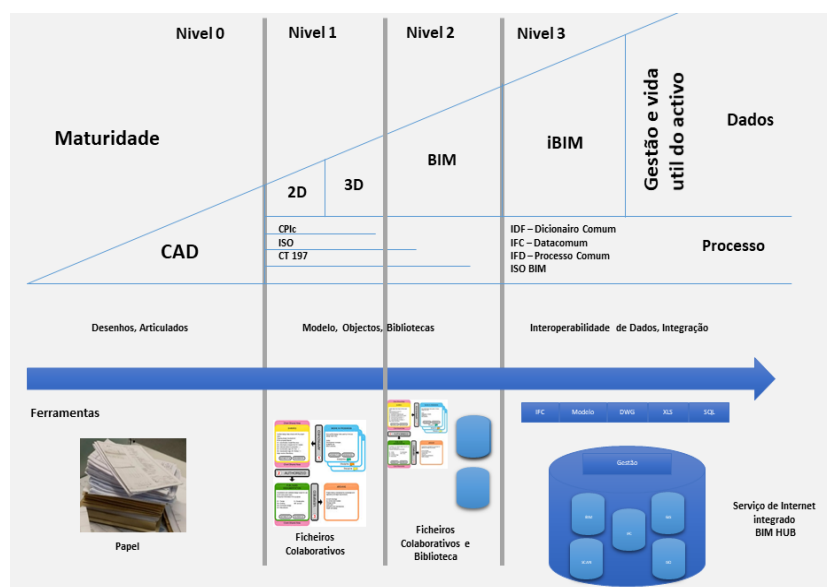


Figura 8-Níveis de Maturidade BIM (Fonte: Google Photos)

2.2.4 Níveis de Detalhe (LOD) vs Níveis de Informação (LOI)

No contexto BIM surgem dois termos comuns, *Level of Detail* (LOD) e *Level of Information* (LOI).

O primeiro (Níveis de Detalhe), refere-se ao grau de complexidade geométrica de um objeto ou elemento dentro de um modelo BIM. Está, portanto, relacionado com a quantidade de informações visuais que um elemento possui a determinado momento. A definição de nível de detalhe "(...) é essencial para que se consigam descrever os passos pelos quais os elementos do BIM deverão evoluir, respeitando um processo lógico, desde o nível mais baixo de conceção até ao mais alto nível de precisão na representação (...)" (Jym Bedrick 2008).

Assim sendo, pode-se definir os níveis de desenvolvimento da seguinte forma (Bim Forum 2023):

LOD 100: O componente pode ser representado graficamente por símbolo ou outra representação genérica, mas não satisfaz o requisito para LOD 200. No que concerne as informações relacionadas a este componente (custo/ m2, tonelagem de AVAC, etc.) podem ser derivadas de outros componentes do modelo.

LOD 200: O elemento é representado graficamente dentro do modelo como um sistema, objeto ou conjunto genérico com quantidades aproximadas, tamanho, forma, localização e orientação. Informações não gráficas também podem ser anexadas a este componente.

LOD 300: Neste nível de desenvolvimento as quantidades, tamanho, forma, localização e orientação do elemento conforme projetado, podem ser medidos diretamente a partir do

modelo, sem se referir a informações não modeladas, como notas ou citações de dimensão. A origem do projeto é definida e o componente é localizado com precisão em relação à origem do projeto.

LOD 350: O elemento é representado graficamente no modelo como um sistema, objeto ou conjunto específico e interfaces com outros sistemas de construção, Informações não gráficas também podem ser anexadas a este componente.

LOD 400: O elemento neste nível de desenvolvimento é modelado com detalhes e precisão suficiente para a sua fabricação. A quantidade, tamanho, forma, localização e orientação do elemento conforme projetado, podem ser medidos diretamente a partir do modelo, sem se referir as informações não modeladas, como notas ou citações de dimensão.

LOD 500: O elemento é uma representação gráfica de uma condição existente ou como construídos na realidade, sendo precisos em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação. Informações não geométricas também podem ser ligadas aos elementos modelados.

Apresenta-se na figura seguinte a ilustração do desenvolvimento do detalhe em cada um dos LOD.

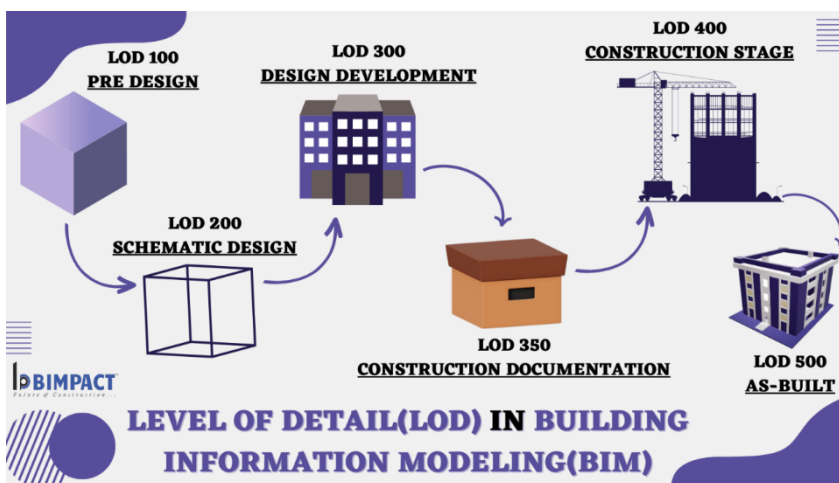


Figura 9 - Níveis de Detalhe BIM (Fonte: (Bim Forum 2023))

Os Níveis de Informação, conhecidos na indústria como LOI, refere-se à quantidade e qualidade das informações não geométricas associadas a um objeto ou elemento no modelo. Essas informações incluem especificações técnicas, dados de desempenho, custos, datas e qualquer outra informação relevante para a gestão do projeto e do ciclo de vida do empreendimento.

De acordo com a (ISO 19650-1,2018), o termo *Level of Information Need* é definido como a estrutura que estabelece a extensão e o nível de desenvolvimento da informação necessária

em um projeto BIM. Em 2020, foi publicada a norma (EN 17412-1,2020), pelo Comité Europeu de Normalização, com o objetivo de padronizar este conceito (Reis, 2019).

Este novo padrão foi criado com o objetivo de ultrapassar as limitações das definições LOD. O *Level of Information* é definido para cenários específicos, em que será preciso ter um objetivo, intervenientes e etapas do projeto atribuídos. Simplificadamente, este termo especifica um conjunto de requisitos de informação geométrica, alfanumérica e da respetiva documentação. A esta norma ainda não é atribuído o termo de nível uma vez que os autores da mesma consideram que os requisitos de informação geométrica e alfanumérica são demasiado diversos para serem definidos por um conjunto limitado de níveis. ((Abualdenien, et al.,2022), citado em (Andrade, 2023)).

O *Level of Information* centra-se na comunicação da informação necessária para a realização da tarefa específica (como a visualização e extração de quantidades), uma vez que nem sempre é necessário o mesmo nível de LOD. Por exemplo, na visualização, por norma, são necessários elementos pormenorizados (LOD400), enquanto os cálculos térmicos podem ser efetuados com elementos de LOD300 ((Abualdenien, et al., 2022)., citado em (Andrade, 2023)).

2.2.5 Interoperabilidade

Um dos principais benefícios da incorporação do BIM na indústria AEC é a facilidade de troca de informação entre os diferentes intervenientes do processo. Com a existência da incompatibilidade do formato dos arquivos, devido à preferência que cada especialidade tem por usar um tipo de aplicação para o desenvolvimento do projeto, a interoperabilidade possibilita a transposição da informação entre aplicações, permitindo que múltiplos técnicos possam contribuir com mais facilidade para o projeto. (Andrade, 2023).

A Sociedade de Sistemas de Informação e Gestão em Saúde define a interoperabilidade, como sendo a capacidade de diferentes sistemas de tecnologia da informação e aplicativos de softwares, de se comunicarem, trocarem dados e reutilizarem as informações guardadas na base de dados (Gordon & Catalini, 2018).

A interoperabilidade baseia-se tradicionalmente em intercâmbio de formatos de arquivos, como o DXF (Drawing Exchange Format) e o IGES (Initial Graphics Exchange Specification), que intercambiam somente a geometria. (Eastman Chuck, Telcholz Paul, Sacks Rafael, 2014).

Para além destes formatos, surgiu a necessidade de criar um modelo universal de troca de dados entre programas. Num esforço internacional da indústria AEC de vários países, foi criado o IFC (Industry Foundation Classes) (Valente, 2019).

O IFC permite que a compatibilização de fluxos seja o foco, em vez da compatibilização de dados. Isso significa que o fluxo funciona independentemente dos softwares ou fabricantes escolhidos por cada projetista. (Zigurat, 2023).

O Industry Foundation Classes foi lançado em 1996 com a versão IFC 1.0, com o objetivo de fornecer um modelo neutro para a indústria AEC. Ao longo dos anos, foram lançadas atualizações como o IFC 1.5, IFC 1.5.1 e IFC 2.0. Em outubro de 2020, foi publicada a versão mais antiga ainda em uso, a IFC 2x, focada em aumentar a estabilidade da plataforma e das informações.

Desde então, várias versões foram lançadas, expandindo as capacidades e compatibilidades da extensão. A versão mais usual é a IFC 2x3, lançada em 2007, que trouxe melhoria de desempenho e qualidade, além de correções de bugs das versões anteriores. O IFC 4.0, lançado em 2013, introduziu novas formas de documentação, suporte para novas plataformas de construção, estruturas e serviços. A versão mais recente do IFC 4.0 é o Addendum 2, lançado em julho de 2016, que trouxe melhorias e correções. A versão 4.3., de 2022 traz um aumento do domínio para elementos de infraestruturas, e embora ainda não tenha uma ISO, já está em uso em diferentes softwares. Já o IFC 5.0, ainda em fases iniciais, promete benefícios para esta mesma área, como alinhamentos, rodovias, túneis, pontes e ferrovias, além de oferecer maior flexibilidade e capacidade nas parametrizações dos modelos de todos os setores. (Zigurat, 2023).

Face à citação exposta anteriormente, importa referir a atualização em relação à versão IFC 4.3. ADD2, que passou a ser referida na ISO 16739-1:2024 publicada posteriormente.

O seguinte cronograma visa expor de forma sintetizada a evolução do IFC

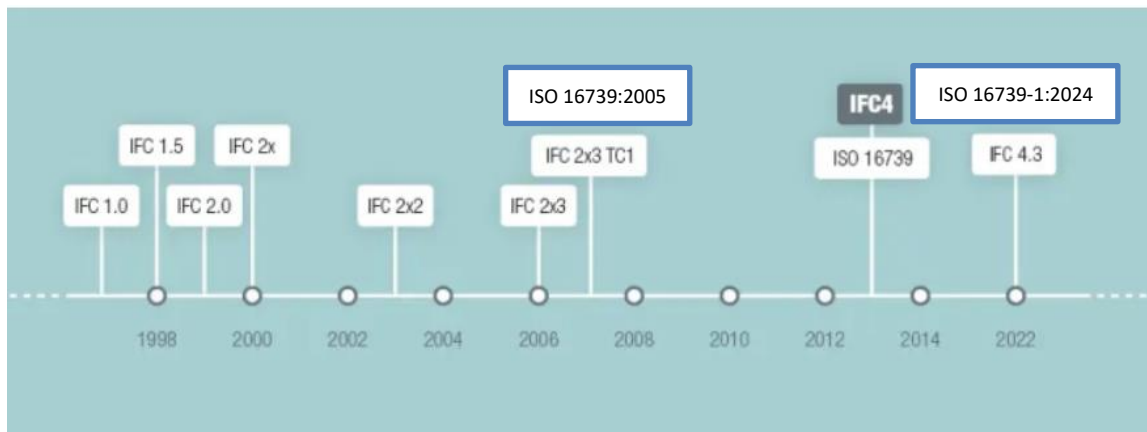


Figura 10 - Evolução IFC (Adaptada de (Zigurat, 2023) e de (buildingSMART, 2024)

A imagem foi retirada do site (Zigurat, 2023) e complementada com informação exposta pela (buildingSMART, 2024)- órgão mundial que impulsiona a transformação digital na indústria AEC.

2.2.6 Integração de Metodologias BIM em Portugal

A nível internacional, a adoção da metodologia *BIM* está em rápida expansão, sendo já uma realidade em diversos países. Em comparação a estes, Portugal parece estar num estado inicial de adoção, sendo este atraso pronunciado nas regiões Centro e Alentejo. Através de um estudo abrangente realizado em 2015 (Venâncio Lima) que envolveu a realização de inquéritos junto de diversos intervenientes no setor da construção, puderam-se formar algumas estatísticas. 47,5% dos inquiridos afirmaram não ter conhecimentos do conceito *BIM* e dentre aqueles que afirmaram conhecer, a maior parte adquiriu o conhecimento através de pesquisa individual. Outro resultado da investigação que comprovou o estado embrionário do uso da metodologia *BIM* em Portugal na altura, foi o facto de entre 379 entidades inquiridas, apenas 45 gabinetes de projeto e 3 empresas de construção admitirem o uso desta metodologia.

Entretanto, em 2021, foi publicado um artigo de um estudo realizado no mesmo âmbito, que apresenta como conclusões “(...) Os resultados deste inquérito indicam que 73% dos inquiridos possui algum conhecimento sobre a metodologia *BIM*, maior que os obtidos por Venâncio (Lima Venâncio, 2015), evolução esta que pode ser o resultado das inúmeras iniciativas que tem existido para disseminar a metodologia *BIM* entre 2015 e 2018. No entanto, a implantação da metodologia *BIM* em percentagem de utilizadores não varia significativamente, passa de 21 para 27%. (...)” deste mesmo estudo, é pertinente avaliar as percentagens face aos diferentes softwares “Quando se pergunta aos utilizadores quais são as ferramentas mais utilizadas, o *CYPE* e o *Autodesk Revit* são indicados por 44% dos utilizadores e o *Graphisoft Archicad* por 33%. Segundo os inquiridos, as tipologias de projetos com maior recurso à metodologia nos seus locais de trabalho, são residenciais (78%), seguidas de obras civis e comerciais (ambas com 67%) e industriais (56%). Em relação à fase do projeto com maior utilização desta metodologia são a modelação 3D (78%), análise de soluções construtivos (67%) e na elaboração de medições e orçamentos (67%). “Fundamentando-se na leitura de diversos documentos sobre esta problemática, a autora conclui que parece de opinião geral no setor da construção, uma evidente tendência para a adoção do *BIM* em cada vez mais empresas, sendo um dos softwares impulsionadores o *Autodesk Revit*.”

“A metodologia *BIM* tem-se afirmado cada vez mais na indústria *AEC*. Dentro desta metodologia, o *Revit* destaca-se como um dos programas mais utilizados na sua adoção” (OERN 2024).

Realçando, ainda, o que foi referido no anterior capítulo “Digitalização em Portugal”, surgiu em janeiro deste presente ano, um novo Decreto-Lei que assume definitivamente o *BIM* como obrigatório em Portugal. Deste modo, há uma forte probabilidade de um aumento exponencial no que diz respeito ao uso do mesmo em Portugal.

2.2.7 Aplicação da Metodologia BIM

A fim de definir padrões e universalizar os critérios de avaliação, de modo a garantir que a sua utilização pelas partes interessadas (individualidades ou organizações), sigam os mesmos padrões de qualidades bem definidos, possibilitando que a informação seja usada e reutilizada sem alteração, surgem diferentes normas.

Os níveis de maturidade abordados num capítulo anterior, variam consoante o tipo de ferramenta, colaboração existente, e a norma a ser aplicada.

Apresentam-se, de seguida, as normas utilizadas a cada nível de maturidade BIM de uma forma sequencial, (Jorge, 2022):

BS1192:2007 – é um padrão britânico que define métodos de melhores práticas para desenvolvimento, organização e gestão de informações de produção na indústria da engenharia, arquitetura e construção. Fornece um modelo para aspetos práticos, incluindo convenções de nomenclatura na indústria AEC e facilita o uso eficiente de dados na gestão das infraestruturas (BSI, 2020).

BS7000:2024 – esta norma fornece orientação sobre a gestão do processo de desenho dentro na indústria da construção e deve permitir informações suficientes a serem produzidas para satisfazer os requisitos dos clientes, tal como o proprietário, contratante, investidor, etc. (Heygate-browne, 2004).

BS8541:2:2011 – é uma norma que pertence a biblioteca de objetos da construção. Fornece orientações, recomendações e estabelece regras para a criação de símbolos e outras convenções gráficas usadas em desenhos para a indústria da construção, especificamente, símbolos e objetos 2D (Nisbet, 2013).

BS1192:2/PAS-2:2013 – é uma norma utilizada para a gestão de informações durante o processo de entrega de projetos de construção, ao passo que a PAS 3:2014, é utilizada para a gestão de informações na fase operacional dos ativos/ infraestruturas usando a metodologia BIM (BSI, 2020).

BS8541:1:3:4 – esta norma trata do comportamento dos objetos da construção que constituem a biblioteca. No qual a parte 1 – trata da identificação e classificação; Parte 3 – trata da forma e dimensão. Finalmente a parte 4 –descreve e analisa os objetos (Nisbet, 2013).

IFC:BS ISO 16739: 2018 – esta norma consiste na esquematização de dados representados num esquema EXPRESS e XML, dados de referência representados com definições de nomes de propriedades, quantidades e descrições formais e informais. Formatos de arquivos utilizados para troca e partilha de dados entre aplicativos/ferramentas BIM (ISO, 2010).

IDM:BS ISO 29481:2010 – destina-se a facilitar a interoperabilidade entre os aplicativos de

softwares usados no processo de construção, promover a colaboração digital entre os atores do processo de construção e a fornecer uma base para troca de informações precisas, confiáveis, reproduzíveis e de alta qualidade (ISO, 2010).

IFD:BS ISO 120006-3:207: 2010 – esta norma consiste na especificação de um modelo de taxonomia, que fornece a capacidade de definir conceitos por meio de propriedades, agrupar conceitos e definir relações entre os mesmos [informações orientadas a objetos] (ISO, 2010).

2.2.8 Autodesk Revit

Segundo (BibLus, 2022), através de uma tabela comparativa, o Revit foi um dos softwares BIM mais adotados no ano 2022. Uma breve pesquisa neste âmbito, permitiu concluir que o presente software é apresentado diversas vezes em primeiro lugar, quando se menciona os melhores programas BIM. (alguns exemplos serão apresentados nas referências bibliográficas: (Cafe, 2023); (Ocean, 2024); (Solutions, 2024); etc).

O Revit é um software de modelação BIM que permite a criação virtual do projeto. Este modelo virtual tridimensional permite aumentar a eficiência e precisão em todo o ciclo de vida do edifício, desde a sua conceção, durante o seu projeto e até à sua construção. A modelação em 3D, com a permanente atualização entre plantas, cortes e alçados, permite o rigor entre todas as peças desenhadas, aliada com a extração das quantidades desses elementos feita de forma automática e a possibilidade de utilização do modelo para coordenação, permitem que o “Revit traga eficiência ao processo”. (OERN 2024).

2.3 Visualização e Análise de Dados

Atualmente, as organizações encontram-se envoltas num ambiente altamente competitivo, onde uma boa gestão e a inovação, são fatores determinantes para o sucesso das mesmas. A análise de resultados para o estudo de melhorias, sempre foi uma boa estratégia. Porém, com a quantidade abundante de informações que na maioria das vezes se faz chegar atualmente, torna-se quase um princípio obrigatório.

Este facto deve-se à *Internet Of Things* (IoT), entendida como a conexão entre objetos físicos através de sensores, *softwares* e outras tecnologias, e também devido à digitalização de todos os registos em modo *offline* (Ali et.al., 2016). Deste modo, as organizações enfrentam desafios diariamente, relacionados com a gestão e apresentação, em tempo real, do alto volume de dados gerado. Importa fazê-lo de forma visual, apelativa, interativa, correta, objetiva e com menor latência para o utilizador. (Ali et al., 2016; Sousa et al., 2021).

Cientificamente descrito, o cérebro Humano, quando confrontado com uma enorme

quantidade de informação, tende a dispersar. Tendo isto por base, a apresentação dos dados de forma visual, gráfica e apelativa, transmite a ideia de uma quantidade menor de dados e, desta forma evita a perda de foco do utilizador, possibilitando ainda que este seja capaz de encontrar rapidamente um padrão. (Ali et al.,2016).

Este pressuposto importa considerar não só na análise de dados por parte dos gestores da empresa, como também aquando da apresentação de resultados aos clientes da mesma, quando assim se adequa. Do mesmo modo, acredita-se que seja também uma forma mais fácil de transmitir a informação aos colaboradores/ técnicos, obtendo uma maior prestação de atenção e fácil compreensão pelos mesmos.

Na Figura 11, é apresentado um gráfico que ilustra a comparação no modo de aprendizagem perante formas diferentes de apresentação de dados (Letmathe & RÖbler, 2022).

A visualização de dados consiste na comunicação de informações e representação de conceitos complexos através de ferramentas visuais como gráficos de diferentes tipos, cronogramas, indicadores, entre outros, permitindo compreendê-los melhor ou identificar novos padrões. Com a visualização interativa, é possível levar o conceito um passo adiante, mudando interactivamente os dados que se vê e como estes são processados. (Insights, 2023).

Para a abundante quantidade dados, surge o termo *Big Data* que segundo (Ali et al.,2016), se diferencia da tradicional *data* por 5V's, nomeadamente: elevado volume, elevada velocidade, elevada variiedade, baixa veracidade e elevado valor.

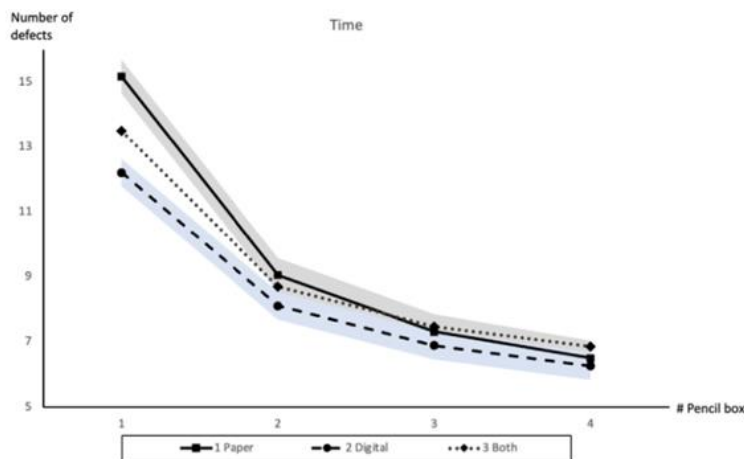


Figura 11 - Comparação no modo de aprendizagem perante formas diferentes de apresentação de dados. (Fonte: Letmathe & RÖbler, 2022)

2.3.1 *Artificial Intelligence e Business Intelligence*

Inteligência Artificial (em inglês: *Artificial Intelligence*- AI) e Inteligência Empresarial (em inglês: *Business Intelligence*) são dois conceitos que têm ganho cada vez mais relevância nos últimos anos.

Entenda-se, pela primeira, a ciência capaz de dotar as máquinas da execução autônoma de tarefas que são características do Humano, sem esquecer que a Inteligência Empresarial corresponde ao processo de aprendizagem que possibilita a análise intuitiva de informação e posteriormente de performance da organização de modo a direcioná-la em função da sua estratégia. (Ramalho, 2022).

O termo *Business Intelligence* (BI) surgiu em 1958, com Hans Pether Luhn, investigador do IBM (*Internacional Business Machines Corporate*), no artigo “*A Business Intelligence System*”. Luhn (1958) definiu BI como a capacidade de apreender as inter-relações dos factos apresentados, por forma a orientar a ação em direção a um objetivo desejado, acreditando ainda que o progresso, em todos os campos do esforço humano, advém de uma comunicação eficiente.

Contudo, outros investigadores defendem que o BI foi utilizado pela primeira vez em 1989 por Dresner, para descrever um conceito e um conjunto de metodologias que melhoram decisões de uma organização, recorrendo-se a factos e a informações de sistemas de suporte (Olszak, 2016).

Segundo (Schlögl, 2005), no seu estudo para conseguir dar um maior sentido ao conceito de gestão de informação, refere que o objetivo geral do mesmo é que a informação certa esteja disponível no momento e lugar certos. A informação que não se encontra neste estado, não possui grande valor no processo de tomada de decisão. No entanto, quando a informação necessário pode ser retirada de diversas fontes, integrada de modo a fornecer uma visão mais completada e exposta de modo a possibilitar a sua análise, pode ser uma poderosa ferramenta para apoiar a responder a questões como “o quê”, “porquê”, etc. A finalidade da implementação de um sistema de BI é fornecer esta possibilidade para o negócio, e também uma plataforma onde a informação pode ser recolhida, analisada e convertida em conhecimento para o processo de tomada de decisão, independentemente do nível organizacional. ((Golfarelli et al.,2004) citado por (Silva Â. F., 2022)).

Ao abordar o tema BI é importante referir o conceito de *Business Analytics* (BA). O BA é sobreposto ao de BI, na medida em que ambos emergiram como áreas de relativa importância no estudo do impacto e da magnitude dos problemas que surgem no ambiente organizacional, relacionado com dados (Batra,2017). O BA engloba a utilização de métodos estatísticos, como é exemplo o *Data Mining*, e outras abordagens quantitativas, combinando análise e inteligência artificial para extrair informações e obter *insights* relevantes através dos dados (Richards et al.,2019).

2.3.2 Sistemas de BI e a sua Arquitetura

Nesta secção, serão expostos e definidos conceitos associados aos sistemas de BI. Estes constituem um processo tecnológico para analisar dados e fornecer informação útil, que pode ser utilizada por gestores, analistas e executivos, contribuindo para tomadas de decisões de negócio informadas (Nejad & Rashidi, 2023).

Antes de se implementar um sistema de BI é fundamental que numa organização, se faça, internamente, uma análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*). Isto é, uma análise que permita fazer um diagnóstico da organização. Desta forma, será possível identificar as necessidades existentes que irão permitir saber que informação procurar e, posteriormente, recolher entre os dados armazenados.

Os principais componentes dos sistemas de BI são os seguintes: Fonte De Dados; ETL (*Extraction, Transformation and Loading*) - extração, transformação e carregamento de dados.; Repositório de Dados; Área de Exploração dos Resultados (Duarte, 2018).

A seguinte figura retirada da Dissertação (Duarte, 2018), ilustra a arquitetura de um sistema BI:

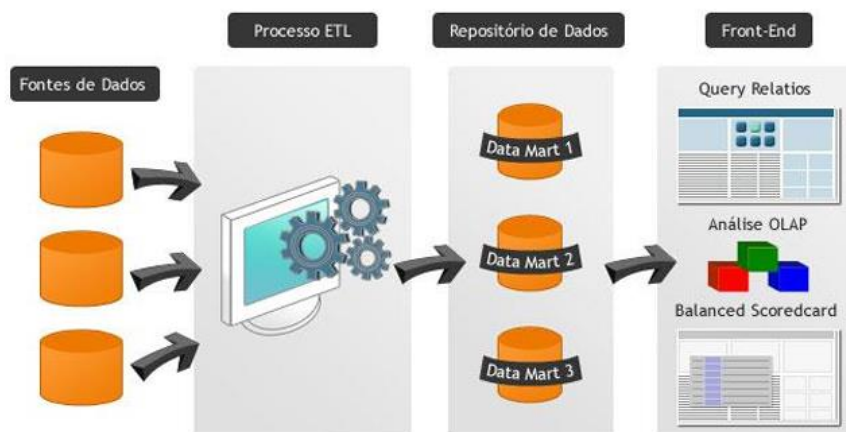


Figura 12 - Arquitetura Sistema BI (Fonte: (Duarte, 2018))

Fonte de dados (*data sources*)

Fonte de dados (*data sources*) é o nome que se dá ao local onde são armazenados os dados produzidos diariamente. Estes podem ser caracterizados como estruturados ou não estruturados.

Inicialmente, as fontes de dados que alimentavam os sistemas de BI eram baseados em dados estruturados, ou seja, eram alimentados por sistemas OLTP (*Online Transaction Processing*) os quais têm por objetivo registar as tarefas operacionais do dia-a-dia (registo de clientes,

encomendas, etc). Habitualmente, estas fontes recorrem a técnicas de relacionamento e normalização dos dados para desta forma garantir a eficiência do sistema. Por via deste fato, limitam-se a guardar o estado mais atual das transações não mantendo por isso o histórico dos dados. Normalmente, os dados estruturados encontram-se armazenados em base de dados relacionais (SQL Server; PostgreSQL; Oracle; entre outras) (Duarte, 2018).

ETL (Extract, Transformation and Loading)

Uma vez estabelecida a comunicação com as fontes de dados, segue-se o processo ETL que tem por objetivo garantir a qualidade das informações transferidas para o *data warehouse* (Duarte, 2018).

Na fase de extração, são reunidos dados de várias fontes distintas e agregadas num só local. (El-Sappagh et al.,2011). Na fase seguinte, de Transformação, os dados extraídos são primeiramente submetidos a uma limpeza e posteriormente transformados, obtendo-se dados corretos, completos, consistentes e inequívocos. Esta é a etapa mais complexa, uma vez que a transformação tem de ser realizada de acordo com as especificidades do negócio.

Por fim, através do Carregamento, os dados extraídos e transformados, são gravados nas estruturas dimensionais, para serem acedidos pelos utilizadores finais e pelas aplicações do sistema ((El-Sappagh et al.,2011) citado por (Ribeiro, 2023)).

Repositório de Dados

Depois do processo de ETL os dados são guardados em *Data Warehouses*. O DW funciona como um repositório de informação organizacional, contendo dados históricos, recolhidos de fontes internas e externas. Recolhe dados relevantes, que servem os interesses de todos os departamentos da organização (Nejad & Rashidi, 2023).

Contrariamente aos OLTPs, os *Data Warehouses* são, segundo (Céci, 2012), orientados ao processo de negócio (por oposição ao registo de transações), limitados a poucos utilizadores, utilizam muito espaço, guardam dados históricos (por oposição a dados atuais), assentam numa estrutura de dados não normalizada e executam a sua atualização em lote, ou seja, de tempos a tempos (por oposição a uma atualização contínua). Ao invés de guardar os dados num único *Data Warehouse*, as organizações optam muitas das vezes por recorrer à *data marts*, um subconjunto de um *data warehouse* em que os dados se referem a um ou mais assuntos específicos, oferecendo assim informação mais detalhada (Duarte, 2018).

Existem duas maneiras de implementar um *data mart*, conforme se apresenta na seguinte figura 13: a primeira através de *data marts* dependentes em que os dados são carregados diretamente da *data warehouse* para os *data marts* correspondentes; a segunda através de *data marts* independentes que não proporcionam uma visão integrada dos dados por estes serem carregados diretamente dos sistemas OLTP. Este tipo de *data marts* apenas integra a informação relevante para uma área específica do negócio, ao contrário, da *data marts* dependentes.

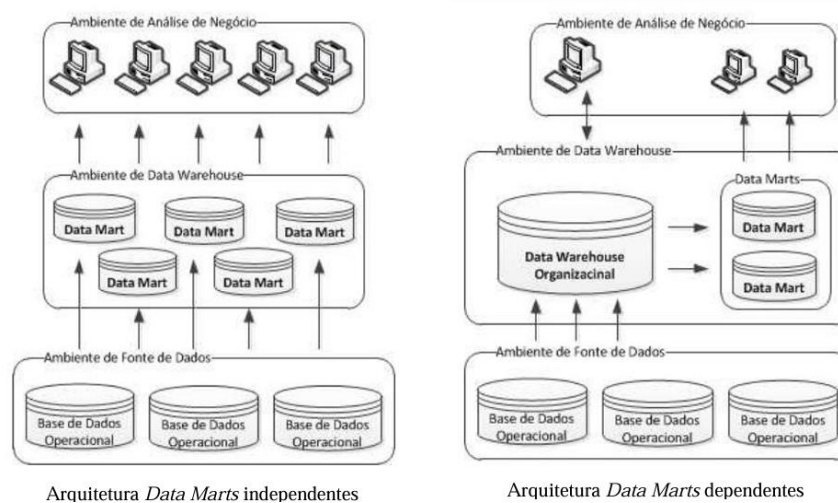


Figura 13 - Data Marts Dependentes vs. Independentes (Fonte: (Silva Â. F., 2022))

A implementação de *data warehouse* obedece normalmente ao esquema Estrela (*Star Schema*) ou ao esquema Floco de Neve (*Snowflake Schema*), sendo o primeiro o mais usualmente utilizado.

A principal característica desse modelo é a existência de redundância, que tende a melhorar o desempenho do sistema (Kimball & Ross, 2013). Este tem dois principais constituintes: Tabela

Facto e Tabelas Dimensão (Silva Â. F., 2022), como se apresenta nas figuras seguintes:

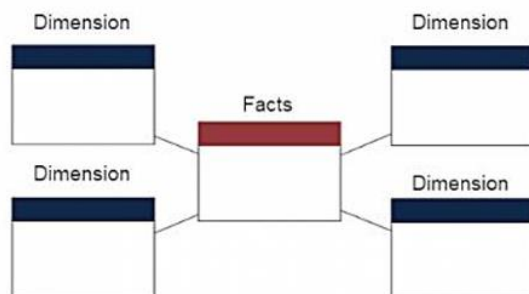


Figura 14 - Esquemas Estrela, exemplo 1 (Fonte: (Silva Â. F., 2022))

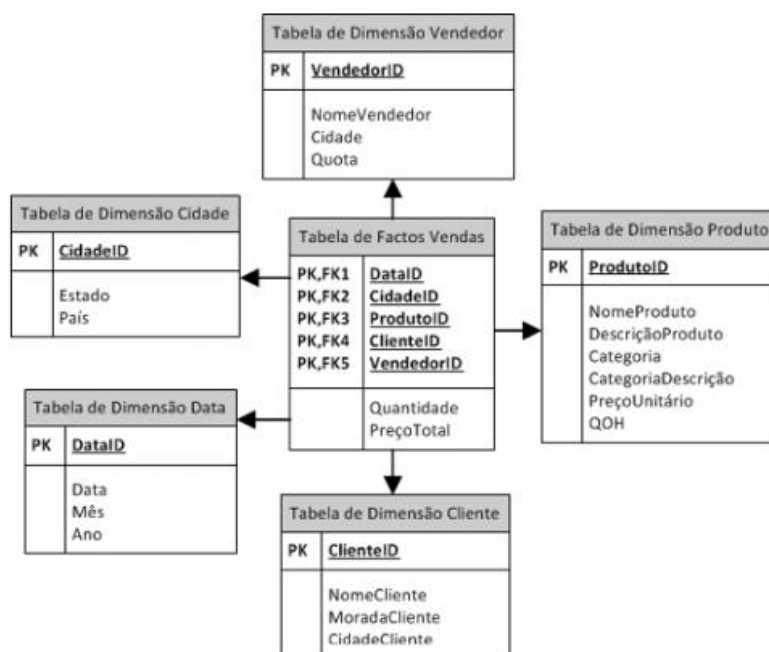


Figura 15 - Esquemas Estrela, exemplo 2 (Fonte: (Silva Â. F., 2022))

O esquema Floco de Neve é constituído por Tabelas Facto centralizadas, ligadas a várias Tabelas Dimensão. Estas segundas, são quase que “repartidas” em vários níveis de hierarquia; a que representa maior nível é a que está diretamente ligada à Tabela Facto, já as restantes são ligadas entre si de acordo com o nível de hierarquia ((Sidi et al.,2016), citado por (Silva Â. F., 2022)). Apresenta-se as seguintes ilustrações:

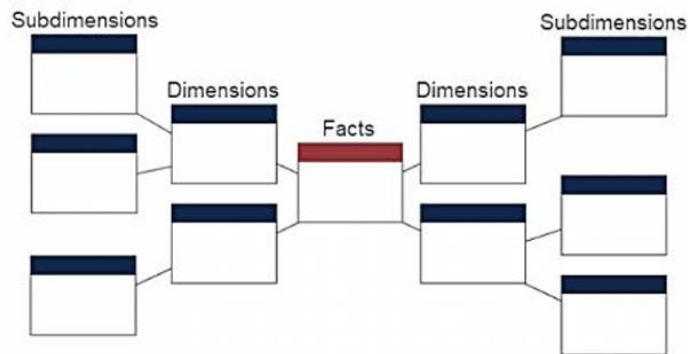


Figura 15-Esquemas Floco de Neve, exemplo 1 (Fonte: (Silva Â. F., 2022))

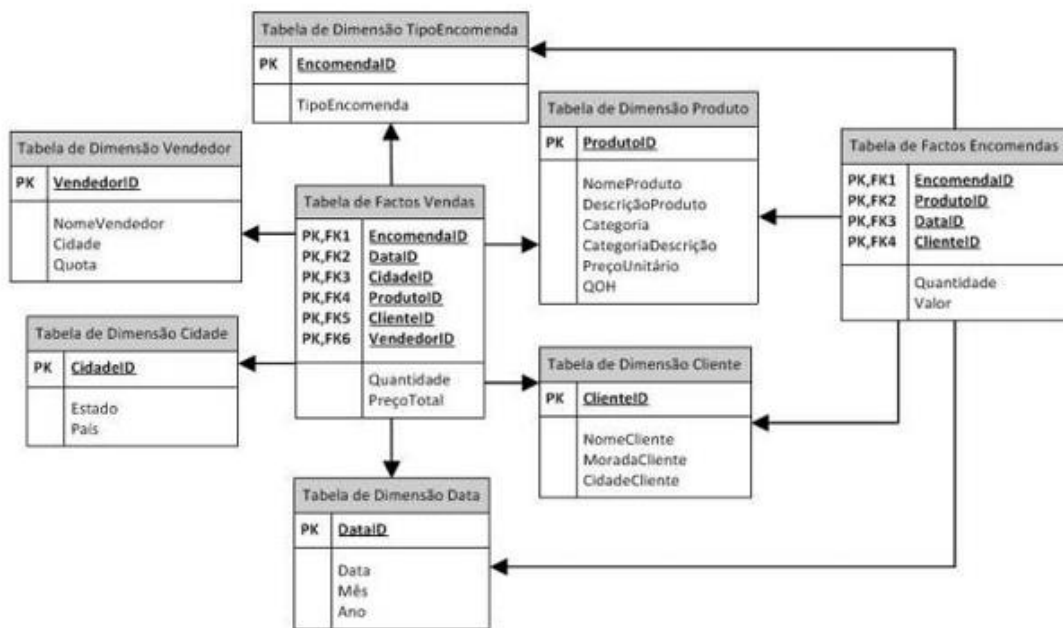


Figura 16-Esquemas Floco de Neve, exemplo 2 (Fonte: (Silva Â. F., 2022))

2.3.3 Ferramentas de Visualização de Dados

Várias organizações baseiam-se em ferramentas tradicionais de BI, tal como o *Microsoft Excel*. Contudo, têm surgido várias plataformas de BI modernas e avançadas, que disponibilizam relatórios e análises mais completas e eficientes. A visualização de dados depende de algumas especificações para os diferentes tipos de organizações, sendo importante a análise prévia das melhores técnicas e ferramentas a utilizar.

Gartner, uma das empresas líderes em pesquisa e consultoria na área da tecnologia da informação, anualmente, efetua uma avaliação das plataformas de análise e de BI disponíveis, com base na abrangência das suas ofertas. No seu relatório de abril de 2023, são definidas 12 capacidades críticas de uma ferramenta de BI (Schlegel et al., 2023): *insights* automatizados, catálogo de análises, “*data preparation*”, conectividade de fontes de dados, “*data storytelling*”, visualização de dados, capacidades de gestão, NLQ (*Natural Language Query*), capacidade de reporte, ciência de dados, armazenamento de métricas e colaboração na análise. (Ribeiro, 2023).

Para uma melhor compreensão, será explicado brevemente em que consiste cada uma das capacidades críticas, atualizadas no artigo de abril de 2023 por Schlegel et al., para refletir as áreas de mudança no mercado, diferenciação e procura dos consumidores (Ribeiro, 2023):

Insights automatizados – a capacidade de aplicar técnicas de *machine learning*, gerando automaticamente *insights* aos utilizadores finais, por exemplo, identificar os atributos mais importantes num conjunto de dados;

Catálogo de análises – a capacidade de o produto apresentar conteúdo analítico que seja fácil de localizar e de utilizar;

Data preparation – inclui a possibilidade de “arrastar e soltar”, combinar dados de diversas fontes e criar modelos analíticos;

Conetividade de fontes de dados – os utilizadores são capazes de conectar dados estruturados contidos em diversos tipos de plataformas de armazenamento;

Data storytelling – é a capacidade de combinar visualização interativa de dados com técnicas narrativas para assim criar e apresentar *insights* de forma convincente e compreensível aos decisores;

Visualização de dados – envolve o suporte para *dashboards* altamente interativos e a manipulação dos dados através de uma série de opções de visualização (gráficos de barras, matrizes, mapas geográficos, gráficos circulares, etc.);

Capacidades de gestão – a capacidade de gestão acompanha e gere a forma como a informação é partilhada e promovida

Natural Language Query – com a NLQ, os utilizadores podem colocar questões acerca dos termos da utilização dos dados, através da escrita ou da fala;

Capacidade de reporte – é a capacidade de gerar relatórios precisos, paginados e que podem ser partilhados com uma extensa comunidade de utilizadores;

Ciência de dados – capacidade de permitir o desenvolvimento melhorado e a prototipagem de

modelos de ciência de dados e *machine learning* por cientistas de dados;

Armazenamento de métricas – fornecimento de uma camada virtual que permite aos utilizadores criar e definir métricas, a partir de *data warehouses*;

Colaboração na análise – contribuição para fluxos de trabalho, permitindo a produção em simultâneo de um relatório, por vários membros de uma organização.

Estas ferramentas necessitam de ser de simples aprendizagem, interativas para com o utilizador, conseguir apresentar a informação relevante e ser possível filtrar a informação segundo determinados critérios e em função da data de calendário (Ali et al., 2016).

Na seguinte tabela apresenta-se de forma compilada algumas vantagens e desvantagens que surgiram da pesquisa bibliográfica no âmbito da familiarização com possíveis *softwares* a utilizar no desenvolvimento do caso de estudo, considerando também os custos dos mesmos.

Tabela 2 -Comparação de programas de Visualização de Dados

Programas	Vantagens	Desvantagens	Custos
Microsoft Power BI	<ul style="list-style-type: none"> -Boa acessibilidade; -Interface interativa com bastante diversidade de gráficos; -Sendo dos mais usados atualmente no mercado, há mais informações por onde aprender. -Não são necessários elevados conhecimentos de programação; 	<ul style="list-style-type: none"> -O seu uso é possível apenas com <i>Microsoft Windows</i>; -Mais lento em comparação com o <i>Tableau</i>; -É necessário um investimento financeiro mensal para que seja possível a partilha do ficheiro; -Não é uma linguagem de programação flexível. -Além de oferecer serviços de visualização, oferece também serviços de modelação de dados para análise preditiva. 	<ul style="list-style-type: none"> Versão <i>Free</i>- Criação de relatórios avançados e interativos; Sem possibilidade de partilha; Versão <i>Power BI Pro</i>- 9,40€ por mês por usuário; permite publicar e partilhar; Versão <i>Premium</i> - 18,49 € por mês por usuário; Usuários individuais com acesso a tamanhos maiores de modelos, atualizações mais frequentes, etc.

<p>Google Studio</p>	<p>Data</p> <p>-<i>Software</i> totalmente gratuito;</p> <p>-<i>Software</i> mais simples e intuitivo;</p>	<p>-Apenas é possível integrar dados com programas Google, como o Google Sheets (ou pagar para integrar outros);</p> <p>-Tem menos funcionalidade (por exemplo na transformação de tabelas) do que o <i>Power BI</i>;</p> <p>-Sendo gratuito, é previsível que a Empresa não invista tanto no <i>software</i> em comparação a outros.</p>	<p>-Gratuito.</p>
<p>Tableau</p>	<p>-É o programa mais usado no mercado depois do <i>Power BI</i>;</p> <p>-Sem grandes exigências de conhecimentos de programação;</p> <p>-Interface interativa com elevada variedade de gráficos;</p> <p>-Rápida e flexível.</p>	<p>-Apresenta um custo mensal elevado;</p> <p>-Existe menos conteúdo para aprendizagem do funcionamento do <i>software</i> em comparação ao <i>Power BI</i>;</p> <p>-Apresenta menos opções de origens para importação de dados em comparação ao <i>Power BI</i>;</p> <p>-Transformação de dados limitada (existência da ferramenta <i>Tableau Prep</i> para contornar</p>	<p>Versão <i>Tableau Creator</i>- 75€ por usuário por mês;</p> <p>Versão <i>Tableau Explorer</i>- 42€ por usuário por mês;</p> <p>Versão <i>Viewer</i>- 15€ por usuário por mês;</p>

		<p>este aspeto)</p> <p>-É necessária elevada formação para o seu manuseamento;</p> <p>-Análise mais detalhada requer conhecimentos em <i>R Software</i>.</p>	
Qlik Sense	<p>-Este <i>software</i> oferece recursos avançados de segurança e governação de dados;</p> <p>-Sem grandes exigências de conhecimentos de programação;</p> <p>-Interface interativa com elevada variedade de gráficos;</p>	<p>-O Qlik Sence apenas pode ser acedido via nuvem, enquanto o Power Bi é um <i>software</i> de <i>desktop</i> e serviço online.</p> <p>-A versão gratuita do Qlik Sense oferece um conjunto de recursos mais limitado que o <i>Power Bi</i></p> <p>-A maior desvantagem deste software é a falta de recursos de colaboração, obrigando as equipas a carregar arquivos separadamente uns dos outros na nuvem.</p>	<p>Versão <i>Standard</i>- 759€ por mês para um mínimo de 20 usuários;</p> <p>Versão <i>Premium</i>- 2484€ por mês (preço inicial com 50 GB e 10 usuários completos, faturado anualmente);</p> <p>Versão <i>Enterprise</i>- Possibilidade de contactar a Empresa e pedir um orçamento consoante os aspetos necessários a incluir;</p>
Klipfolio	<p>-Apresenta uma maior variedade de gráficos e formas de visualização de dados;</p> <p>-Contém o PowerMetrics e o Klips;</p> <p>-É o software mais</p>	<p>-O <i>PowerMetrics</i> apresenta uma versão <i>Free</i> apenas por 30 dias.</p>	<p>PowerMetrics</p> <p>Versão <i>Professional</i>- 276.84€ por mês para 10 usuários.</p> <p>Klips</p> <p>Versão <i>Grow</i>- 175€ por mês para 15 <i>dashboards</i>;</p>

	utilizado após o <i>Power BI</i> e o <i>Tableau</i> .		Versão <i>Team</i> - 322€ por 30 <i>dashboards</i> ; Versão <i>Team</i> + - 634,80 € por 60 <i>dashboards</i> ;
--	-------------------------------------------------------	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

A *Klipfolio* apresenta no seu site oficial uma tabela com o propósito de comparar mais profundamente os seus serviços com o programa *Power BI* e o *Tableau* (Klipfolio, 2024).

2.3.4 *Power BI*

A pesquisa bibliográfica permitiu concluir que o *Power BI* é a ferramenta que mais se adequa às necessidades para a realização do presente projeto. Nesta secção irá ser abordada a ferramenta para dar a entender as suas funcionalidades.

O *Power BI* é uma plataforma unificada e dimensionável para *business intelligence (BI)* de self-service e empresarial. Permite a ligação e visualização de quaisquer dados e incorporação fácil dos elementos visuais nas aplicações do dia a dia. (Microsoft, s.d.)

Este admite assegurar funções como: estabelecer uma única fonte governada- ligar todas as diferentes fontes de dados no mesmo ambiente para estabelecer uma única fonte para todos os dados; unificar a escala empresarial e o self-service- combinar BI de escala empresarial e self-service para impulsionar informações e inovação em todos os níveis da organização; incorporar experiências de dados em todo o lado-fazer a ponte entre as informações e as decisões através de um interoperação com as aplicações que as pessoas utilizam; capacitar qualquer pessoa para trabalhar com dados- a possibilidade de todos poderem explorar dados com uma interface fácil de utilizar, recursos de formação gratuitos e uma matriz de funcionalidades de acessibilidade; experiência imediata- possibilidade de começar rapidamente a experiência de criação de relatórios fácil de utilizar, relatórios por IA e centenas de modelos de relatórios; entre outras. (Microsoft, s.d.).

O software *Power BI* foi desenvolvido a partir de uma série de funcionalidades avançadas do *Microsoft Excel*, sendo as três principais: *Power Query*, *Power Pivot* e *Power View*. Através do *Power Query*, é possível importar ou conectar dados provenientes de fontes externas e consequentemente, transformar esses dados, que podem ser manipulados através de *pivot tables* e gráficos. O *Power Pivot* serve essencialmente para modelar dados, ao estabelecer relações entre tabelas, efetuar cálculos através da linguagem DAX (*Data Analysis Expressions*) para tornar os dados ainda mais precisos ao utilizar fórmulas ou expressões. O *Power View* é

utilizado para obter visualizações interativas. (Becker & Gould, 2019. citado por (Ribeiro, 2023))

No mercado, a plataforma agrega vários elementos que, regra geral, trabalham em simultâneo, destacando-se as seguintes noções (Microsoft, s.d.):

- Uma aplicação da área de trabalho do *Windows* chamada *Power BI Desktop*;
- Um serviço de *software* como serviço (SaaS) *online* chamado serviço *Power BI*;
- Aplicações do *Power BI Mobile* para dispositivos *Windows*, *iOS* e *Android*.

A seguinte imagem ilustra o aspeto dos conceitos mencionados (Microsoft, s.d.):

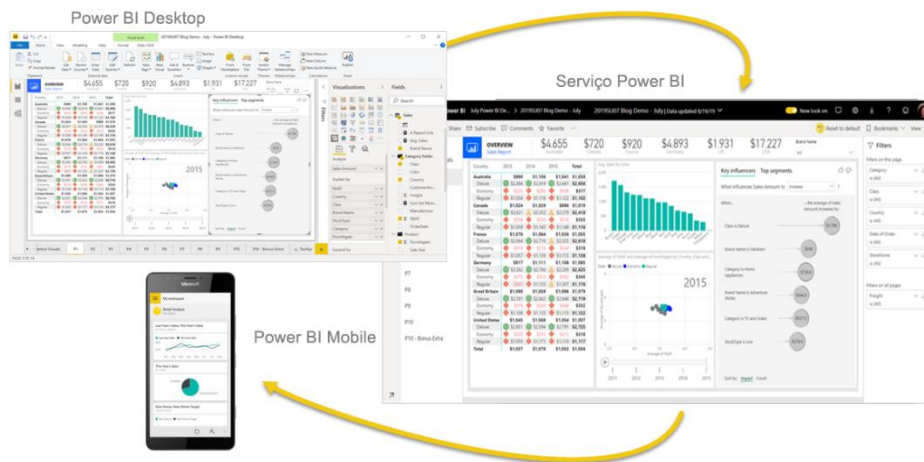


Figura 17- Elementos do Power Bi (Fonte: (Microsoft, s.d.))

A seguinte figura 19 visa sintetizar o funcionamento do *Power Bi*:

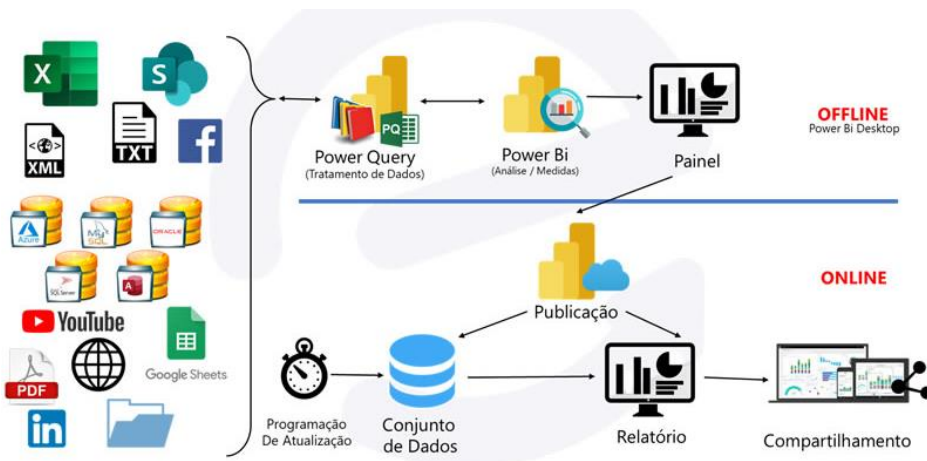


Figura 18 - Síntese de funcionamento do Power Bi (Fonte: *Google Photos*)

O *Power BI Desktop* é a aplicação gratuita que se instala no computador, permitindo que o utilizador realize as diversas funções abordadas anteriormente.

Para este, há três modos de exibição disponíveis:

- Relatório: criação de relatórios e elementos visuais;
- Dados: visualização das tabelas e outros dados usados no modelo de dados associado ao relatório.
- Modelo: visualização e gestão das relações entre as tabelas do modelo de dados.

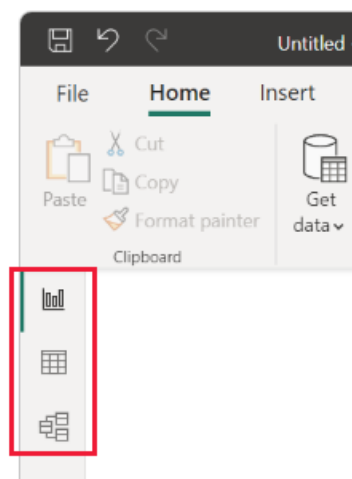


Figura 19 - Modos de exibição no Power BI

A plataforma suporta uma conexão de vastas fontes de dados, de diversos formatos ao qual se conectada para extrair os dados.

A janela “Obter Dados” é exibida, mostrando as várias categorias às quais o *Power Bi Desktop* se pode conectar. (Microsoft, s.d.).

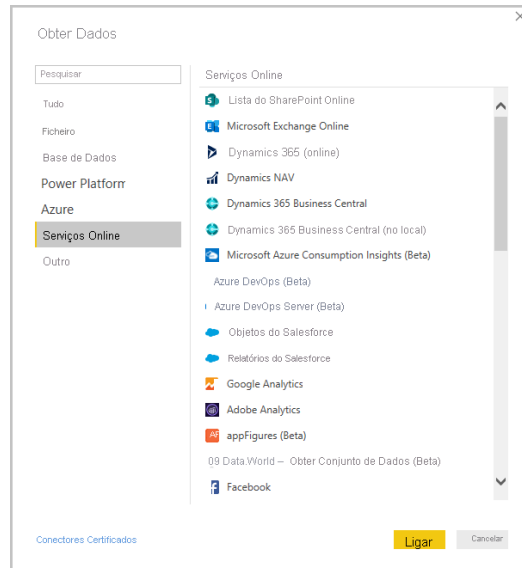


Figura 20-Inserção de dados no Power BI

Após a extração dos dados, existe a possibilidade de limpar e transformar os mesmos, usando o *Power Query*. Nesta janela faz-se as alterações necessárias, tais como remover colunas, combinar dados de diferentes fontes, etc. Do lado direito são apresentados os passos realizados, sendo possível a eliminação de alguns, caso seja pretendido.

Apresenta-se a janela do *Power Query*:

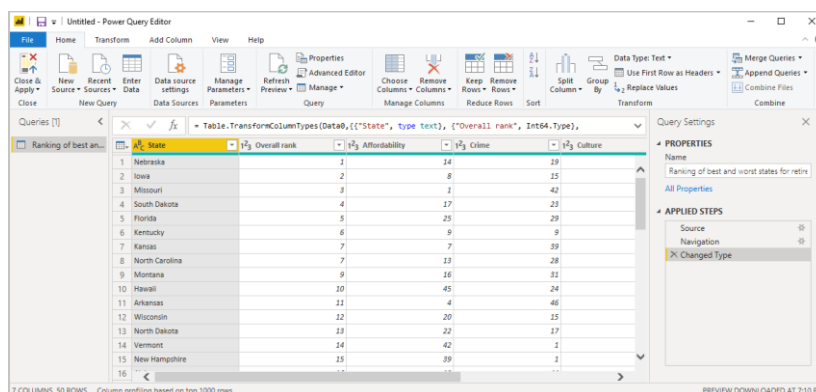


Figura 21-Power Query

Depois de os dados se encontrarem organizados como pretendido, segue-se para a criação de relatórios.

No painel de “Visualizações”, selecionando o ícone “Criar Visual”, é possível elaborar diferentes gráficos, tabelas, diagramas, etc., bem como alterar o formato de letras, cores e outras características dos mesmos.

O conjunto destes elementos visuais, constituem então o chamado Relatório, conforme se apresenta o exemplo seguinte:

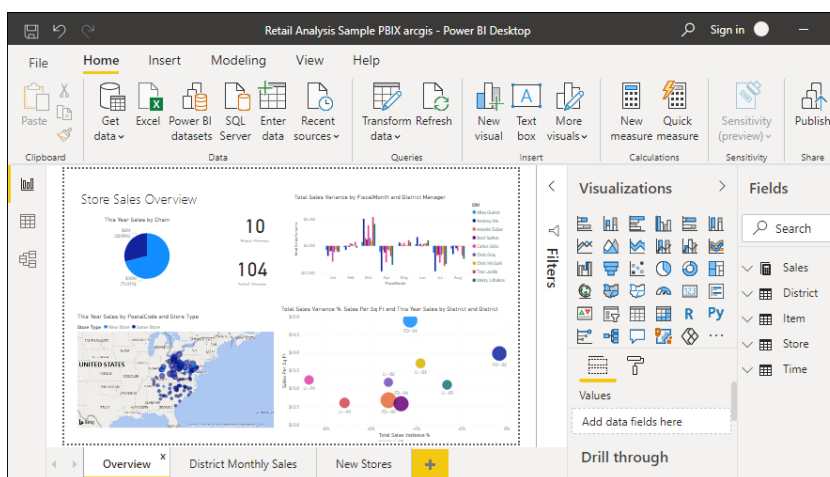


Figura 22-Criação de um relatório no Power BI

Finalmente, o relatório poderá ser compartilhado.

O mesmo é publicado no serviço do *Power BI* como se apresenta na seguinte imagem e, posteriormente, disponibilizado para o utilizador pretendido, que contenha uma licença.

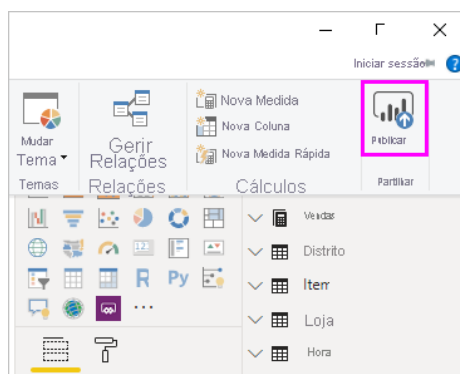


Figura 23-Publicação do Relatório no Power BI

O *Power BI* permite que os utilizadores consigam ter uma visão completa acerca dos indicadores mais relevantes dos seus negócios, ou apresentar resultados aos clientes de forma mais organizada e apelativa, os quais são publicados num só local, atualizados a tempo real, de uma maneira simples e eficiente.

Para aceder a essas informações é possível fazê-lo através de *smartphones*, *tablets* e computadores, permitindo à organização alcançar maiores níveis de produtividade e eficácia no processo de digitalização.

2.4 Processos de Ligação

Além do conceito de digitalização e criação de *dashboards* interativas por meio de ferramentas de análise e visualização de dados, foi necessária uma pesquisa para avaliar uma solução que permitisse a integração de novos parâmetros/informações num modelo *3D Revit*, em prol do objetivo de incluir estes elementos no relatório final, como descrito no Capítulo “Introdução”.

A pesquisa resultou nas seguintes opções.

2.4.1 Dynamo

O *Dynamo* é uma extensão visual de programação para *softwares* de modelação paramétrica e BIM, incluindo o *Autodesk Revit*. Oferece uma interface gráfica baseada em nós que permite aos utilizadores a criação de *scripts* para automatizar tarefas, manipular dados e explorar algoritmos de design. É especialmente útil no contexto de design computacional, automação de fluxos de trabalho e integração de dados em projetos BIM.

O *Dynamo* oferece aos utilizadores da indústria AEC uma maneira de explorar parâmetros detalhados, projetar e ampliar os recursos BIM sem terem de entender uma linguagem de programação típica. Em vez das linhas de código habituais, o *Dynamo* apresenta a programação gráfica. (Autodesk Inc, 2017).

Cada nó tem um propósito, uma funcionalidade. Arrastando e soltando esses nós e ligando-os a outros nós através de fios de conexão, é possível criar um fluxo de trabalho lógico. Estes fios são conectados aos diferentes nós através de portas de entrada e saída que, como o nome sugere, são usados para apresentar e extrair informações de nós. Estes podem variar, desde a criação de números simples e texto, até a criação de geometrias complexas, funções matemáticas e substituições paramétricas no interior do *Revit*. (Francisco Faria, 2017).

2.4.2 Revit API:

A *Revit API* (*Application Programming Interface*) é uma interface de programação fornecida pela *Autodesk* para o *software Revit*. A API permite que os utilizadores criem *sprints* e *plug-ins* através

de linguagem em #C para automatizar tarefas, interagir com elementos do modelo e ampliar as funcionalidades padrão do *Revit*.

É, então, desenvolvido um código que faz automaticamente a exportação da informação do projeto por elementos, organizando por categorias, para um ficheiro Excel. Neste ficheiro é criado uma folha de cálculo para cada categoria, listando os parâmetros associados a cada elemento do projeto, podendo proceder a uma atualização da informação e importar de novo para o projeto. (António Pinto, 2017).

Tabela 3- Comparação entre o Dynamo e Revit API #C

Dynamo	<ul style="list-style-type: none"> -Boa interface visual; -Fácil interação e compreensão; -Execução de tarefas/ações de uma forma automática; -Criação de nós personalizáveis; -Rápida execução do script; 	<ul style="list-style-type: none"> -As funções dos nós correm em paralelo; -Uma vez executado, o <i>script</i> precisa de ser reiniciado/alterado para voltar a ser executado.
Revit API #C	<ul style="list-style-type: none"> -Permite a criação de aplicações para tarefas específicas; -Rápida execução do script; 	<ul style="list-style-type: none"> -Necessário conhecer a linguagem #C para programar.

2.5 Âmbito Laboratorial

Para a realização do presente trabalho e tendo em consideração o caso de estudo atribuído, foram destacados alguns ensaios dentro dos serviços da empresa SENQUAL.

Neste capítulo é feita uma revisão bibliográfica de forma genérica e resumida sobre os mesmos, a fim de uma maior familiarização com os resultados que se usara para o objetivo.

As apresentações de fotos reais advêm de visitas realizadas à obra para acompanhamento dos ensaios.

2.5.1 Ensaios de betão

Os ensaios de betão são procedimentos essenciais na engenharia civil para avaliar as propriedades e qualidade do mesmo, quando utilizado em obras. São realizados em diferentes etapas da obra: desde a escolha dos materiais e a dosagem da mistura até ao acompanhamento

do endurecimento e verificações do betão endurecido. Na SENQUAL são realizados cerca de 54 ensaios de betão, dos quais se destacaram, considerando o caso de estudo, aqueles que se apresentam de seguida.

2.5.1.1 Ensaio de Resistência À Compressão Do Betão

O betão é geralmente classificado, pelas normas nacionais e internacionais, de acordo com a sua resistência à compressão.

A resistência à compressão é das propriedades do betão mais utilizada para o dimensionamento das estruturas de betão armado. Esta pode ser determinada pelo ensaio de carotes extraídos de estruturas existentes e/ou do ensaio em laboratório de provetes normalizados. (Ribeiro A. J., 2019).

Neste subcapítulo abordar-se-á as metodologias e procedimento do ensaio de provetes para a determinação da resistência à compressão, seccionando-se por passos.

O princípio é ensaiar os mesmos até à rotura numa máquina de ensaio de compressão e de acordo com a norma NP EN 12390-3, regista-se a carga máxima suportada por um destes e calcula-se a resistência à compressão do betão. (Ribeiro A. J., 2019).

Resistência

Importa iniciar com as seguintes generalidades segundo o Eurocódigo 2.

A tensão de rotura do betão à compressão é designada por classes de resistência do betão relacionadas com o valor característico (quantilho de 5 %) da resistência à compressão referido a provetes cilíndricos, f_{ck} , ou a provetes cúbicos, $f_{ck,cube}$.

Neste Eurocódigo, as classes de resistência baseiam-se no valor característico da resistência referido a provetes cilíndricos, f_{ck} , determinado aos 28 dias, compatível com um valor máximo C_{max} .

Os valores característicos da resistência f_{ck} e as correspondentes características mecânicas necessárias para o cálculo estão indicadas no quadro numerado como Quadro 3.1.no referido Eurocódigo, NP EN 1992-1-1:

Tabela 5-Classes de Resistência do Betão

Classes de resistência do betão														Expressão analítica /Comentários	
f_{tk} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{tk,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{tk} + 8$ (MPa)
f_{cm} (MPa)	1.6	1.9	2.2	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	$f_{cm} = 0.30 \times f_{tk}^{(2/3)} \leq C50/60$ $f_{cm} = 2.12 \ln(1 + (f_{tk}/10)) > C50/60$
$f_{tk,0.05}$ (MPa)	1.1	1.3	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	2.9	3.0	3.1	3.2	3.4	3.5	$f_{tk,0.05} = 0.7 \times f_{cm}$ quantilho de 5 %
$f_{tk,0.95}$ (MPa)	2.0	2.5	2.9	3.3	3.8	4.2	4.6	4.9	5.3	5.5	5.7	6.0	6.3	6.6	$f_{tk,0.95} = 1.3 \times f_{cm}$ quantilho de 95 %
E_{cm} (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm} = 22[(f_{cm}/10)]^{0.2}$ (f_{cm} em MPa)
ϵ_{t1} (‰)	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.25	2.3	2.4	2.45	2.5	2.6	2.7	2.8	2.8	ver a Figura 3.2 $\epsilon_{t1}^{(t_{10})} = 0.7 f_{cm}^{0.31} \leq 2.8$
ϵ_{t1} (‰)	3.5									3.2	3.0	2.8	2.8	2.8	ver a Figura 3.2 para $f_{tk} \geq 50$ MPa $\epsilon_{t1}^{(t_{10})} = 2.8 + 27[(98 - f_{tk})/100]^4$
ϵ_{t2} (‰)	2.0									2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	ver a Figura 3.3 para $f_{tk} \geq 50$ MPa $\epsilon_{t2}^{(t_{10})} = 2.0 + 0.085(f_{tk} - 50)^{0.33}$
ϵ_{t2} (‰)	3.5									3.1	2.9	2.7	2.6	2.6	ver a Figura 3.3 para $f_{tk} \geq 50$ MPa $\epsilon_{t2}^{(t_{10})} = 2.6 + 35[(90 - f_{tk})/100]^4$
n	2.0									1.75	1.6	1.45	1.4	1.4	para $f_{tk} \geq 50$ MPa $n = 1.4 + 23.4[(90 - f_{tk})/100]^4$
ϵ_{t3} (‰)	1.75									1.8	1.9	2.0	2.2	2.3	ver a Figura 3.4 para $f_{tk} \geq 50$ MPa $\epsilon_{t3}^{(t_{10})} = 1.75 + 0.55[(f_{tk} - 50)/40]$
ϵ_{t3} (‰)	3.5									3.1	2.9	2.7	2.6	2.6	ver a Figura 3.4 para $f_{tk} \geq 50$ MPa $\epsilon_{t3}^{(t_{10})} = 2.6 + 35[(90 - f_{tk})/100]^4$

Procedimento de ensaio

1º) Preparação dos Provetes.

A seguinte tabela resume as normas principais a considerar nesta etapa.

NP EN 12390-1	Ensaio de betão endurecido parte 1: Forma, dimensões e outros requisitos para o ensaio de provetes e para os moldes.
NP EN 12390-2	Ensaio de betão endurecido parte 2: Execução e cura de provetes para ensaios de resistência mecânica.

NP EN 12504-1	Ensaio de betão nas estruturas parte 1: Carotes. Extração, exame e ensaio à compressão.
---------------	-----------------------------------------------------------------------------------------

Tabela 6-Normas usadas na Preparação dos Provetes

-Os provetes podem ser cubos, carotes (cilindros) ou prismas. As normas mencionadas descrevem a forma como estes são executados e quais as condições para a cura.

-Para cubos e primas, o betão fresco é colocado nos moldes em camadas, sendo cada uma destas compactada com uma haste ou através de vibração para remover bolhas de ar e assegurar uma boa homogeneidade do betão. As dimensões dos respetivos moldes são especificadas na norma NP EN 12390-1.



Figura 24-Foto do processo de preparação dos cubos em obra

-Para carotes, é feita a sua extração com o equipamento próprio, em elementos estruturais de betão endurecido, como lajes, vigas, pilares ou paredes, seguindo o que se apresenta estipulado na norma NP EN 12504-1.

-Os provetes são mantidos no molde pelo menos 16h, mas não mais de três dias, protegidos contra choques, vibrações e desidratação à temperatura de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ou $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ em climas quentes. Após esse período, os cubos/prismas são desmoldados e colocados num tanque de cura até imediatamente antes do ensaio, em água à temperatura de $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ e a humidade relativa $\geq 95\%$.

-Os carotes, após a extração, são cortados e retificados.

-Os provetes são verificados quanto à planeza, perpendicularidade e dimensões. A NP EN 12390-3 apresenta um anexo B que descreve qual o procedimento para ensaiar provetes com dimensões fora das dimensões designadas.

2º) Ensaio.

-O procedimento do presente ensaio segue a norma NP EN 12390-3.

-Os provetes são colocados de forma centrada nas máquinas, que se apresentam conforme com a NP EN 12390-4.

-Previamente ao posicionamento dos mesmos na prensa, devem ser removidos quaisquer resíduos ou material estranho das superfícies dos pratos da máquina de ensaio.

-A carga aplicada perpendicularmente à direção de moldagem, deve ser aplicada a uma velocidade constante, dentro do intervalo $(0.6 \pm 0.2) \text{ MPa/s}$, sem choques, aumentando-a de forma contínua, até à rotura e por fim registar a carga máxima de rotura F (N) e tipo de rotura.

-Verifica-se que a resistência cilíndrica é da ordem de 0.80 da resistência cúbica, com provetes formados a partir de betões da mesma família.

3º) Análise.

Verifica-se se a rotura é satisfatória.



Figura 25-Exemplos de algumas roturas satisfatórias de provetes cúbicos e cilíndricos

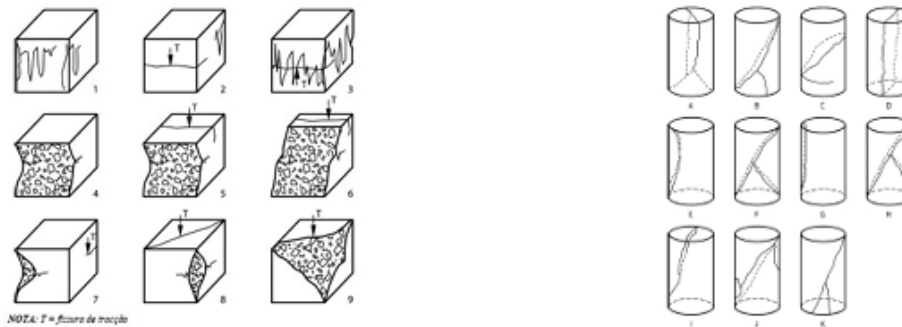


Figura 26-Exemplos de algumas roturas não satisfatórias de provetes cúbicos e cilíndricos

-A resistência à compressão é dada pela equação:

$$f_c = \frac{F}{Ac}$$

Em que:

f_c - Resistência à compressão;

F - Carga máxima de rotura;

Ac - Área da secção transversal do provete na qual a força de compressão foi aplicada;

2.5.1.2 Ensaio de Abaixamento (*Slump Test*)

Trabalhabilidade

Designa-se por trabalhabilidade a maior ou menor facilidade com que o betão, depois de aplicado, se consegue deslocar sob o seu próprio peso e preencher todos os espaços na cofragem, tornando-se homogêneo e sem falhas. Este é um conceito relativo uma vez que é avaliado com recurso a inúmeros ensaios e parâmetros. Admite-se que a qualidade do produto final está fortemente dependente das qualidades e propriedades apresentadas no seu estado fresco.

O ensaio de abaixamento (*Slump Test*) tem como objetivo medir a consistência do betão, característica que está relacionada com a trabalhabilidade do betão. O ensaio segue as normas NP EN 12350-2

Neste ensaio o betão fresco é compactado no interior de um molde com a forma tronco-cónica.

Quando o cone é removido subindo-o, o abaixamento do betão estabelece a medida de sua consistência. (Coutinho, 2003).

Procedimento de ensaio

1º) Humedecer o molde e a placa/superfície e colocar o molde na placa/superfície horizontal. Durante o enchimento do molde, mantê-lo fixo contra a placa/superfície com os elementos de fixação ou com os pés sobre as abas.

2º) Encher o molde em três camadas, cada uma com aproximadamente um terço da altura do molde quando compactado. Compactar cada camada com 25 pancadas através do varão de compactação.

3º) Levantamento do molde após rasar a superfície de betão. Medir e registar o abaixamento h , determinando a diferença entre a altura do molde e o ponto mais alto do provete que assentou.

(Coutinho, 2003).



Figura 27-Ensaio de Abaixamento

Se o provete se deformar deve colher-se outra amostra e repetir o procedimento. Se em dois ensaios consecutivos se verificar deformação de uma porção de betão da massa do provete, o betão não apresenta a plasticidade e coesão adequadas a este ensaio (Faria, 2017).

Este é um ensaio usualmente realizado no controlo do betão em obra, sendo retiradas amostras à chegada dos camiões de betão à obra. (Faria, 2017).

Quando a consistência do betão for classificada, aplica-se a seguinte tabela (Faria, 2017): (EN 206)

Tabela 7-Classe de abaixamento. (EN 206)

Classe	Abaixamento em mm
S1	10 a 40
S2	50 a 90
S3	100 a 150
S4	160 a 210
S5	≥220



Figura 28-Foto ao Ensaio de Slump realizado em obra (medição do abaixamento)

2.5.1.3 Ensaio de Determinação da Dosagem de Fibras

O presente ensaio procede-se de acordo com a norma NP EN 14488-7. Neste extraem-se fibras de uma amostra de betão endurecido (método A) ou de betão fresco (Método B), determinando-se a dosagem de fibras a partir da massa destas e do volume da amostra de betão.

Uma vez que o caso de estudo que se apresenta em capítulos seguintes remete para a utilização de resultados deste ensaio pelo método B, descreve-se o procedimento direcionado para este.

Procedimento de ensaio

1º) Preparação dos Provetes

-O ensaio é realizado em recipiente metálico com capacidade > 3l, recolhendo-se a amostra para dentro do mesmo.

2º) Ensaio

-Retirar as fibras por lavagem da amostra de betão. O betão deve ser colocado num paneiro ou num sistema de filtro onde o cimento e outros materiais finos possam ser eliminados por lavagem de modo a separar as fibras da massa.

-As fibras devem ser limpas, secas e então pesadas com aproximação a 0,1g para fibras de aço ou 0,01 g para fibras poliméricas.



Figura 29-Separação das fibras metálicas no ensaio de determinação da dosagem de fibras em obra, usando íman

3º) Resultados

A dosagem de fibras é calculada a partir da massa de fibras determinada e do volume da amostra, segundo a fórmula:

$$C_f = \frac{m_f \times 1000}{V_d}, \text{ em que:}$$

Em que:

C_f - Dosagem de fibras em kg/m^3 ;

m_f - Massa das fibras extraídas do provete em g;

V_d - Volume do provete em m^3 ;

2.5.1.4 Ensaio de Resistência à Tração por Flexão (LOP e Resistência Residual)

A resistência à tração é uma característica importante do betão em fenómenos tais como a fendilhação e a aderência das armaduras. Esta característica mecânica pode ser medida diretamente em provetes prismáticos tracionados ou medida indiretamente por flexão de prismas ou compressão diametral de cilindros, tal como é exemplificado na Figura 25, (Costa & Appleton, 2002, citado por (Faria, 2017)).

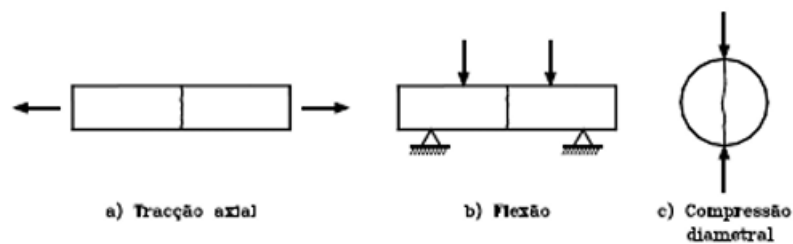


Figura 30-Métodos para medir a resistência do betão à tração

Relativamente ao ensaio de determinação da resistência à tração por flexão, este é um ensaio especificamente desenvolvido para caracterizar o betão reforçado com fibras de aço e para obter parâmetros de projeto.

Procedimento

1º) Preparação dos Provetes.

-Salvo indicações em contrário, os provetes devem ser fabricados e curados em conformidade com a norma EN 14651.

-Devem permanecer nos moldes durante pelo menos 16 horas, mas não mais de 3 dias, protegidos do impacto, da vibração e da secagem a uma temperatura de 20 ± 5 °C. (Harex, 2023)

-Depois de retirados do molde, os provetes são rodados 90° e, em seguida, serrados ao longo da largura do provete a meio do vão. A largura do entalhe não deve exceder 5mm. (Harex, 2023)

-As amostras devem ser deixadas a curar, pelo menos, 3 dias depois de serem serradas até 3 horas antes do ensaio, em água a uma temperatura de 20 ± 2 °C ou numa câmara climática a 20 ± 2 °C e com uma humidade relativa de pelo menos 95%. (Harex, 2023)

-Os provetes devem ter uma secção transversal de 150mm x 150mm e o comprimento pode ser entre 550mm e 700mm.

2º) Ensaio.

-O ensaio deve ser efetuado após 28 dias.

-Existem dois métodos:

No primeiro método, a abertura da fenda (ou entalhe) é medido colocando um transdutor de deslocamento ao longo do eixo longitudinal dentro do entalhe (CMOD- *Crack Mouth Opening Displacement*). (Harex, 2023)

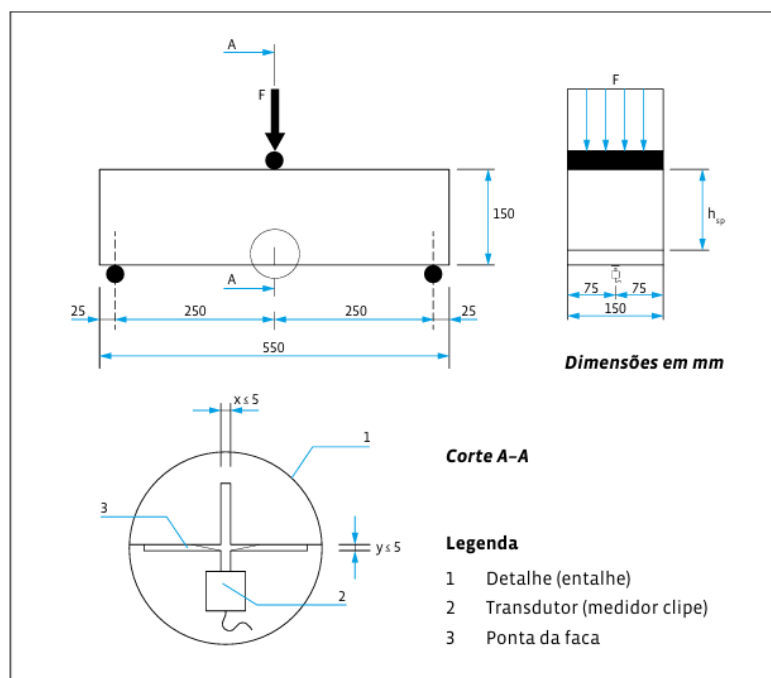


Figura 31-Disposição típica para medir o CMOD

No segundo método, a deflexão é medida fixando um transdutor de deslocamento à parte inferior da amostra, que deve ser fixada a uma estrutura rígida no centro da altura do

componente na amostra acima dos suportes. Um lado da estrutura deve ser fixado à amostra com um dispositivo que permita deslizamento e o outro com uma rótula. Uma vez que o transdutor de deslocamento é para medir a deflexão, uma placa fina pode ser fixada numa extremidade a meio da largura sobre a abertura do entalhe no ponto de medição. (Harex, 2023)

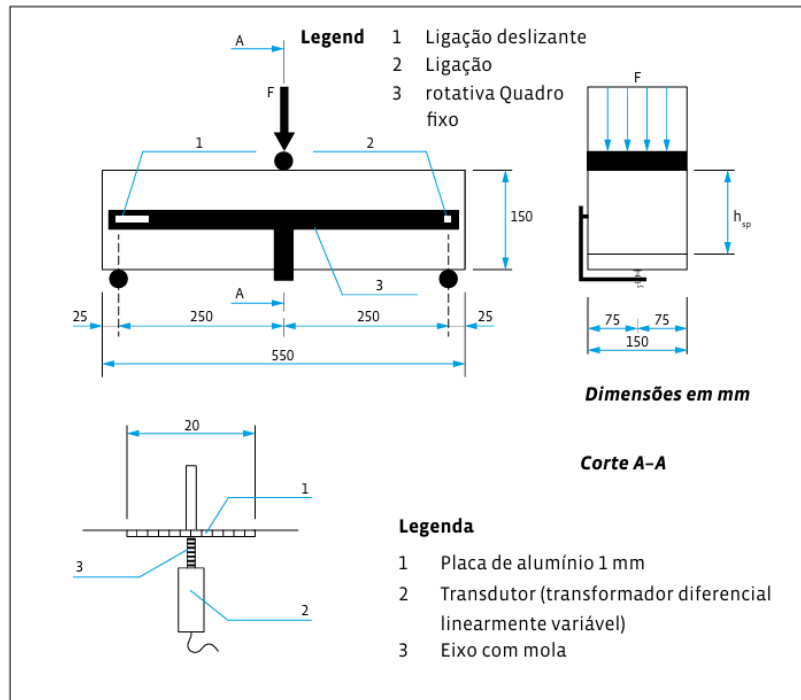


Figura 32-Disposição típica para medir a deflexão

-Ao realizar o ensaio com controlo da abertura da fenda (CMOD), a máquina deve ser controlada com uma velocidade constante de abertura da fenda (CMOD) de 0,05 mm/min até uma abertura de fenda CMOD de 0,1 mm. A partir de CMOD de 0,1 mm, o CMOD pode aumentar a uma velocidade de 0,2 mm/min. (Harex, 2023)

-A frequência de registo da carga e do CMOD associado deve ser igual ou superior a 5 Hz nos primeiros dois minutos do ensaio e igual ou superior a 1 Hz nos minutos seguintes. (Harex, 2023)

-O ensaio deve ser efetuado, pelo menos, até um valor de CMOD de 4 mm e não deve ser terminado antes desse momento. (Harex, 2023)

3^o) Resultados.

Na avaliação de acordo com a norma EN 14651, o Limite de Proporcionalidade (LOP)   determinado:

$$f_{ct,L}^f = \frac{3 \times F_L \times l}{2 \times b \times h_{sp}^2}, \text{ em que:}$$

$f_{ct,L}^f$ - Limite de Proporcionalidade (N/mm^2)

F_L - Carga correspondente ao Limite de Proporcionalidade (N)

l - Comprimento do vão (mm)

b - Largura da amostra

h_{sp}^2 - Distância entre a ponta da indentação e a parte superior da amostra (mm).

Para além do limite de proporcionalidade, resistência residual à tração por flexão $f_{R,j}$ é também determinada arredondando para 0,1 N/mm^2 .

$$f_{R,j} = \frac{3 \times F_j \times l}{2 \times b \times h_{sp}^2}, \text{ em que:}$$

$f_{R,j}$ - Resistência residual à tração por flexão (N/mm^2) pertencente ao CMOD= CMOD_j ou $\epsilon = \epsilon_j$ (j =1,2,3,4)

F_j - Carga (N)

l - Comprimento do vão (mm) associada ao CMOD= CMOD_j ou $\epsilon = \epsilon_j$ (j =1,2,3,4)

b - Largura da amostra

h_{sp}^2 - Distância entre a ponta da indentação e a parte superior da amostra (mm).

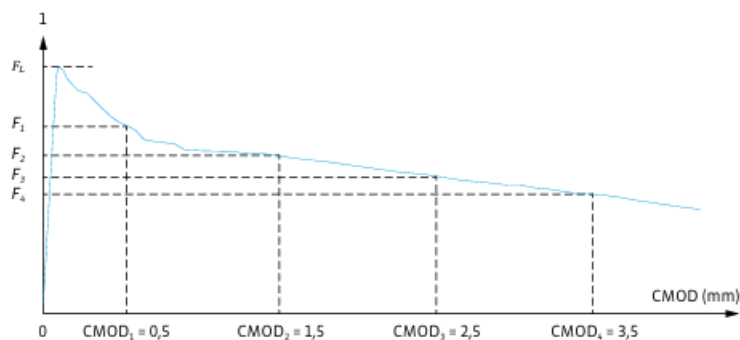


Figura 33-Diagrama carga-CMOD e F_j (j =1,2,3,4) ref

2.5.2 Ensaios Geotécnicos

2.5.2.1. Ensaio de Carga em Placa

O ensaio de carga em placa é um método geotécnico utilizado para avaliar a capacidade de suporte do solo e o comportamento de fundações superficiais.

Procedimento

1º) Preparação do terreno.

Limpeza da área, removendo materiais soltos ou orgânicos e nivelção da superfície.

2º) Ensaio.

Este ensaio segue as normas NF P 94-117-1:2000.

Antes da iniciação do procedimento, é necessário o registo das características do equipamento, das condições ambientais, das características do local e das cargas.

-Começa-se por colocar a placa de carga no centro da área preparada, garantindo que esta se encontra nivelada e em pleno contacto com o solo.

-De seguida, posiciona-se o macaco sobre a mesma, com a instalação de um veículo pesado como base de reacção.

-Conecta-se o sistema de aplicação de carga à célula de carga ou manómetro para monitorar a carga aplicada.

-Coloca-se os comparadores em posições equidistantes ao redor da placa para medir a deformação vertical.

-Em cada patamar de carga, regista-se a leitura dos dispositivos de medição após um período de estabilização.

-Após atingir a carga máxima, reduz-se a carga e regista-se a deformação até estabilizar.

-A norma prevê a realização de 2 ciclos de carga.

3º) Resultados.

O cálculo do Módulo de Deformação é realizado para cada ciclo de carga, segundo a expressão:

$$EV = 0.736 \times p \times \frac{d}{z}, (\text{considerando o coeficiente de Poisson igual a } 0,25)$$

Em que:

EV – módulo de deformação (MPa).

p – tensão transmitida pela placa (MPa).

d – diâmetro da placa (mm).

z – deformação (mm).

Após os resultados de EV_1 e EV_2 , é calculada a relação EV_2/EV_1 .

2.5.2.1 Ensaio de Controlo de Compactação

O ensaio de controlo de compactação com gamadensímetro é utilizado para avaliar a densidade do solo compactado em campo, permitindo verificar se a compactação atende às especificações do projeto. Este método é rápido e não destrutivo, sendo amplamente utilizados em projetos de terraplanagem, pavimentação e construções de fundações.

Procedimento

1º) Preparação do local de ensaio.

Após a escolha de uma área representativa da secção compactada a ser testada, a superfície é limpa de quaisquer detritos soltos. Esta é nivelada de modo a garantir o melhor contacto possível entre o gamadensímetro e o solo.

2º) Ensaio.

Este ensaio é realizado conforme a norma ASTM D6938-17.

-Após a colocação do gamadensímetro, este é ligado e seleciona-se o modo de medição (superficial ou em profundidade)

-Inicia-se a medição e aguarda-se até que o equipamento complete a contagem e exiba os resultados.

-Regista-se os valores de baridade húmida (kg/m³) e de teor em água (%).

3º) Resultados.

O cálculo da baridade seca é obtido pela expressão:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + \frac{W}{100}}$$

Em que:

ρ_d (kg/m³) - baridade seca

ρ (kg/m³) - baridade húmida

W (%) - teor em água

O grau de compactação é dado por $\rho_d/\rho_{dm\acute{a}x} \times 100$, comparando-se os valores com os especificados no projeto.



Figura 34-Foto do gamadensímetro usado em obra

3 Desenvolvimento

Neste capítulo é descrito o conjunto de tarefas que se realizou para a criação da *Dashboard* consoante os requisitos expressos no objetivo. Antes do mesmo, é realizada uma contextualização face ao estado atual de digitalização na empresa SENQUAL, bem como feita uma revisão geral do procedimento de cada ensaio destacado no caso de estudo, que é igualmente exposto.

3.1 Contexto do software da SENQUAL

No capítulo 1.3 de “Objetivo e Exposição do Problema” refere-se a intenção de progresso tecnológico e de transição digital por parte da SENQUAL, mencionando-se o início do desenvolvimento de um software interno, nesse sentido.

Atualmente, a empresa apresenta uma forma tradicional de trabalho no que se refere ao processo da maioria dos ensaios realizados, recorrendo-se maioritariamente a papel, anotação manual de resultados e arquivo em capas físicas. O documento final entregue ao cliente consiste num *pdf* via email, proveniente do preenchimento de um ficheiro *excel*, para o qual existe um *template* do ensaio em questão. A necessidade de assinar o documento antes de este seguir para o destino final, obriga por vezes, à digitalização usual de conversão do documento físico para o computador.

O desenvolvimento do referido *software* visa otimizar vários aspetos relacionados com os mencionados, apresentando-se no final uma síntese, em formato de tabela.

Neste momento, o mesmo já se encontra em utilização, estando ainda restrito a apenas um ensaio, o Ensaio de Resistência à Compressão do Betão. Para este, após a inserção dos resultados nos campos do programa, o *excel* e o *pdf* finais, já são gerados automaticamente.

O acesso ao *software* é efetuado por meio de credenciais pessoais, sendo elas o Nome de Utilizador e a respetiva Palavra-Passe. De momento, existe a opção simplificada de *Viwer*, concedida aos técnicos, que possibilita apenas visualizar. Os serviços administrativos por sua vez, possuem um perfil onde além de ser possível consultar informações mais detalhas, é permitida a inserção de dados. Finalmente, a Engenheira responsável pela SENQUAL, contem credenciais para um perfil com a opção extra de assinar digitalmente.

Com o desenvolvimento do projeto proposto nesta dissertação, levanta-se a hipótese de futuramente existir um perfil pessoal para cada cliente, onde seja possibilitada a consulta dos resultados de todos os ensaios já realizados na empresa, referentes às obras apenas do cliente em questão.

Tabela 8-Contexto do software da SENQUAL já existente

Atualmente	Futuramente
<p>Os resultados anotados manualmente numa folha pelos técnicos, são entregues aos serviços administrativos que por sua vez os transcrevem para as folhas de <i>excel</i>.</p>	<p>A transcrição dos dados é feita pela equipa administrativa introduzindo os mesmos nos respetivos campos do <i>software</i>, sendo os ficheiros <i>excel</i> gerados automaticamente, economizando tempo.(como já acontece nos ensaios de betão)</p> <p>Em alternativa, a inserção pode ser feita diretamente pelos técnicos no <i>software</i> (reduzindo a margem de erro associada à transcrição) além da economia de tempo. Esta opção exige a existência de um computador/tablet em cada zona de ensaio.</p>
<p>A anotação das informações apontadas em obra e resultados dos ensaios são todas realizadas em papel físico.</p>	<p>Caso se verifique a segunda opção referida na linha acima, é diminuído o consumo de recursos físicos, contribuindo-se para a sustentabilidade.</p>
<p>Todas as folhas são arquivadas acumulando um conjunto de <i>dossiês</i> onde a informação se perde caso haja a falta de um papel.</p>	<p>Os dados poderão ficar todos armazenados numa nuvem, diminuindo a probabilidade de perdas de informação.</p>
<p>Os serviços administrativos têm como uma das suas funções diárias, o envio de emails para certos clientes com os resultados dos seus ensaios pedidos.</p>	<p>Com o <i>software</i>, uma hipótese podia passar pela automatização do envio do email para o respetivo cliente.</p> <p>Ou, caso haja a criação de perfis pessoais para os clientes, estes poderão consultar a plataforma ao invés do email.</p> <p>Isto resultaria numa menor probabilidade de esquecimento no envio de algum mail, bem como na otimização de tempo dos serviços administrativos ao suprimir essa tarefa. Por parte do cliente, o encontro da</p>

	informação seria mais rápido e intuitivo, tendo em consideração a acumulação ou eliminação de mails muitas vezes verificada.
Os clientes recebem os resultados em formato <i>pdf</i> , concentrando-se todas as informações do ensaio no mesmo ficheiro.	A inclusão de uma <i>dashboard</i> possibilita uma visualização mais apelativa, simplificada e a interação na mesma, possibilita selecionar rapidamente as informações concretas que se pretende consultar no momento.

3.2 Descrição do Caso de Estudo

Para a realização do presente trabalho, atribuiu-se um caso de estudo que apresentasse alguma variedade de ensaios realizados, tendo-se focado nos que foram abordados anteriormente. O mesmo trata-se de um armazém industrial de 27000 m^2 num parque logístico localizado no Porto. Apresenta-se de seguida imagens do mesmo, e o respetivo desenho em CAD no anexo I.



Figura 35-Caso de estudo



Figura 36-Foto interior do armazém

3.3 Metodologia

Apresenta-se de forma esquemática a metodologia utilizada ao longo do procedimento, descrito nos próximos capítulos, a fim da concretização do objetivo.

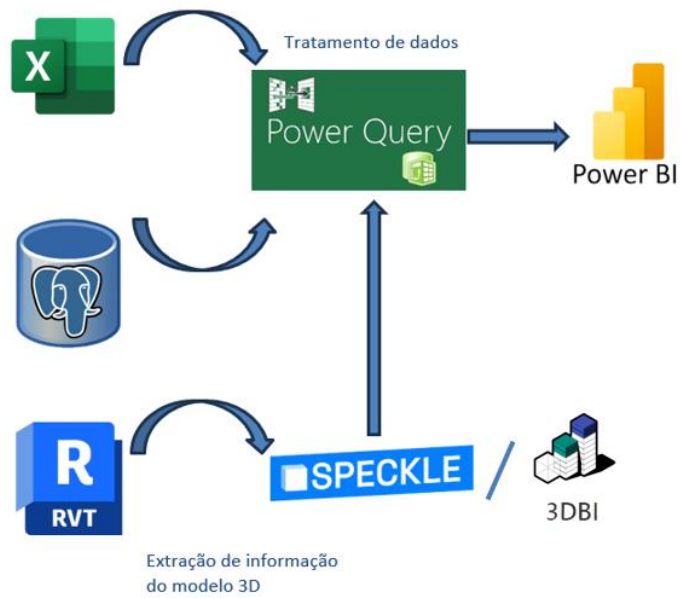


Figura 37- Fluxograma da Metodologia Utilizada

3.4 Elaboração das *Dashboards*

A implementação do Sistema ETL (abordado no capítulo anterior) é uma fase essencial para garantir que os dados utilizados no sistema de BI são os corretos e se encontram na forma certa para a sua utilização. Nesta secção, é demonstrado como foi implementado este processo, desde a extração dos dados, à transformação dos mesmos. Apresentam-se, também, etapas para a criação dos relatórios/*dashboards*.

Dado o estado atual exposto no subcapítulo “Contexto do Software da SENQUAL”, a fonte de extração de dados do ensaio de Resistência à Compressão, é diferente dos restantes. Apresenta-se de seguida, o processo de elaboração para cada *dashboard*.

3.4.1 Ensaio de Resistência à Compressão

Sendo o presente ensaio o único cujo processo já inclui a utilização do software, são apresentados anexos relacionados com o mesmo. O primeiro expõe um fluxograma que visa sintetizar as etapas para a elaboração do ensaio, proporcionando uma melhor contextualização. Os restantes expõem o painel de visualização do *software*.

A primeira fase de implementação do sistema ETL consiste na extração dos dados necessários das diversas fontes disponíveis.

Para este ensaio, apresenta-se primeiramente o método inicialmente abordado, usando como fonte de dados as folhas Excel e, de seguida, a fonte sendo a base de dados usada no *software* da empresa SENQUAL.

As folhas de Excel são nomeadas como “Boletins de Ensaio” e apresenta-se o conjunto dos que participaram na criação das *dashboards*, no anexo III.

Uma vez que este é dos ensaios mais recorrentes, foi testada a inserção de múltiplos boletins em simultâneo, correspondentes a diferentes localizações das amostras e datas de realização dos ensaios. Assim sendo, ao invés da opção “Livro do Excel” como se apresenta no ensaio seguinte, é necessário recorrer a “Obter Dados”, encontrando a opção “Pasta” e determinar o caminho, como se demonstra nas seguintes imagens. Esta tarefa permite a seleção conjunta de diferentes folhas de Excel, que quando carregadas, se juntam, realçando que o mesmo acontece por todas apresentarem a mesma estrutura interna.

Importa salientar que, todas as fontes não devem ser carregadas diretamente para o Power Bi, mas deve ser clicado o botão “ Transformação de Dados”, para que se tenha a certeza de que os mesmos estão corretos. Neste caso, como os boletins apresentam informações relevantes em “cabeçalhos”, ficando excluídas das tabelas “pré-feitas” pelo Power Bi, era obrigatória a utilização dessa opção.

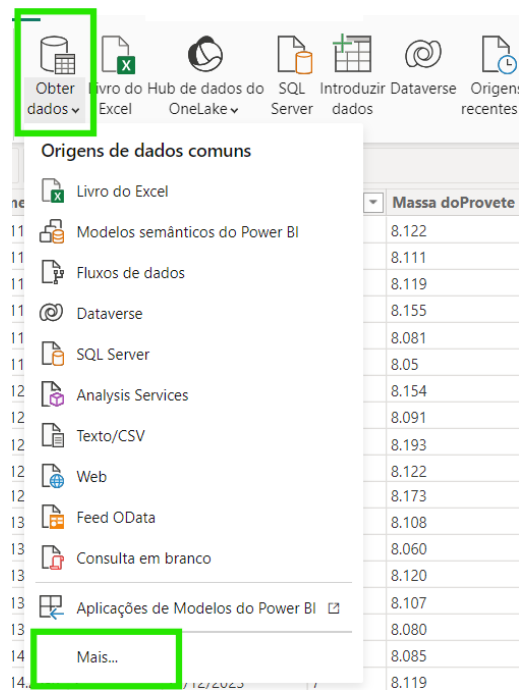


Figura 38-Extração de dados de uma Pasta (1)

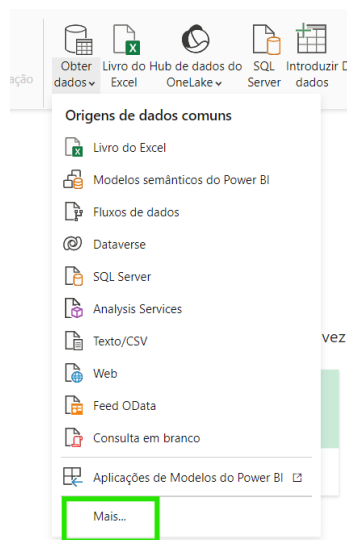


Figura 39-Extração de dados de uma Pasta (2)

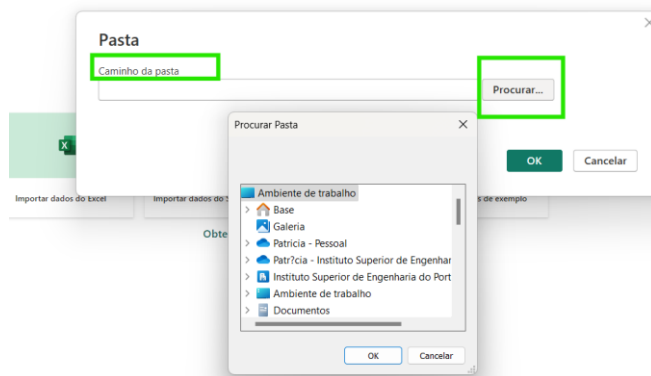
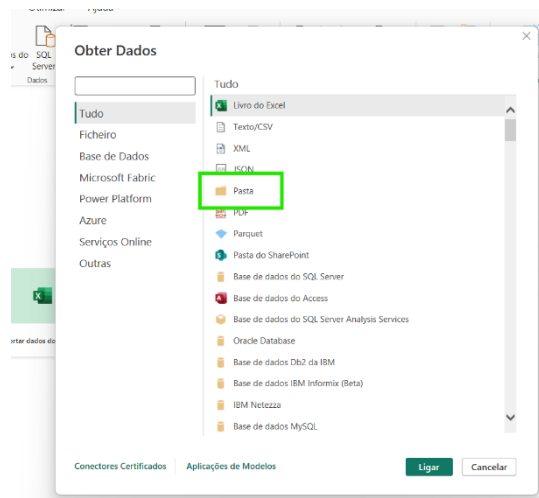


Figura 40-Extração de dados de uma Pasta (3)

Após a extração dos dados, procede-se então à transformação dos mesmos.

Conforme é possível observar nos anexos, os boletins deste ensaio apresentam duas tabelas, sendo a segunda uma precaução ao preenchimento total de linhas da primeira. Deste modo, é necessário ter em consideração a inclusão de ambas na estipulação da tabela final.

As alterações necessárias foram semelhantes nas duas, apresentando-se seguidamente os painéis de visualização de "Passos Aplicados". Este painel, tal como o nome indica, tem como função expor todas as opções realizadas durante o processo, até ao resultado. A hipótese de recuar/ desfazer alguma alteração realizada, também se apresenta neste, através da seleção do "x" que se faz visualizar ao colocar o cursor do rato em cima do passo em questão.

Aqui foram removidas algumas linhas em branco, filtradas outras para prevenir possíveis

registros nulos, bem como o mesmo em colunas, promoveu-se a cabeçalhos os títulos da primeira linha, renomeou-se alguns deles, entre outros.

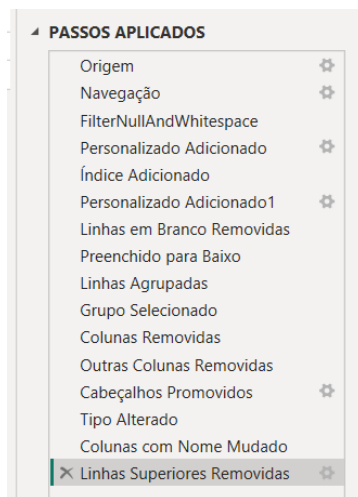


Figura 41-Operações de transformação na tabela 1

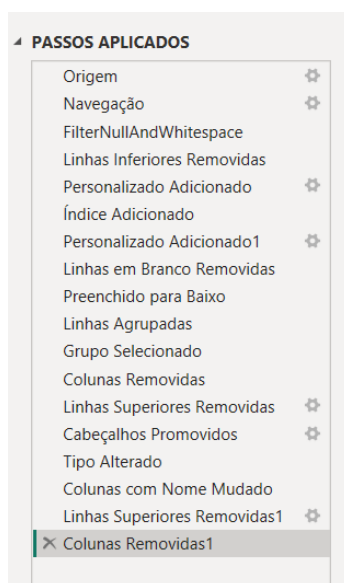


Figura 42-Operações de transformação na tabela 2

Uma vez que os parâmetros “Obra “, “Localização” e “Referências” são relevantes para inclusão na *dashboard*, foram ainda adicionadas duas tabelas onde se realizaram alterações a fim de isolar esses dados.

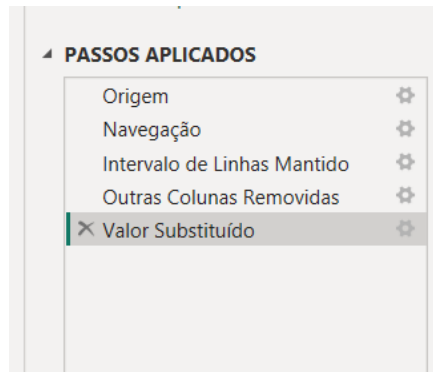


Figura 43-Operações de transformação na tabela_Obra

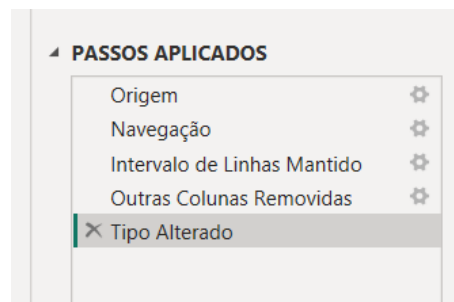


Figura 44-Operações de transformação na tabela_Localização

Posto isto, após realizar todas as transformações necessárias em todas as tabelas existentes, foi executado o carregamento utilizando o botão do menu “Fechar e Aplicar”, ficando os dados disponíveis para posterior desenvolvimento de visualização.

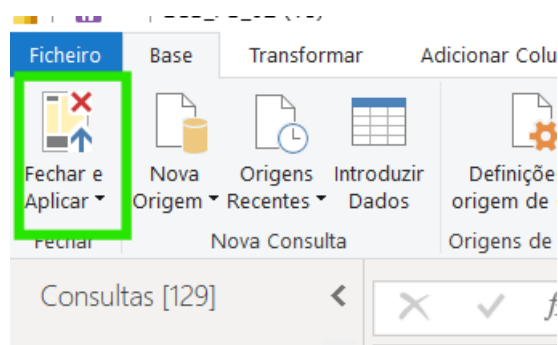


Figura 45-Carregamento dos dados de *Power Query* para *BI*

Com a tabela final estruturada, torna-se possível a realização da *dashboard*. Utilizando o painel de visualizações apresentado na figura 46, foram criados 4 filtros para a seleção da Obra, Localização, Idade e Referência do Ensaio a consultar, interligados à apresentação de resultados correspondentes, numa tabela, um gráfico circular e um gráfico de colunas.

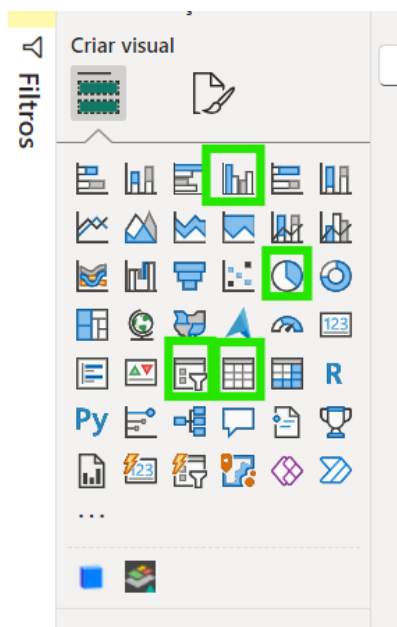


Figura 46-Painel de visualizações

Apresenta-se o resultado da *dashboard* nesta fase de desenvolvimento do trabalho, ressaltando que o espaço sem conteúdo é propositado para as tarefas do subcapítulo seguinte.

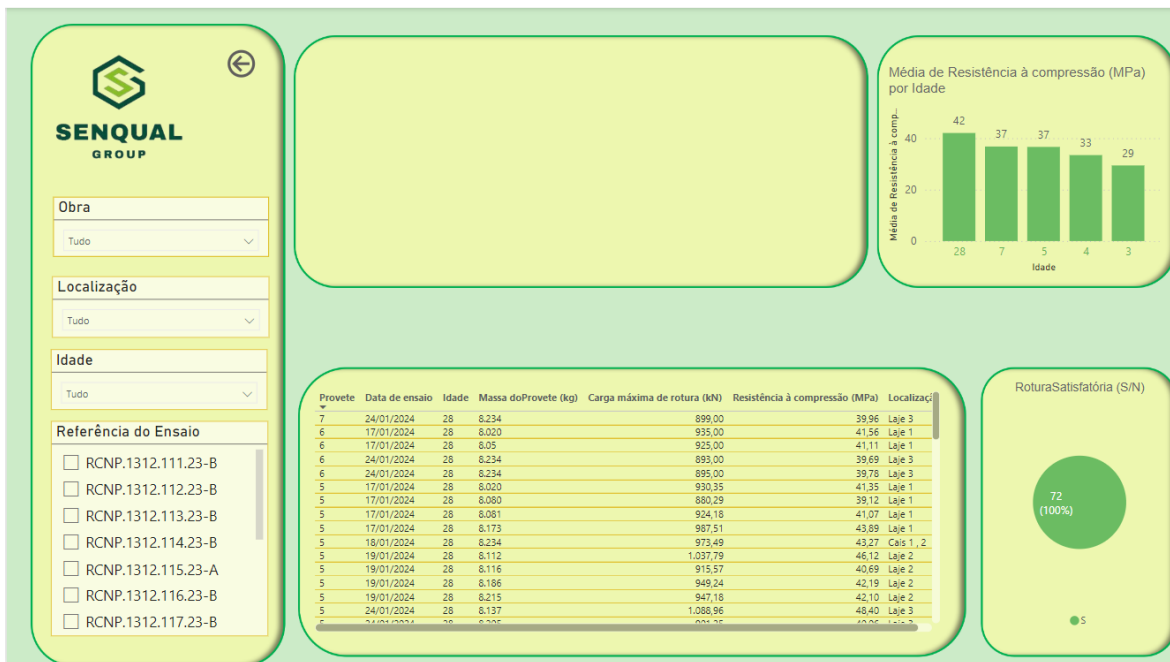


Figura 47-Dashboard do Ensaio de Resistência à Compressão do Betão

Ao selecionar a referência do ensaio que se pretende consultar, o gráfico de barras apresenta o valor da média de resistência de compressão do betão referente à idade do mesmo, em dias. Relativamente ao gráfico circular, este apresenta de forma intuitiva a percentagem de ensaios que apresentam uma rotura satisfatória.

Para elaboração do fundo apresentado na figura anterior, foi usado o *PowerPoint*. Foi criada a imagem com os ícones pretendidos num diapositivo, exportada, e carregada também através do painel de visualizações.

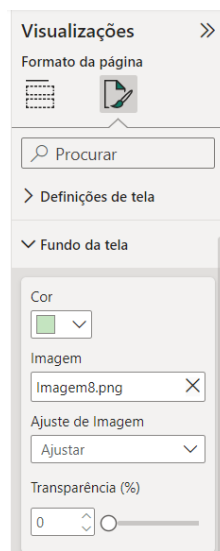


Figura 48-Inserção de fundo na Dashboard

Analisa-se, de seguida, a alternativa a este processo, pela inserção através da base de dados do software interno da empresa.

Antes da inserção propriamente dita, foi necessário entender a forma de acesso à base de dados, uma vez que a autora não estava familiarizada com programas desta área, nomeadamente, o PostgreSQL.

Assim, para o desenvolvimento desta tarefa, foi recebida uma base de dados pré-existente, criada pelo informático da SENQUAL, noutro ambiente, com os resultados reais da empresa. De forma a desenvolver a base de dados para utilização da mesma, foram seguidos os seguintes passos:

1-Criação da nova base de dados: É utilizado o sistema de gerenciamento de banco de dados para criar uma base de dados destinada a receber os dados fornecidos. É atribuída a nomeação pretendida.

2-Restauração da base de dados: De seguida, clicando no lado direito do rato com o cursor sob a base de dados criada, é aberta a janela “Restore”, onde se seleciona o tipo de formato do ficheiro que se pretende importar, seguido da importação do mesmo e onde se indica o número de trabalhos, que corresponde ao número de trabalhos de restauração necessários para garantir uma execução organizada e sequencial, devido à complexidade da base de dados transmitida.

3-Configuração dos roles- No PostgreSQL, um “role” é um perfil que pode representar um utilizador ou um grupo dos mesmos. Um role é responsável por definir as permissões de acesso e operar dentro do banco de dados. Os roles são essenciais para a gestão da segurança e autorizações. Deste modo, foi necessária a criação de um role específico com as permissões adequadas para a base de dados transmitida.

Os roles de utilizadores, permitem a autenticação e a execução de operações no banco de dados. Trazem mais segurança para o sistema pois assegura que apenas os utilizadores autorizados possam aceder e manipular dados, para proteger a integridade e a confidencialidade das informações.

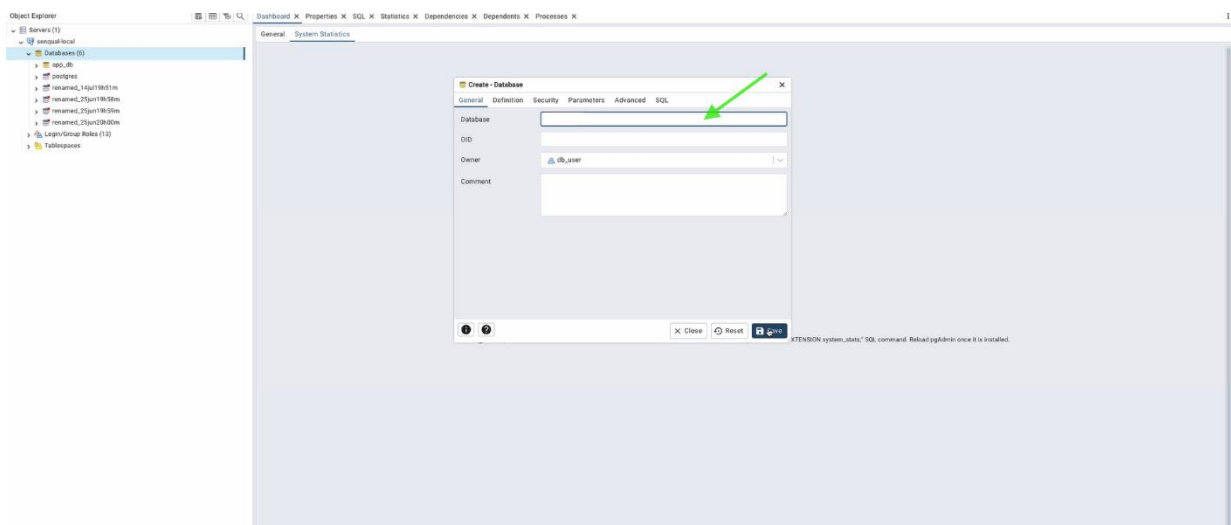


Figura 49- Criação da base de dados em Postgre SQL. (1)

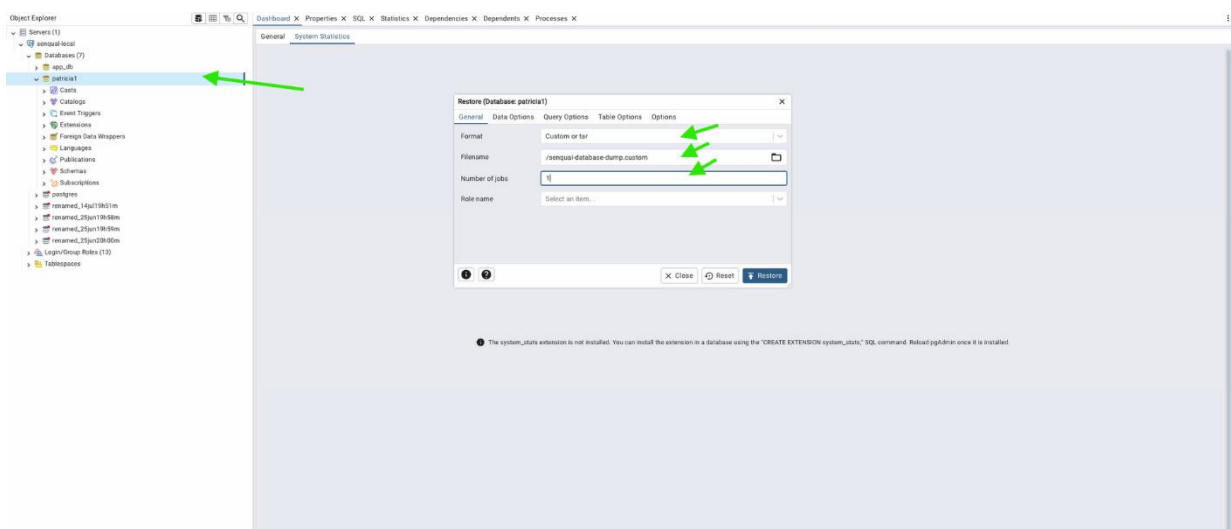


Figura 50- Restauração da base de dados (2)

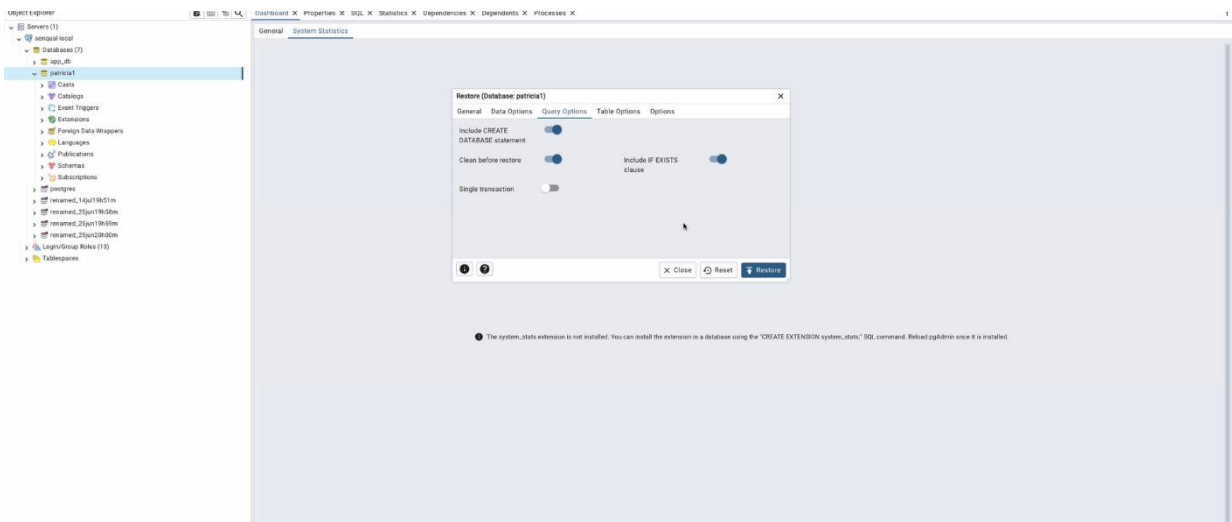


Figura 51- Restauração da base de dados (2)

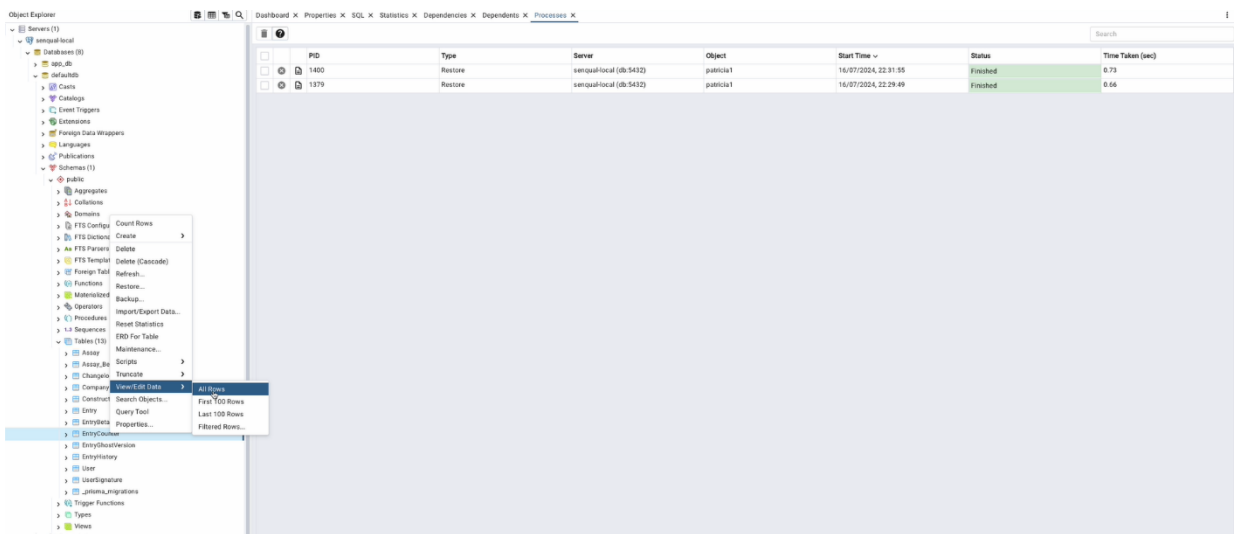


Figura 52-Roles da base de dados (3)

Posto isto, estão reunidas as condições para se proceder à inserção de dados.

Ao recorrer à tarefa “Obter Dados” já apresentada anteriormente, é selecionada a opção “Base de dados Postgre”, indicando de seguida o nome que atribuído à base de dados pretendida.

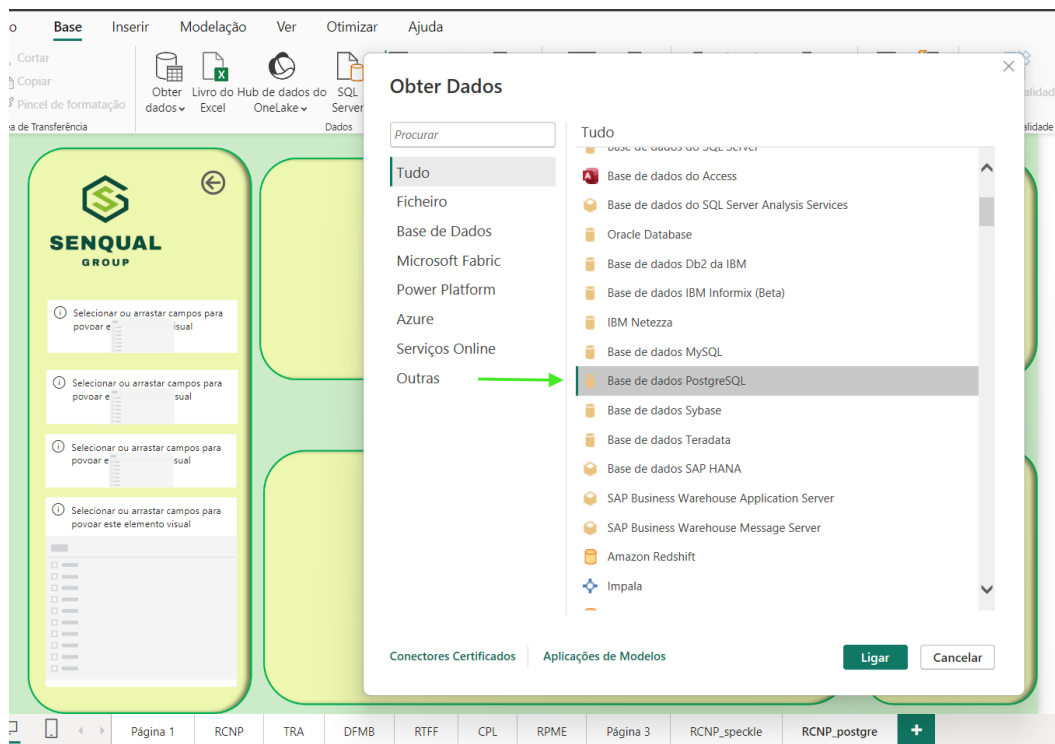


Figura 53-Inserção dos dados pela base de dados no Power BI

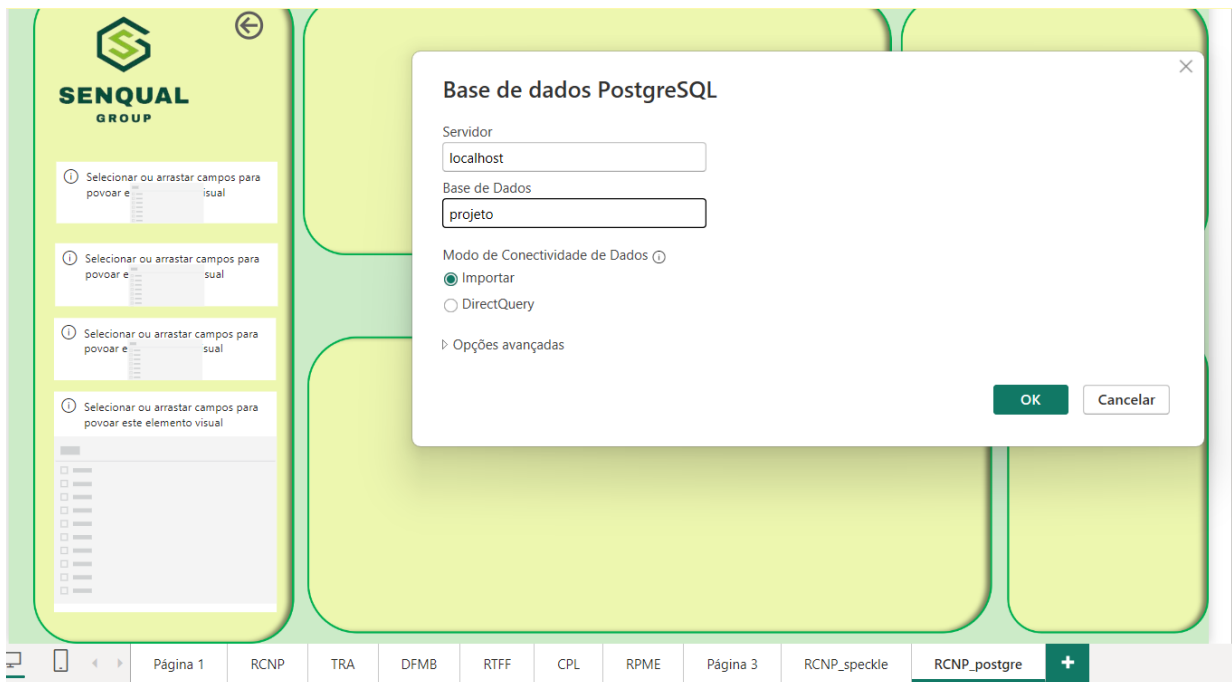


Figura 54-Inserção dos dados pela base de dados no Power BI

O PowerBi apresentou uma série de tabelas pré-feitas que foram selecionadas na sua

totalidade. Estas continham todas as informações da base de dados, pelo que, foram extraídas das mesmas as informações que eram pretendidas para o ensaio em questão. A maioria das transformações realizadas consistiram apenas na alteração dos nomes das colunas, destacando-se, além do referido, apenas a necessidade de acrescentar a coluna correspondente à “Resistência à Compressão” e de colocar a consulta intercalada entre a coluna “CompanyID” da tabela “PublicConstruction” e a coluna “ID” da tabela “Public Company”.

No modo “Vista do Modelo” é possível consultar todas as relações estabelecidas entre as variadas tabelas consideradas.

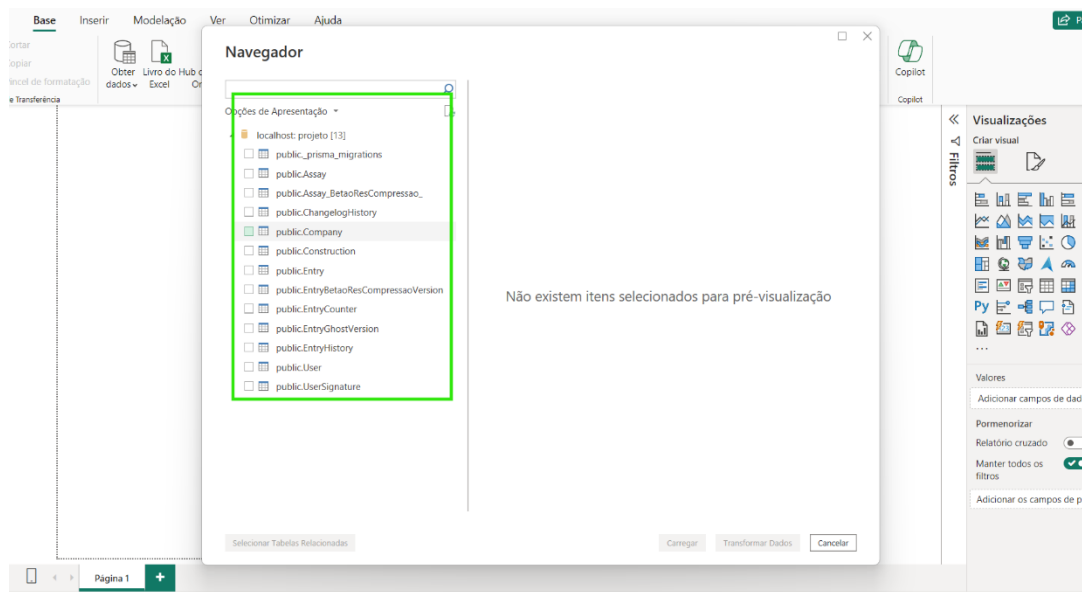


Figura 53-Tabelas Pré-feitas pelo PowerBI com inserção de Dados pela Base de Dados

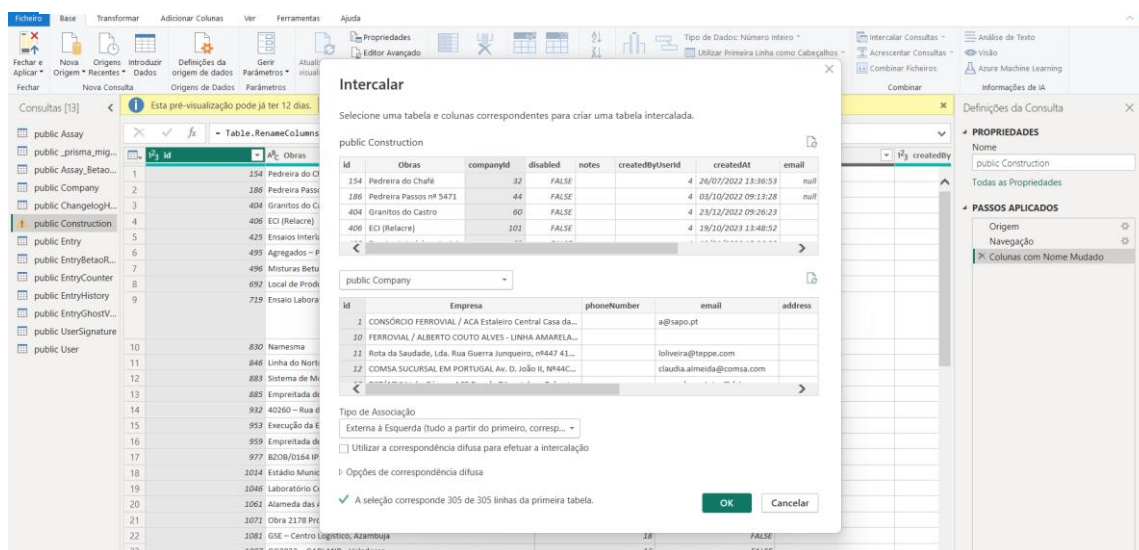


Figura 54- Realização de Consulta Intercalar

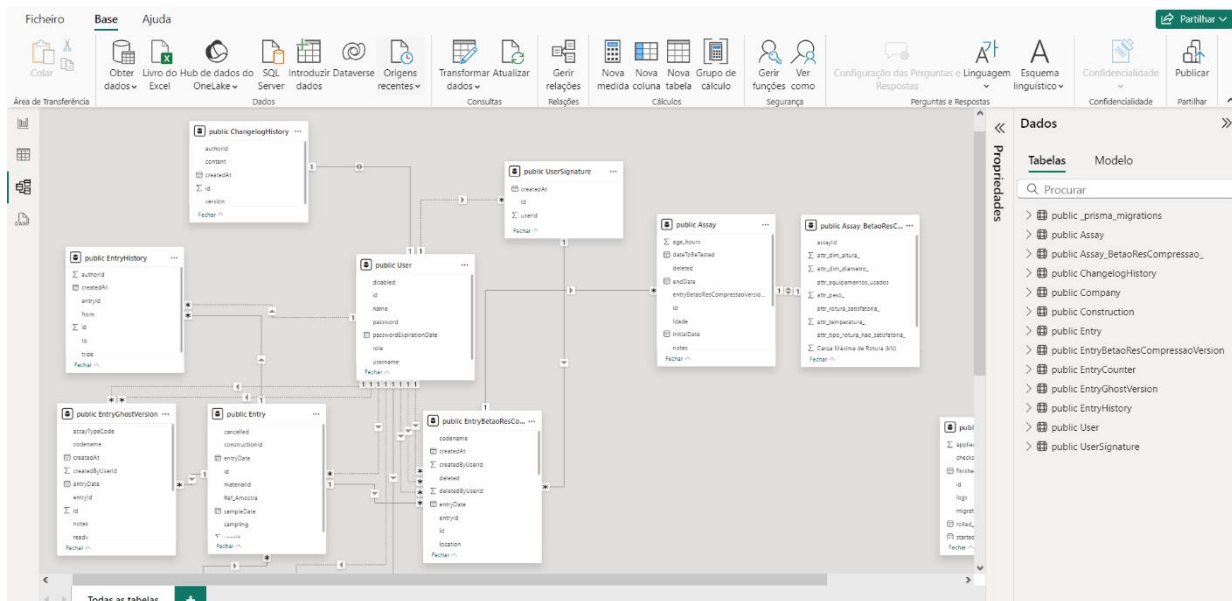


Figura 55-"Vista do Modelo"

3.4.2 Ensaio de Controlo de Compactação com Gamadensímetro

Neste caso, a fonte de dados trata-se de um ficheiro Excel isolado.

Para importar, seleciona-se o botão "Livro do Excel" como se apresenta na figura 60 e, de seguida, encontra-se o ficheiro pretendido.

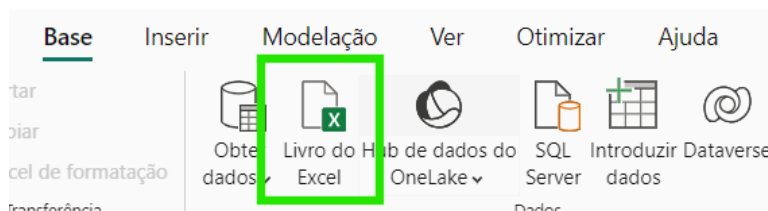


Figura 56- Extração de dados de ficheiro Excel

Ao realizar o carregamento, o próprio *Power BI* apresenta, por vezes, sugestões de tabelas a considerar como já visto anteriormente. Esta é uma função que facilita a tarefa de seleção, porém está limitada aos boletins cujas tabelas apresentam um aspeto mais simplificado, como se reconhece neste ensaio.

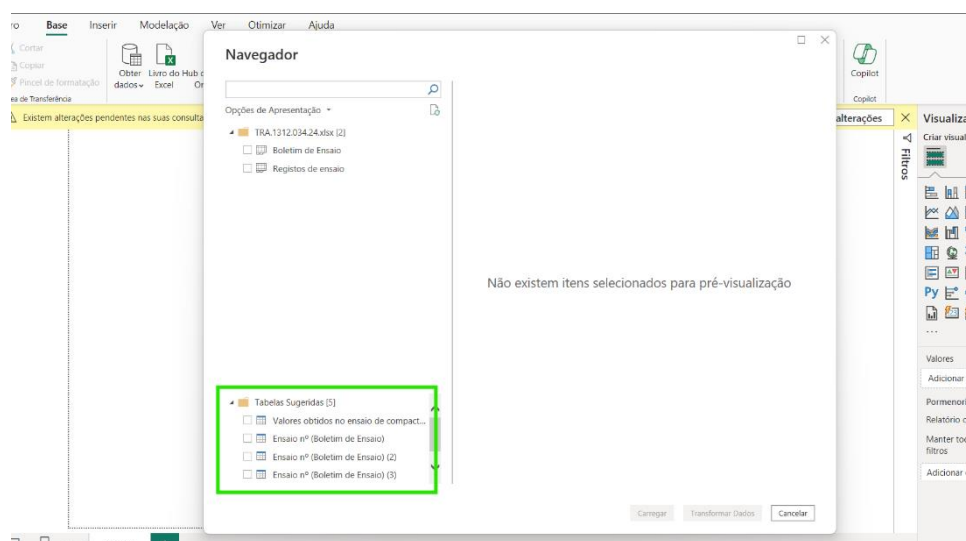


Figura 57-Seleção de dados a extrair no Power BI

Após o carregamento dos dados, tal como verificado no ensaio anterior, é utilizado o *Power Query*, com o propósito de executar as operações necessárias sobre os mesmos, de forma a prepará-los para a construção das visualizações. Neste caso (como se verifica nos Boletins em “Anexos”), este apresenta 4 tabelas semelhantes, isto é, com o mesmo número de colunas/mesmos parâmetros de resultados a preencher, pelo que se procedeu à junção das mesmas. Posteriormente recorreu-se à adição dos dados “Obra”, “Referência” e “Localização” filtrados de outras, tal como sucedido no ensaio anterior.

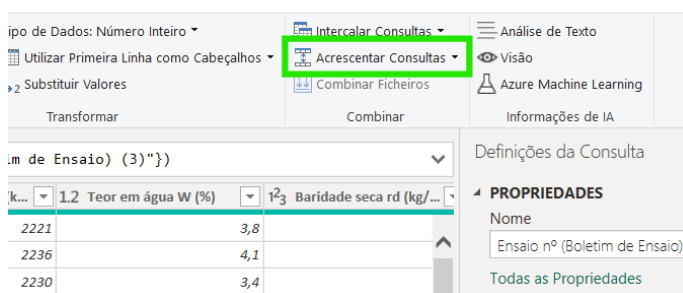


Figura 58-Opção de junção de tabelas

Do lado esquerdo do *Power Query* expõe-se um painel de Consultas, que sintetiza as transformações realizadas em cada folha de excel carregada, subdividindo-se nas diferentes tabelas incluídas.

Na figura que o demonstra de seguida, “Trans_” remete para “transformação” e “TRA” é a sigla usada para o nome do ensaio considerado de momento. Ao clicar no separador “Transformar Ficheiro” que se relaciona com o “TRA_1”, é exposta a tabela 1 transformada, com o painel “Passos Aplicados” do seu lado direito. A lógica segue-se para as pastas seguintes, das restantes tabelas.



Figura 59- Painel "Consultas" no *Power BI*

Apresenta-se, de seguida, as transformações que foram necessárias numa das referidas 4

tabelas, tendo sido necessário realizar os mesmos passos para as restantes 3.

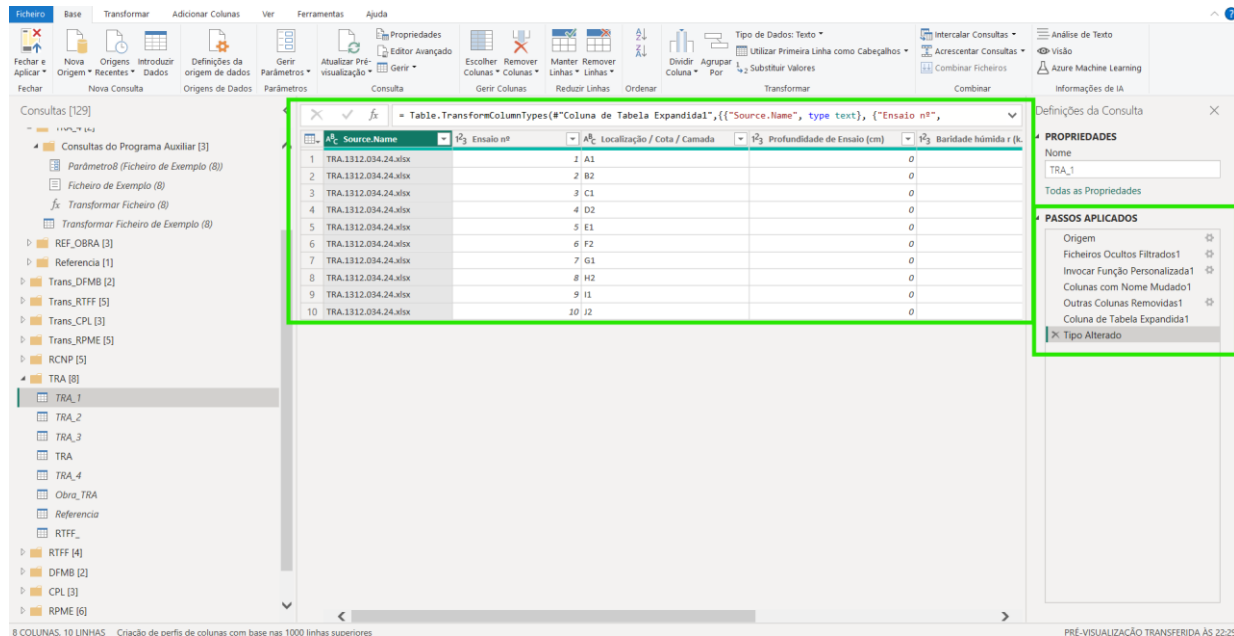


Figura 60--Tranformação de dados da tabela TRA_1 no Ensaio de Controlo de Compactação com Gamadensímetro

São expostos agora os passos aplicados para a inclusão dos restantes dados mencionados anteriormente.

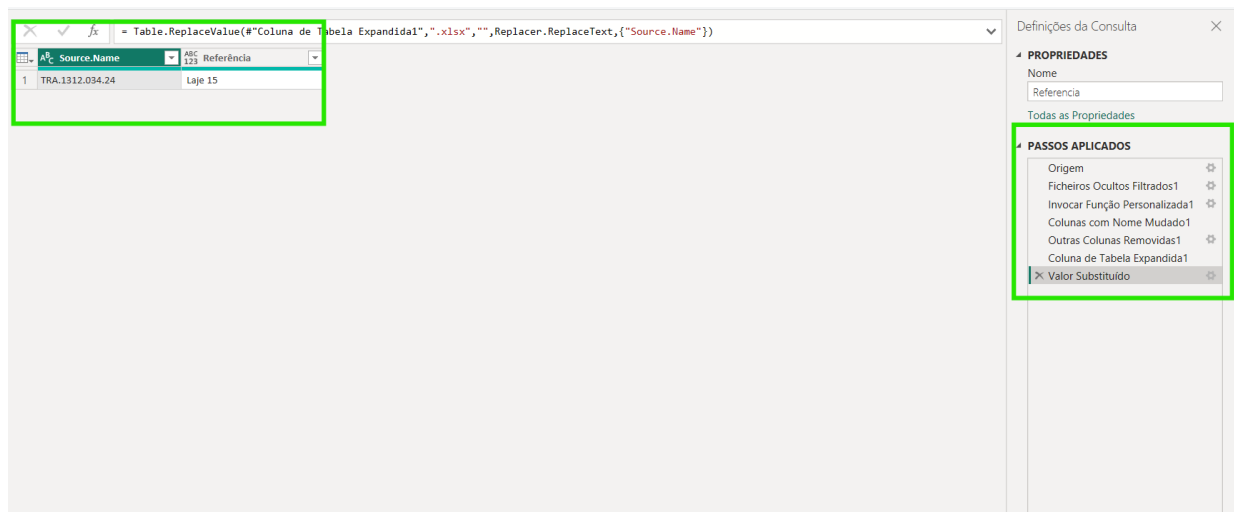


Figura 61-Tranformação de dados da tabela Referencia no Ensaio de Controlo de Compactação

comGamadensímetro.

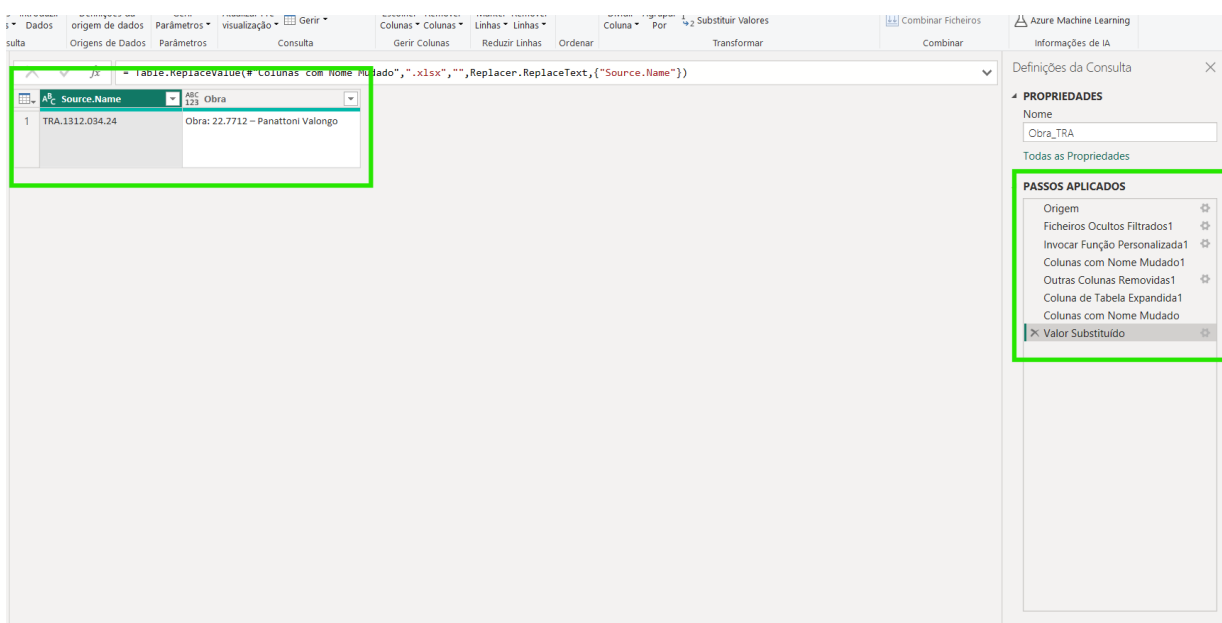


Figura 62-Tranformação de dados da tabela Obra no Ensaio de Controlo de Compactação com Gamadensímetro

A junção das tabelas- “Consultas Intercaladas”, alteração no modo de apresentação de resultados- “Valor Substituído” e alteração de títulos de colunas- “Colunas com Nome Mudado”, resultou na tabela final seguinte:

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a data table. The table has the following columns: 'Source.Name', 'Ensaio nº', 'Localização / Cota / Camada', 'Profundidade de Ensaio (cm)', 'Baridade húmida (kg/m³)', 'Teor em água W (%)', 'Baridade seca rd (kg/m³)', 'Obra.TRA.Obra', and 'Referencia.Referencia'. The data rows contain various test results for different samples.

Source.Name	Ensaio nº	Localização / Cota / Camada	Profundidade de Ensaio (cm)	Baridade húmida (kg/m³)	Teor em água W (%)	Baridade seca rd (kg/m³)	Obra.TRA.Obra	Referencia.Referencia
TRA.1312.034.24	1 A1	0	0	2221	3,8	2140	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	2 B2	0	0	2236	4,1	2148	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	3 C1	0	0	2230	3,4	2157	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	4 D2	0	0	2235	3,6	2157	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	5 E1	0	0	2234	4,2	2144	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	6 F2	0	0	2234	4	2148	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	7 G1	0	0	2239	3,8	2157	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	8 H2	0	0	2230	3,7	2150	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	9 I1	0	0	2212	3,8	2131	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	10 J2	0	0	2230	4,2	2140	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	11 A5	0	0	2244	3,4	2170	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	12 B6	0	0	2232	3,3	2161	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	13 C5	0	0	2212	3,9	2129	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	14 D6	0	0	2204	3,5	2129	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	15 E5	0	0	2236	3,8	2157	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	16 F6	0	0	2250	4,1	2161	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	17 G5	0	0	2223	4,2	2133	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	18 H6	0	0	2234	4,4	2140	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	19 I5	0	0	2212	3,9	2129	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	20 J6	0	0	2228	3,8	2146	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	21 A10	0	0	2228	3,8	2146	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	22 B11	0	0	2221	3,6	2150	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	23 C10	0	0	2245	4,1	2157	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	24 D11	0	0	2247	4	2162	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	25 E10	0	0	2244	3,6	2166	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	26 F11	0	0	2228	3,9	2144	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15
TRA.1312.034.24	27 G10	0	0	2220	4	2135	Obra: 22.7712 - Panattoni Valongo	Laje15

Figura 63- “Vista de tabela” do Ensaio de Controlo de Compactação com Gamadensímetro

Finalmente, segue-se a realização da *dashboard*. Utilizando o mesmo painel de visualizações exposto na figura 46, foram criados 3 filtros para a seleção da Obra, Localização e Referência do Ensaio a consultar, interligados à apresentação de resultados correspondentes, numa tabela.

A *dashboard* do ensaio em questão apresenta-se da seguinte forma:

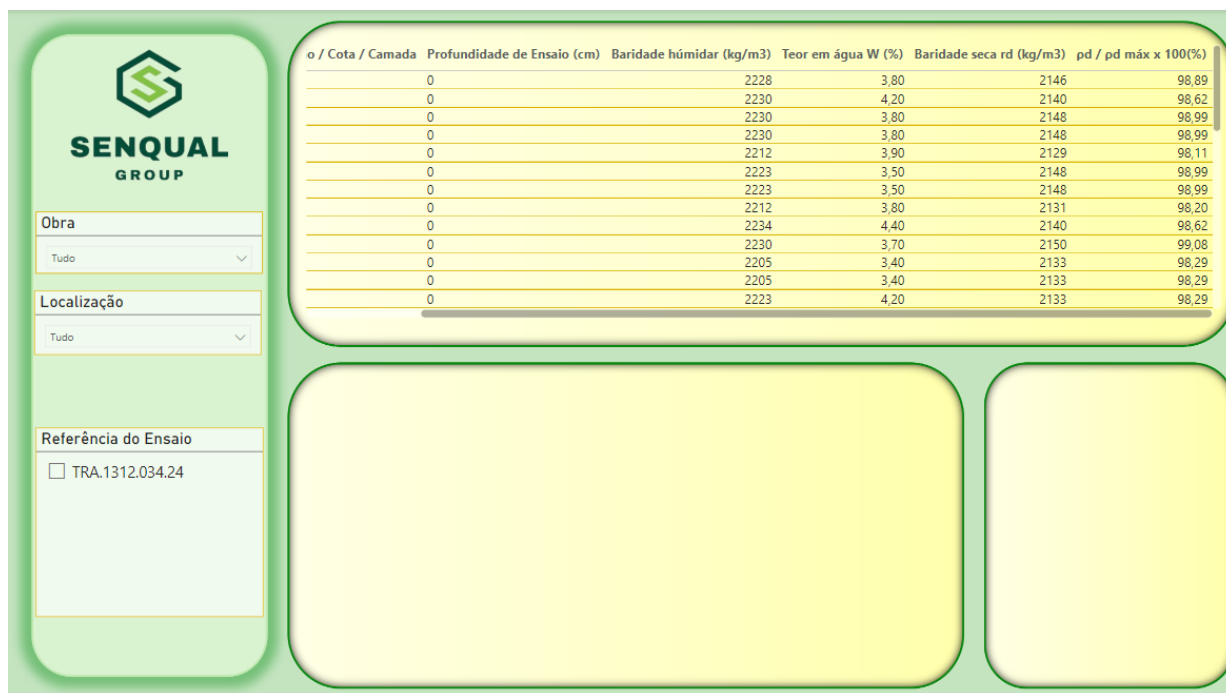


Figura 64-Dashboard do Ensaio Controlo de Compactação

3.4.3 Ensaio de Determinação da Dosagem de Fibras

Para o presente ensaio, foi seguido um procedimento bastante semelhante ao apresentado para o ensaio de controlo de compactação.

Inicialmente, realizou-se a extração de dados utilizando como fonte uma folha de *Excel* isolada.

De seguida, procedeu-se à transformação de dados. Sendo este um boletim menos complexo, com um reduzido número de linhas e colunas, não houve a necessidade de recorrer a muitas alterações, como se faz verificar na figura seguinte.

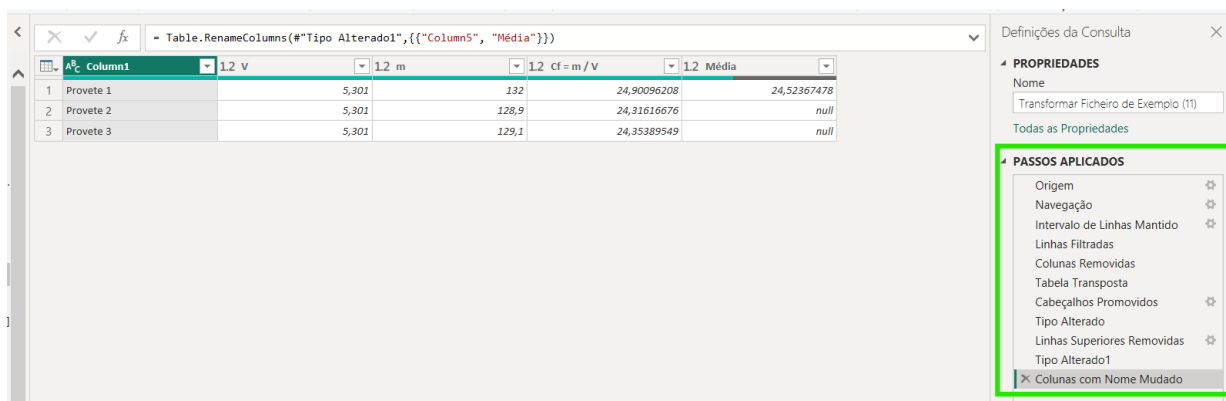


Figura 65-Operações de transformação na tabela 1

Tal como nos outros ensaios já mencionados, considerou-se relevante a inclusão dos parâmetros “Obra” e “Localização”, associando -se estes de novas tabelas (consultas intercaladas).

O boletim deste ensaio apresenta o número de guia, que por sua vez se encontra nos ficheiros RPME. Por este motivo, a tabela usada para obtenção da Localização foi obtida destes, conjugando as colunas “Guia” e “Peça”.

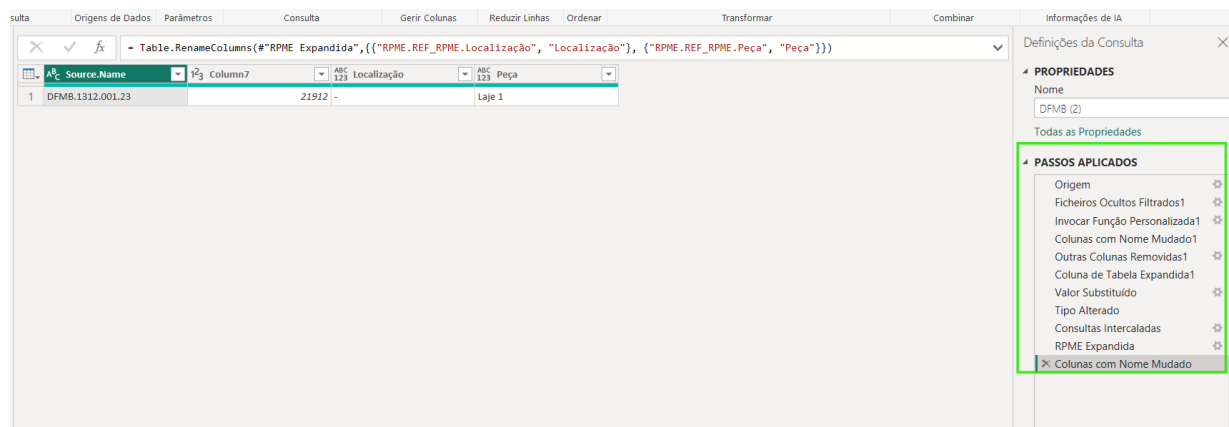


Figura 66-Transformação de dados para obtenção da localização.

Posto isto, resultou a seguinte tabela final e respetiva *dashboard*:

Source.Name	Provete	V	m	Cf = m / V	Média	Obra	Localização	Peça	Guia
DFMB.1312.001.23	1	5,301	132	24,9009620826259	24,52367478	22.7712 – Panattoni Valongo	-	Laje 1	21912
DFMB.1312.001.23	2	5,301	128,9	24,3161667609885		22.7712 – Panattoni Valongo	-	Laje 1	21912
DFMB.1312.001.23	3	5,301	129,1	24,3538954914167		22.7712 – Panattoni Valongo	-	Laje 1	21912

Figura 67-“Vista de tabela” do Ensaio de Determinação de Dosagem de Fibras

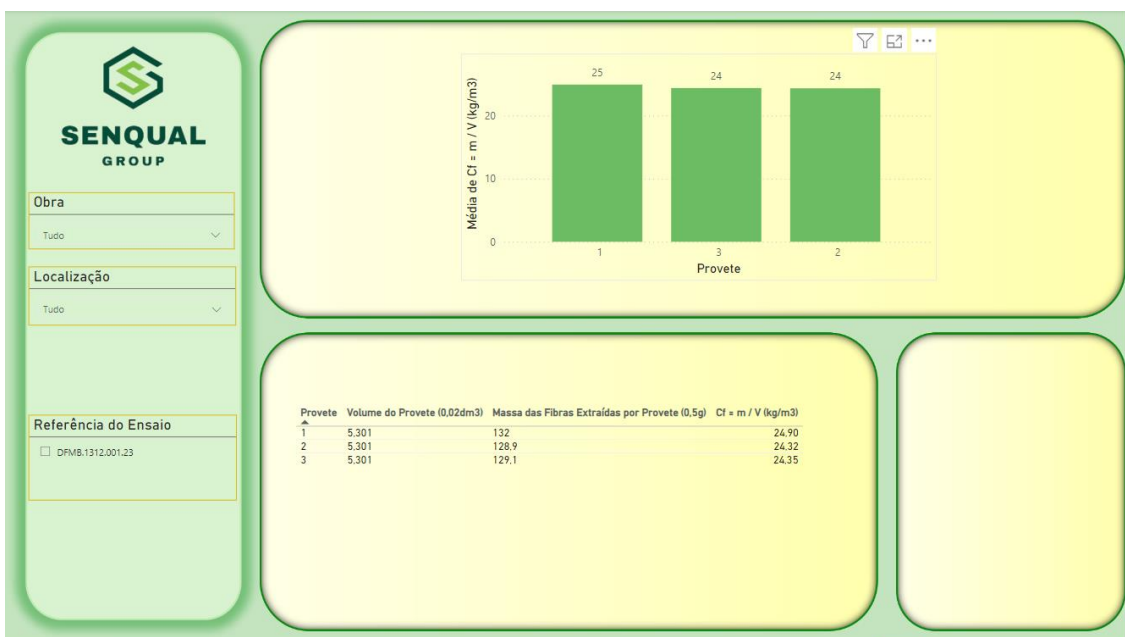


Figura 68-Dashboard do Ensaio de Determinação de Dosagem de Fibras

Nesta *dashboard* foi incluída uma tabela com os dados de Volume do Provete, Massa das Fibras Extraídas por Provete e os valores de Dosagem de fibras, bem como um gráfico de colunas que expressa de forma simples o valor médio deste último parâmetro nos ensaios para cada provete.

3.4.4 Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência Residual)

À semelhança dos últimos ensaios apresentados anteriormente, também a importação de dados no *Power BI* deste presente ensaio, foi realizada tendo como fonte a folha de Excel.

Tal como sucedido nos restantes casos, o *software* apresentou de imediato sugestão de algumas tabelas.

Para a *dashboard* importa a apresentação da tabela que sintetiza os resultados do ensaio (como se verifica no Boletim de Ensaio presente nos Anexos), incluindo os valores de $F_L(kN)$ - carga correspondente ao limite de proporcionalidade; $LOP (N/mm^2)$ -limite de proporcionalidade; $CMOD_j(mm)$ - valor de abertura da fissura; $F_j(kN)$ -cargas ; $f_{R,j}(N/mm^2)$ - resistência residual à tração por flexão. De modo a complementar, considerou-se também relevante a inclusão do gráfico representativo da relação Força-CMOD que se obtém com os dados registados da máquina. Os parâmetros “Obra “, “Idade dos Provetes” e “Referência do Ensaio” pretendiam-se também ter em conta, para a seleção de resultados a consultar.

Incluiu-se, ainda, as informações da composição do betão e o método de ensaio, uma vez que existem dois métodos possíveis de realização (como foi abordado na revisão bibliográfica).

Neste sentido, foi necessário a transformação de dados em 5 tabelas distintas, conforme se apresenta nas seguintes figuras.

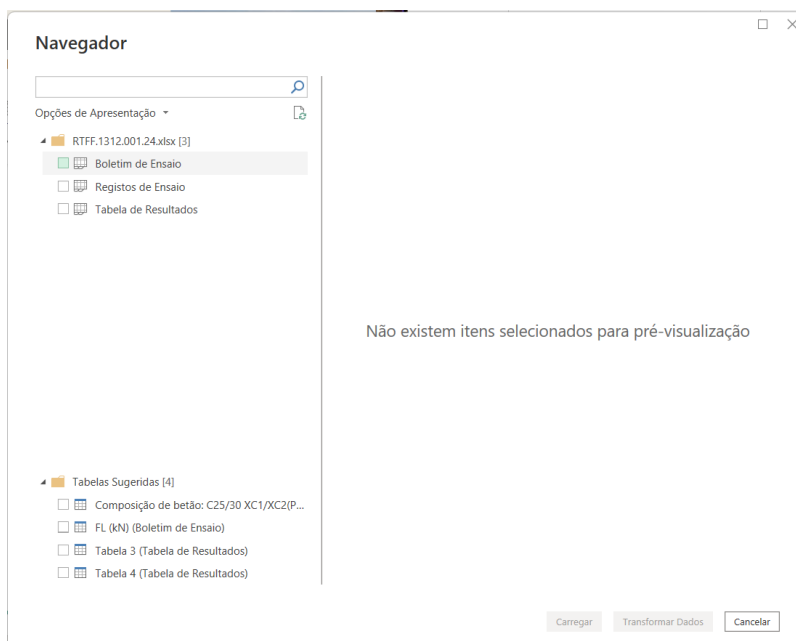


Figura 69-Tabelas sugeridas para inserção de dados

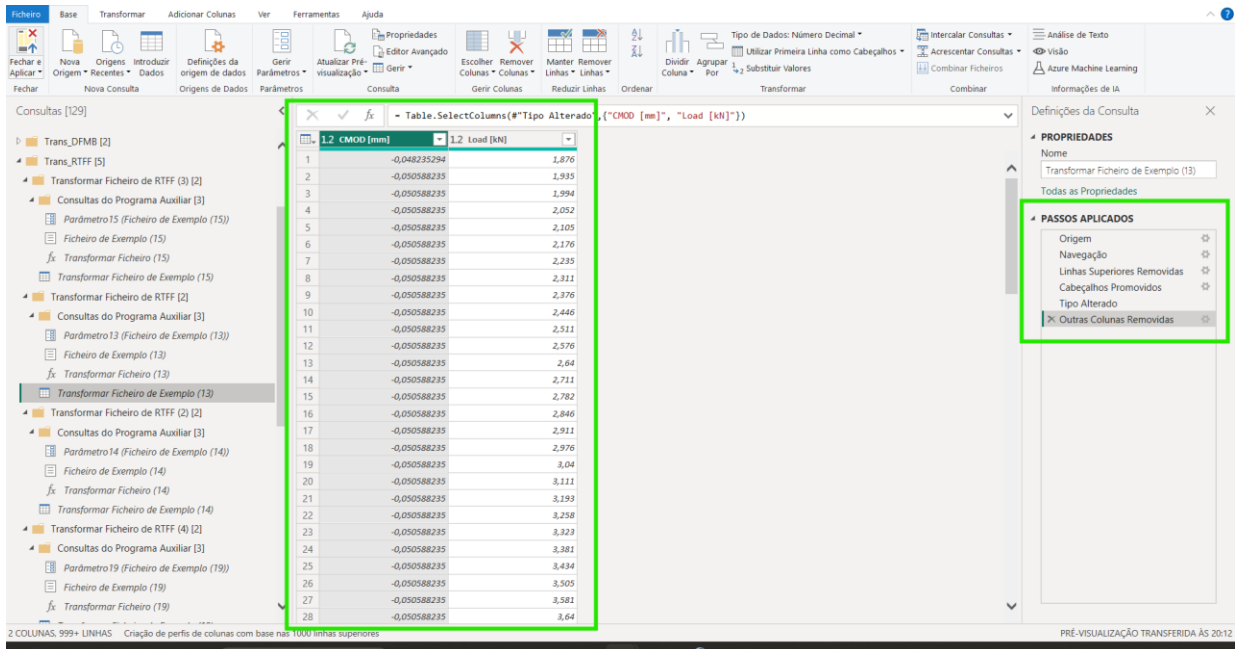


Figura 70-Transformação de dados no Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência Residual) (1)

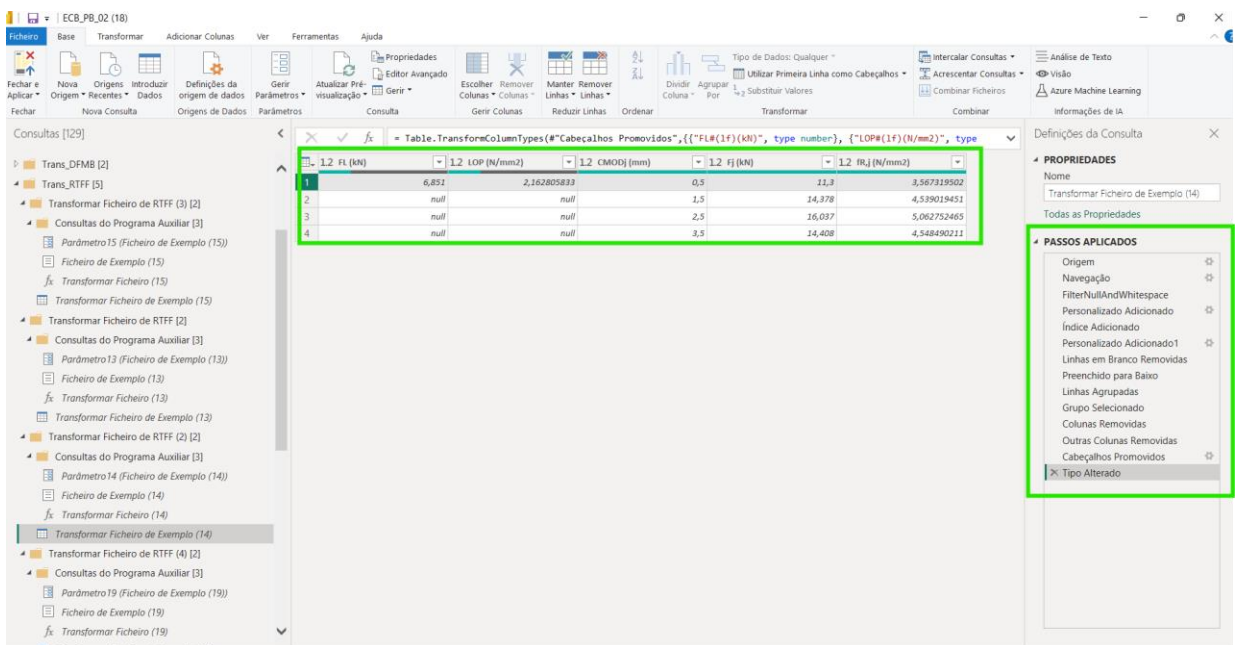


Figura 71-Transformação de dados no Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência Residual) (2)

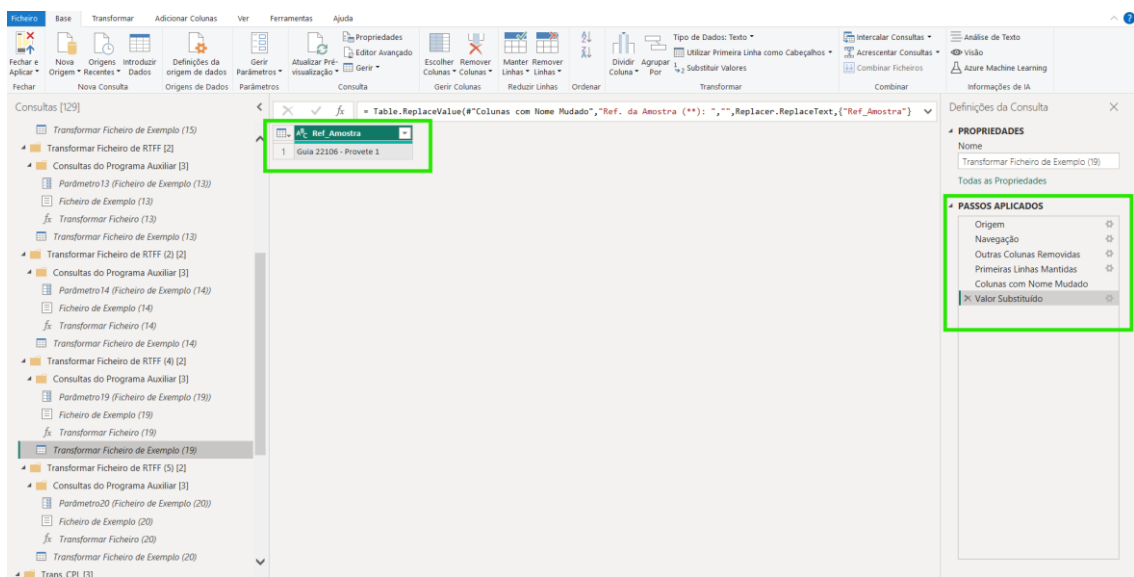


Figura 72-Transformação de dados no Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência Residual) (3)

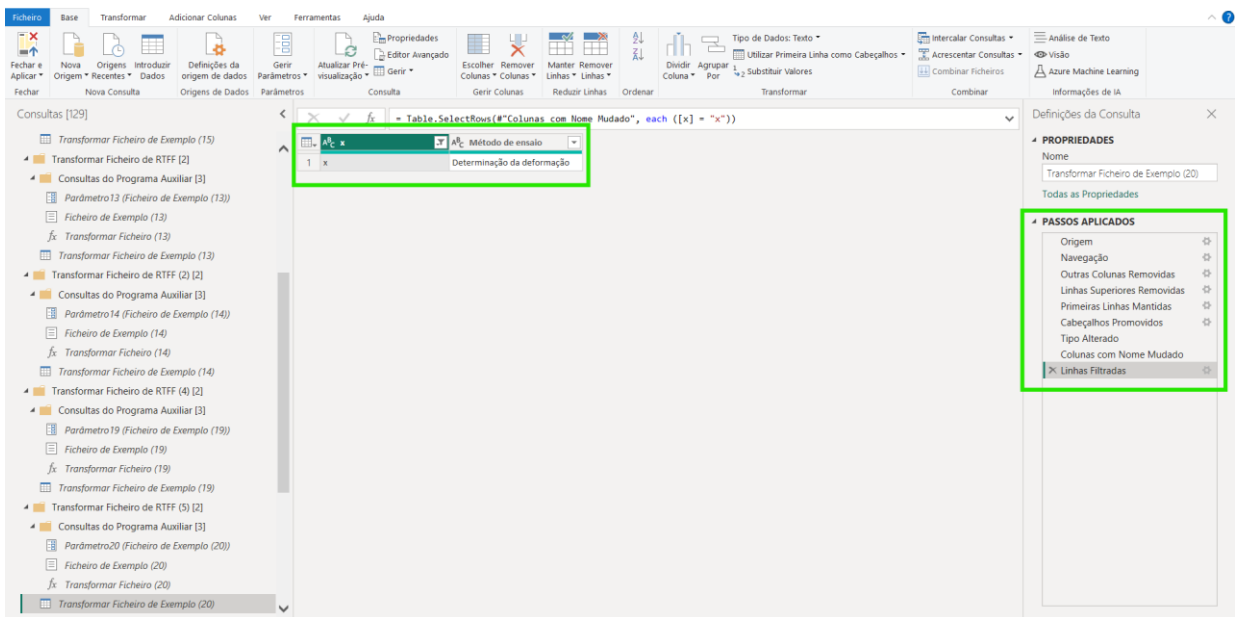


Figura 73-Transformação de dados no Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência Residual) (4)

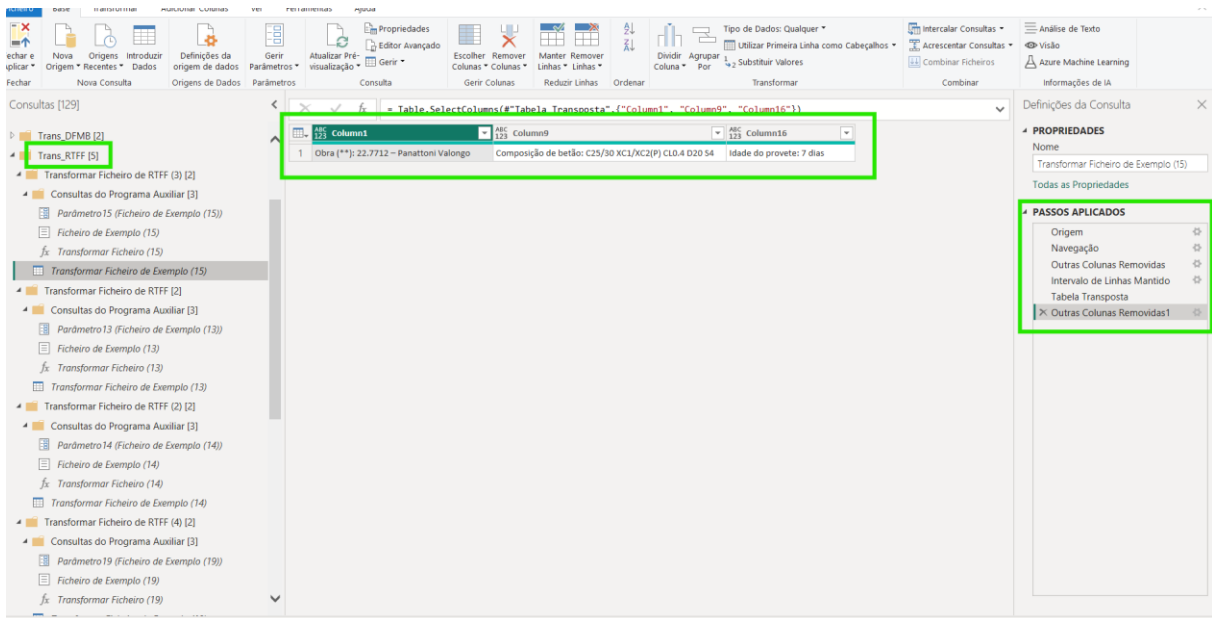


Figura 74-Transformação de dados no Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência Residual) (5)

Da junção de colunas das tabelas apresentadas, renomeação de algumas delas, linhas filtradas, entre outros aspetos, resultaram as seguintes tabelas finais, e respetiva *dashboard*:

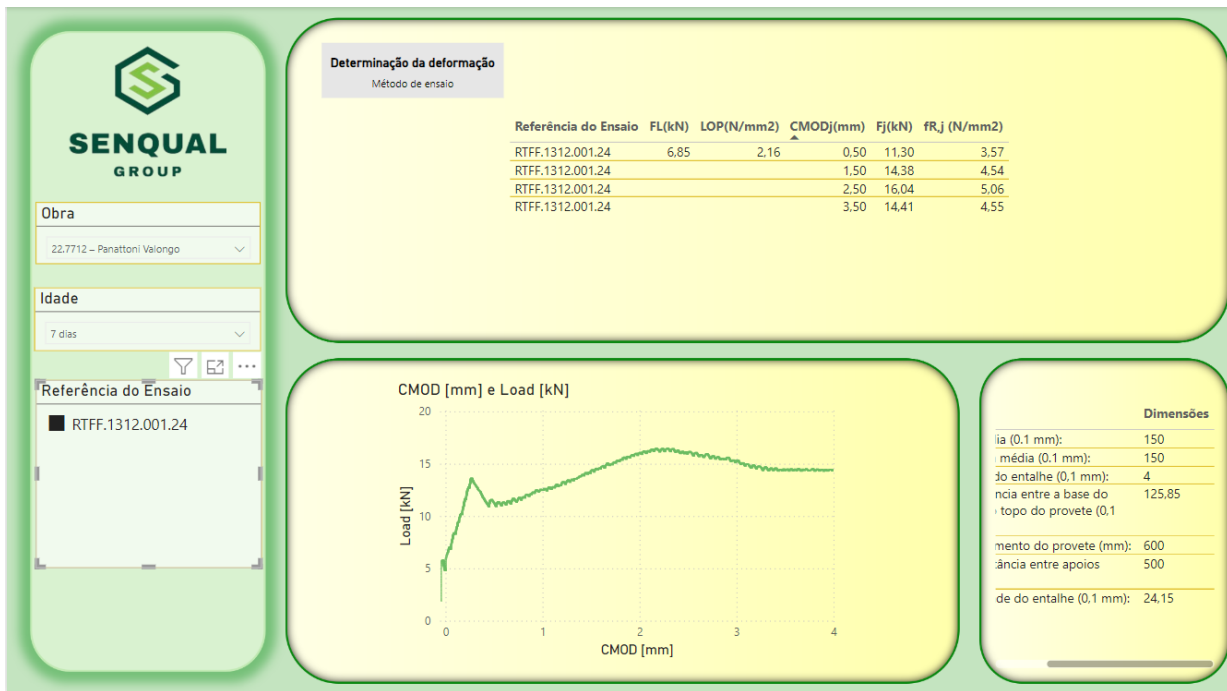


Figura 77-Dashboard do Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência Residual)

Aquando do desenvolvimento da *dashboard*, foi lembrada a pertinência de se incluir os valores das dimensões tanto do entalhe como do provete, como se verifica pela presença da tabela no canto inferior direito. Para tal, procedeu-se à seguinte transformação de dados:

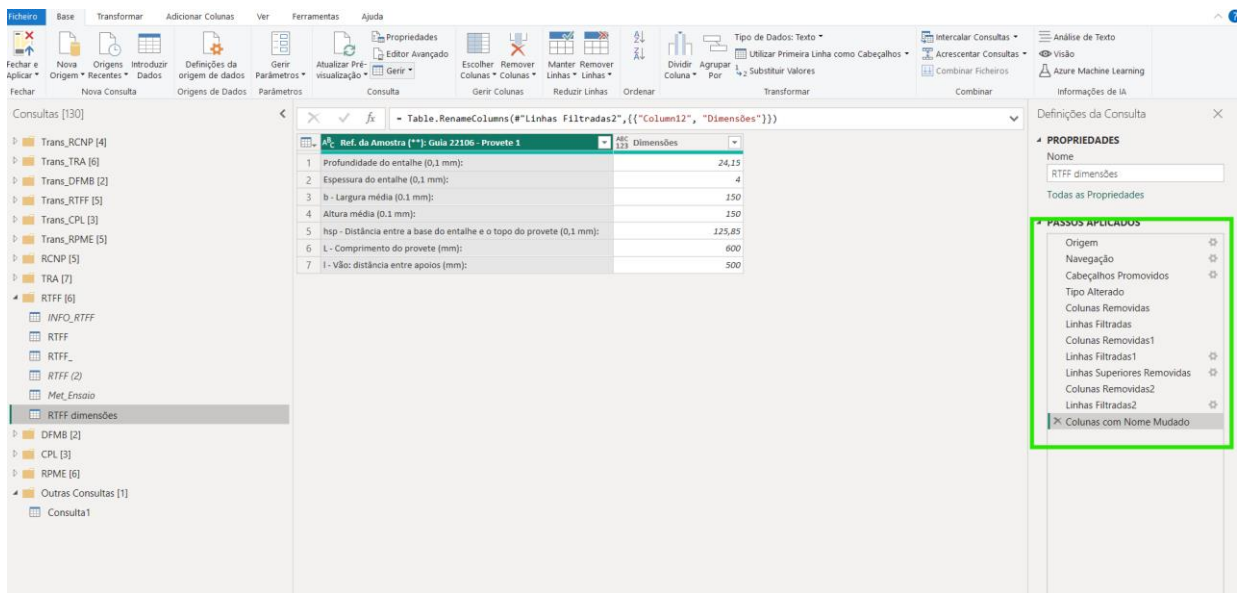


Figura 78 - Transformação de dados no Ensaio de Resistência À Tração Por Flexão (LOP e Resistência

3.4.5 Ensaio de Carga em Placa

Procedeu-se à inserção de dados através da folha de Excel correspondente ao ensaio e, posteriormente, às transformações necessárias.

Embora este ensaio envolva uma série de registos de resultados como se refere no subcapítulo “Âmbito Laboratorial” e como se verifica no Boletim em Anexo, os mesmos resumem-se a uma tabela simplificada de valores que visa apresentar os módulos de Deformação. Por este motivo, este foi dos ensaios que menos transformações exigiu, como se pode verificar nas seguintes imagens.

Começou por se tratar dessa tabela em questão.

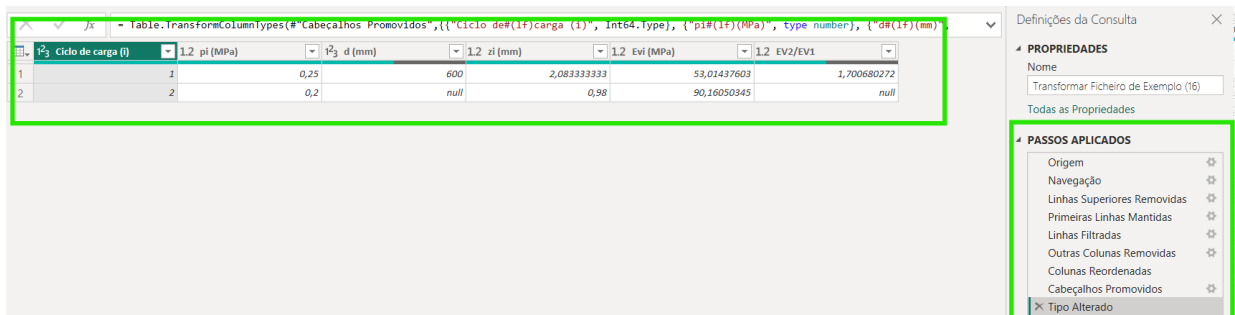


Figura 79 - Transformação dos dados no Ensaio de Carga em Placa (1)

De seguida, transformou-se uma tabela de modo a se relacionar os valores de tensão aplicada com os respetivos resultados de deformação.

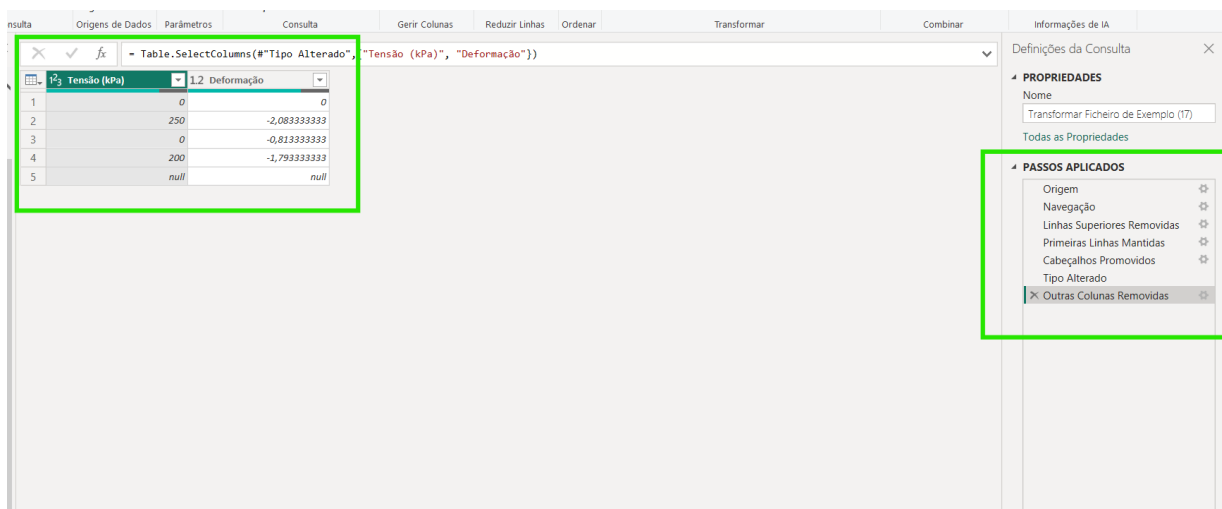


Figura 80-Transformação dos dados no Ensaio de Carga em Placa (2)

Tal como no tratamento de dados dos ensaios anteriores, acrescentou-se ainda os parâmetros “Obra”, “Localização” e “Referência do Ensaio”.

Desta forma, as tabelas finais apresentam-se conforme se expõe seguidamente:

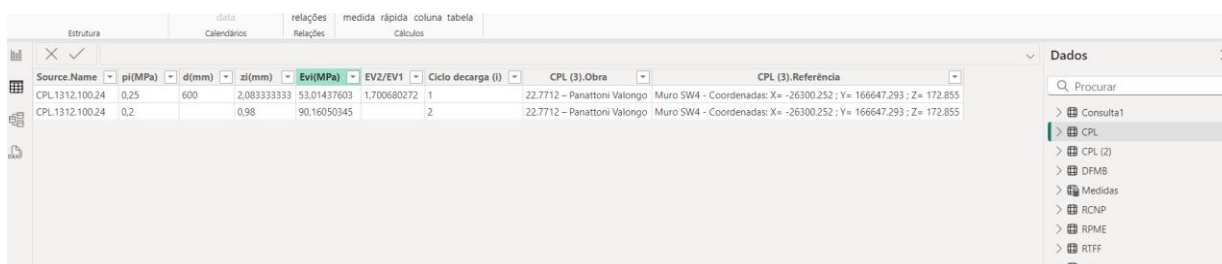


Figura 81-"Vista de tabela" do Ensaio de Carga em Placa (1)

Source-Name	Tensão (kPa)	Deformação
CPL.1312.100.24	0	0
CPL.1312.100.24	250	-2,08333333333333
CPL.1312.100.24	0	-0,81333333333333
CPL.1312.100.24	200	-1,79333333333333
CPL.1312.100.24		

Figura 82-"Vista de tabela" do Ensaio de Carga em Placa (2)

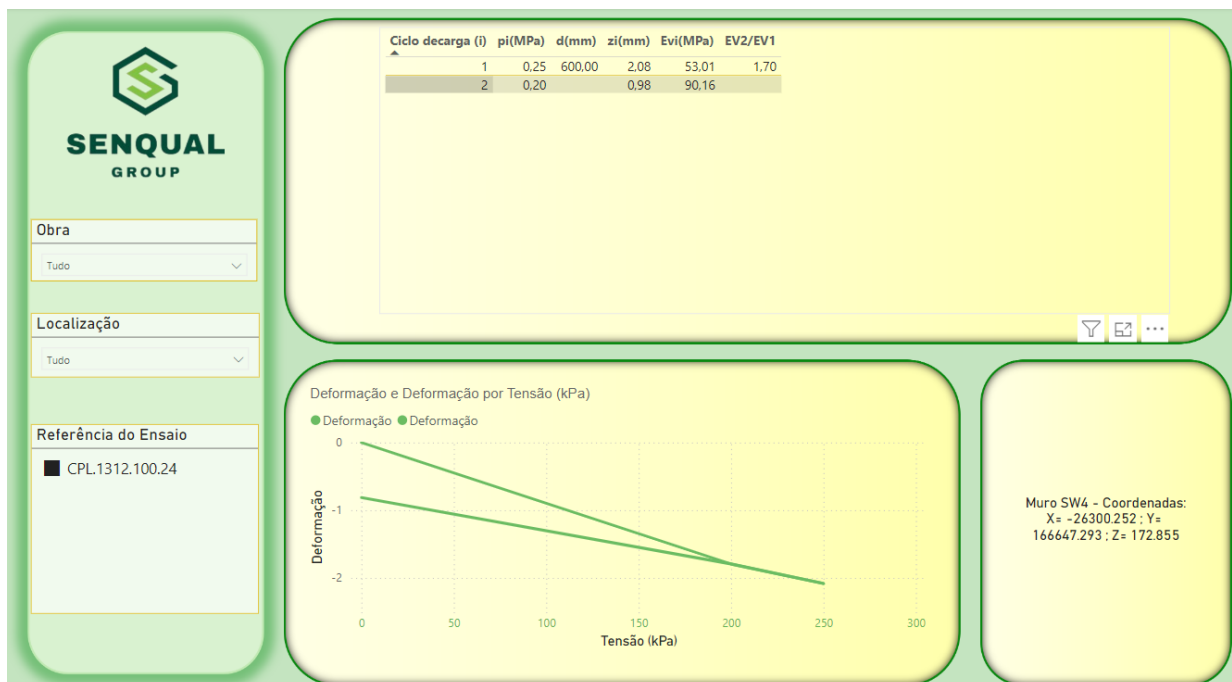


Figura 83 - Dashboard do Ensaio de Carga em Placa

Com a construção da *dashboard* verificou-se a necessidade de voltar à transformação de dados com o objetivo de alterar os arredondamentos dos valores, de modo a ser expostos de igual forma aos boletins.

Foi utilizada a opção de tabela para apresentação dos resultados dos ciclos de carga, e incluído um gráfico de linhas para relacionar as tensões com deformações. Para a realização do gráfico foi necessário colocar a mesma deformação duas vezes, em mínimo e máximo, para permitir o acesso a toda a informação. A informação associada a cada ponto não se encontra da melhor forma, facto que acontece por haver dois valores de y associados a um de x. Este é um aspeto a averiguar em oportunidades de melhoria.

3.4.6 Ensaio de Abaixamento (*Slump Test*)

Relativamente ao Ensaio de Abaixamento, foram inseridas da folha de Excel 5 tabelas, cujo tratamento de dados se apresenta de seguida:

Column1	Column2	Column3	Column4	Column5	Column6	Column7
1 AV54FH		null	21886	11	11	31/12/1899 06:37:00
2 03ZT92		null	21888	11	22	31/12/1899 06:57:00
3 41U025		null	21890	10	32	31/12/1899 07:21:00
4 45Z241		null	21893	11	43	31/12/1899 07:43:00
5 A117EB		null	21895	10	53	31/12/1899 08:09:00
6 59SD98		null	21896	10	63	31/12/1899 08:08:00
7 AH72AA		null	21899	10	73	31/12/1899 08:38:00
8 AD96MS		null	21901	10	83	31/12/1899 08:53:00
9 03ZT92		null	21903	11	94	31/12/1899 09:24:00
10 AV54FH		null	21904	11	105	31/12/1899 09:32:00
11 41U025		null	21906	10	115	31/12/1899 09:51:00
12 45Z241		null	21909	11	126	31/12/1899 10:15:00
13 A117EB		null	21911	10	136	31/12/1899 10:46:00
14 59SD98		null	21912	10	146	31/12/1899 10:59:00
15 40EL16		null	21914	10	156	31/12/1899 11:26:00
16 AH72AA		null	21915	10	166	31/12/1899 11:34:00
17 AN40NA		null	21916	10	176	31/12/1899 11:33:00

Figura 84 - Transformação de dados no Ensaio de Abaixamento (Slump Test) (1)

Obra	Localização	Peca
22.7712 - Panattoni Valongo	-	Laje 1

Figura 85-Transformação de dados no Ensaio de Abaixamento (Slump Test) (2)

Table.FirstN("#Linhas Superiores Removidas",36)

Column1	Column2	Column3	Column4	Column5	Column6	Column7		
1	AD96MS		21917		10	186	31/12/1899 11:42:00	31/12/18
2	AS15BP		21927		5	191	31/12/1899 14:39:00	31/12/18
3		null		null				
4		null		null				
5		null		null				
6		null		null				
7		null		null				
8		null		null				
9		null		null				
10		null		null				
11		null		null				
12		null		null				
13		null		null				
14		null		null				
15		null		null				
16		null		null				
17		null		null				
18		null		null				
19		null		null				
20		null		null				
21		null		null				
22		null		null				
23		null		null				
24		null		null				
25		null		null				
26		null		null				
27		null		null				
28								

Definições da Consulta

PROPRIEDADES
Nome
Transformar Ficheiro de Exemplo (22)

Todas as Propriedades

PASSOS APLICADOS

- Origem
- Navegação
- Linhas Superiores Removidas
- Primeiras Linhas Mantidas

Figura 86-Tranformação de dados no Ensaio de Abaixamento (Slump Test) (3)

Table.ReplaceValue("#Colunas com Nome Mudado","(**)","",Replacer.ReplaceText,("Observações"))

Observações	
1	Dados fornecidos pelo Requerente. (d) Slump sem fibras / Slump com fibras
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Definições da Consulta

PROPRIEDADES
Nome
Transformar Ficheiro de Exemplo (24)

Todas as Propriedades

PASSOS APLICADOS

- Origem
- Navegação
- Linhas Superiores Removidas
- Primeiras Linhas Mantidas
- Outras Colunas Removidas
- Cabeçalhos Promovidos
- Tipo Alterado
- Colunas com Nome Mudado
- Valor Substituído

Figura 87-Tranformação de dados no Ensaio de Abaixamento (Slump Test) (4)

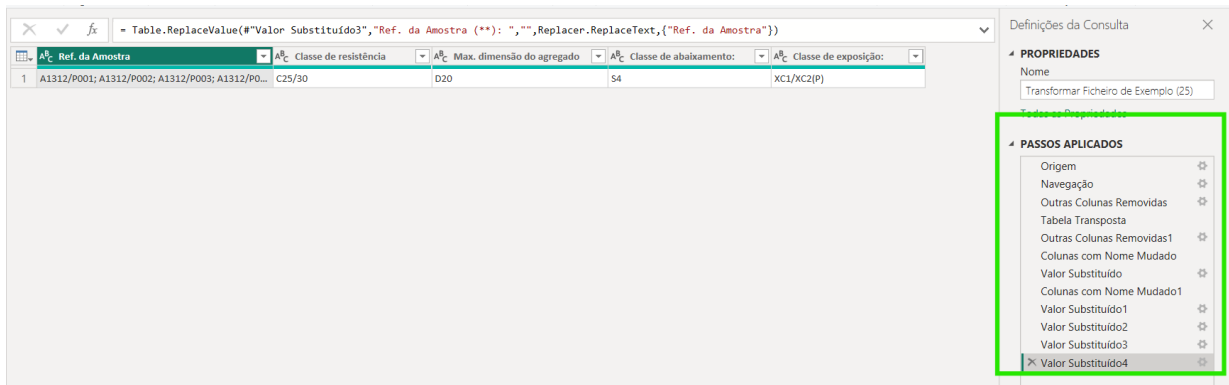


Figura 88-Tranformação de dados no Ensaio de Abaixamento (Slump Test) (5)

A junção e rearranjo das tabelas apresenta-se do seguinte modo:

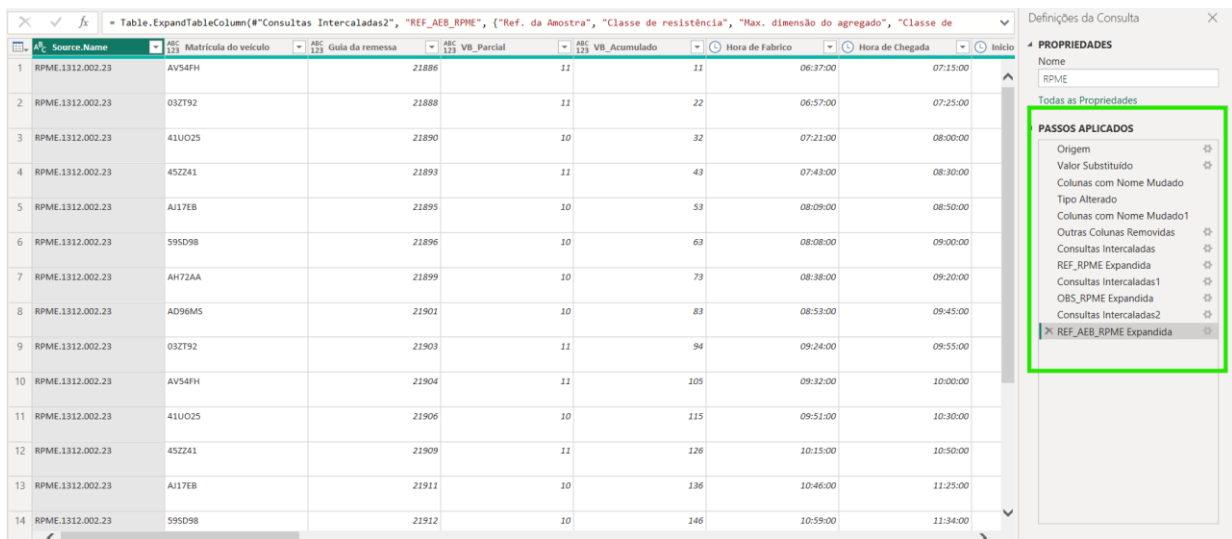


Figura 89-Tranformação de dados no Ensaio de Abaixamento (Slump Test) (6)

Concluiu-se que dos dados considerados na tabela anteriormente apresentada, só seria do interesse principal dos clientes, a exposição dos resultados do Ensaio Slump e Inspeção Visual do Betão.

Desta forma, a *dashboard* apresenta o seguinte aspeto simplificado:

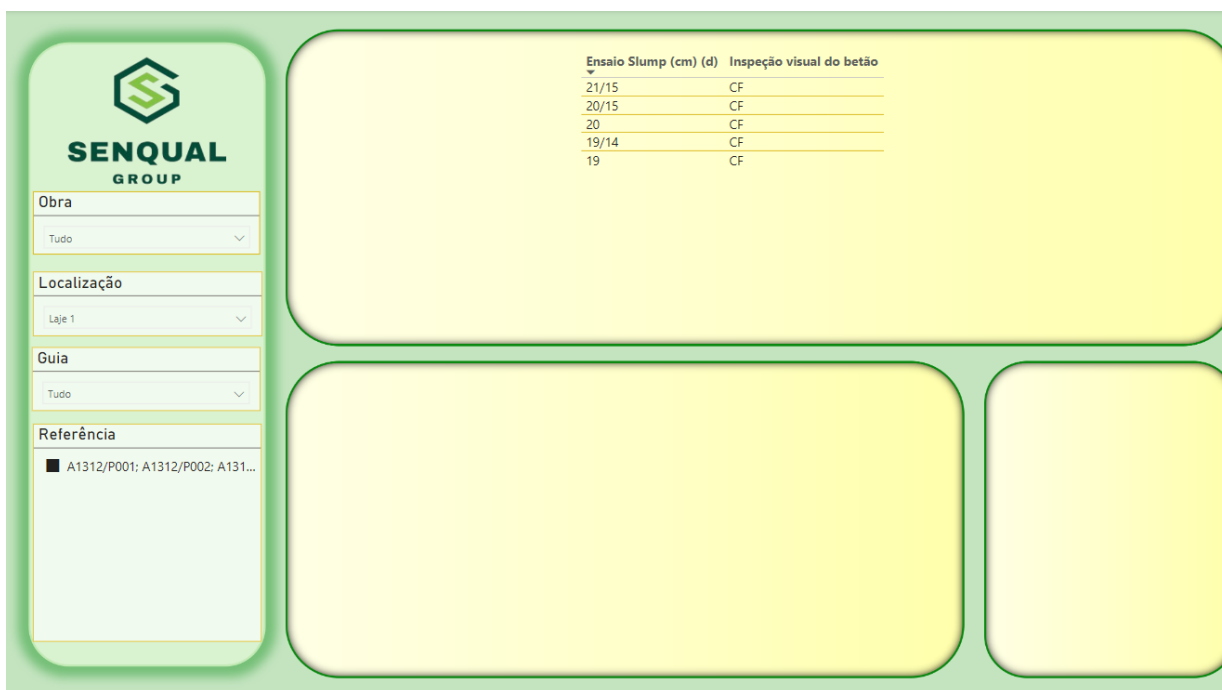


Figura 92-Dashboard do Ensaio de Abaixamento (Slump Test)

Nesta *dashboard* seria relevante incluir um gráfico com os valores resultantes do ensaio de *slump*, onde se visualizasse diretamente a Classe a que os mesmos pertencem, conforme se apresenta o exemplo seguinte. Não foram encontradas formas de o realizar através das funções do painel de visualizações do PowerBi, considerando-se também este, um aspeto a considerar nas oportunidades de melhoria.

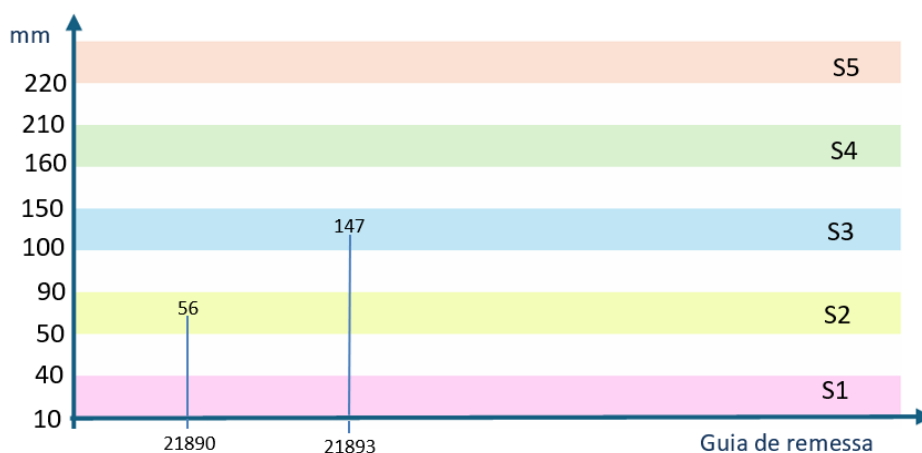


Figura 93- Gráfico para Ensaio de Slump

Importa concluir este subcapítulo referindo que as *dashboards* apresentadas representam um

esboço, tendo sido o principal foco o estudo de inserção de dados no Power BI e respetivo tratamento dos mesmos. A estética das mesmas restringiu-se ao básico, podendo ser melhorada nos mais variados aspetos.

3.5 Inserção de Modelos 3D nas *Dashboards*.

Tal como já foi referido, a maioria dos clientes da SENQUAL não apresentam modelos 3D das obras para as quais requisitam ensaios. Não sendo viável nem sendo o propósito da empresa, ter alguém com a função de modelar, recorreu-se à alternativa das dashboards para a apresentação dos resultados de uma forma inovadora. No entanto, de modo a estudar alternativas para o objetivo inicial e conjugando com o trabalho em Power Bi apresentado, descreve-se neste capítulo a forma de inserção dos modelos 3D nas dashboards.

Uma vez que o caso de estudo representava uma estrutura simples, procedeu-se à modelação do desenho fornecido em Autocad, através do Revit.

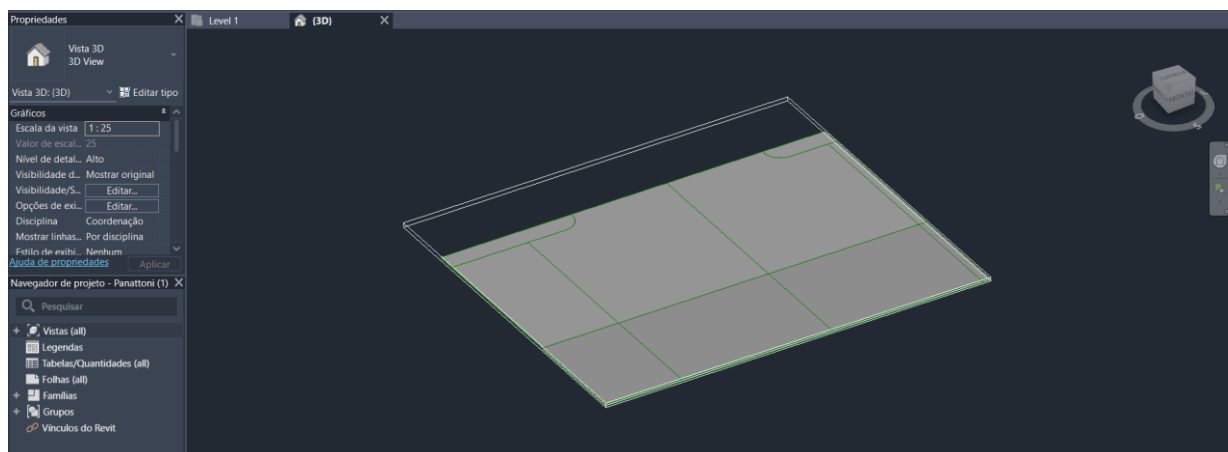


Figura 90-Modelo 3D do pavimento do Caso de Estudo

O primeiro programa testado para o efeito pretendido, foi o Speacle. Este programa apresenta uma estrutura com código aberto para qualquer projeto em 3D, pretendendo a interoperabilidade entre diferentes softwares.

Começou por se instalar o “Manager for Speckle” e as respetivas extensões do Power Bi e Revit.

No Revit, aproveitou-se o parâmetro “Marca” (embora se pudesse criar outro) para nomear os elementos- lajes e cais, de modo a enviar a informação para o Speckle e obter um link que será necessário posteriormente.

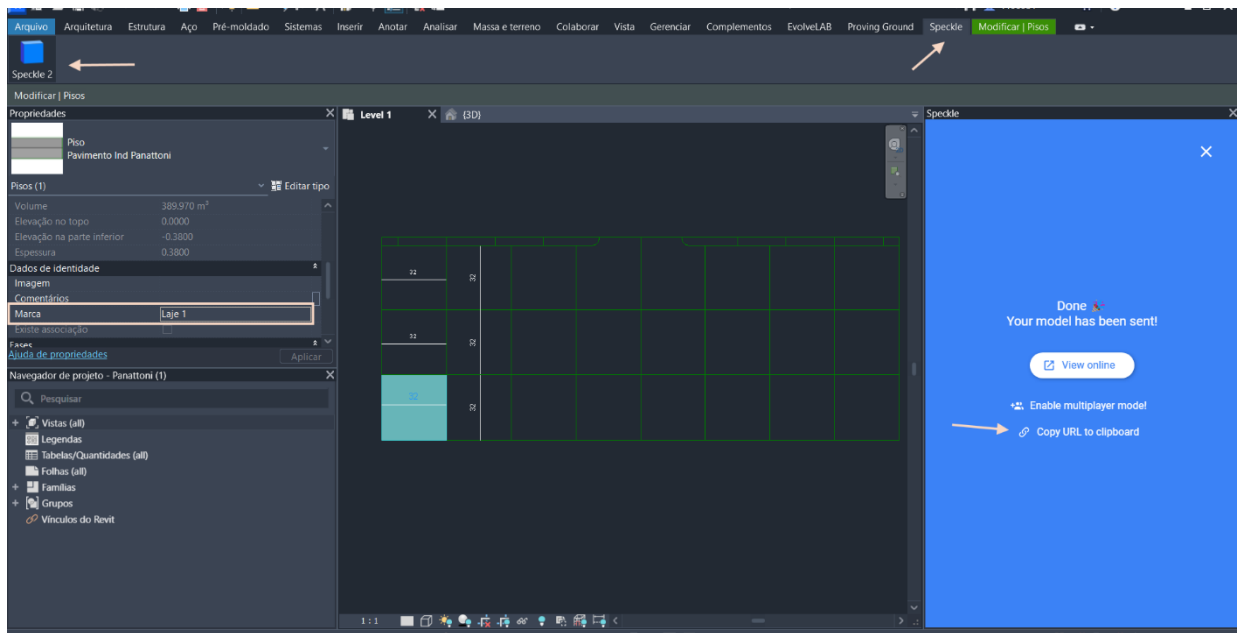


Figura 91-Envio da informação do Revit para o Speckle

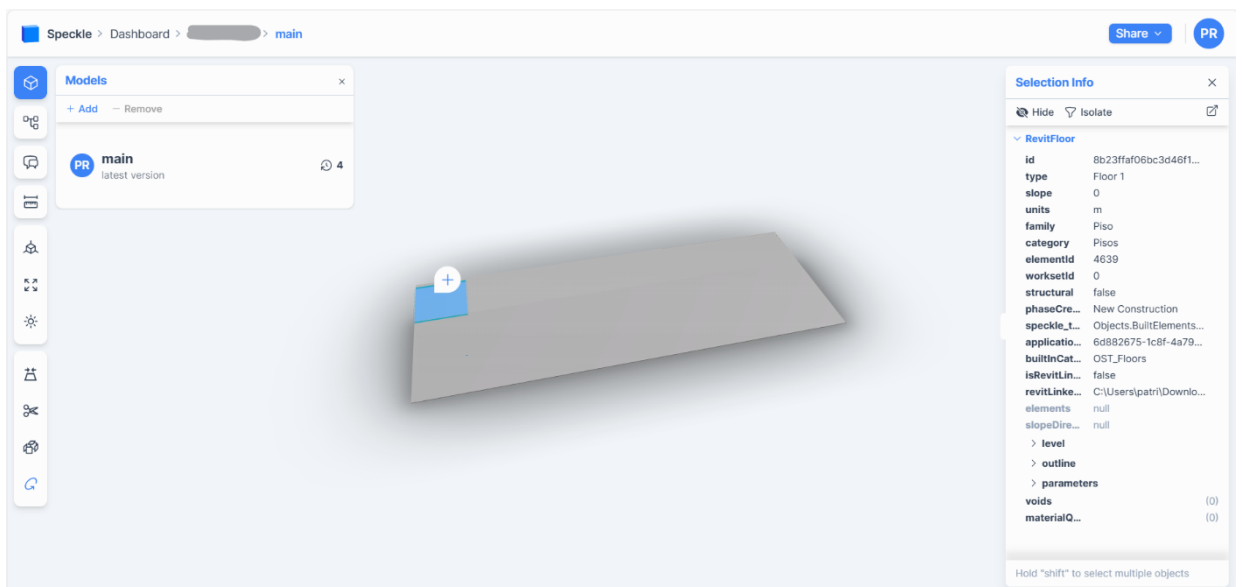


Figura 92-Janela "View Server" do Speckle

Para associar o Speckle ao Power Bi, abre-se o segundo e recorre-se ao painel de visualizações (já conhecido em subcapítulos anteriores), importando-se a extensão instalada anteriormente.

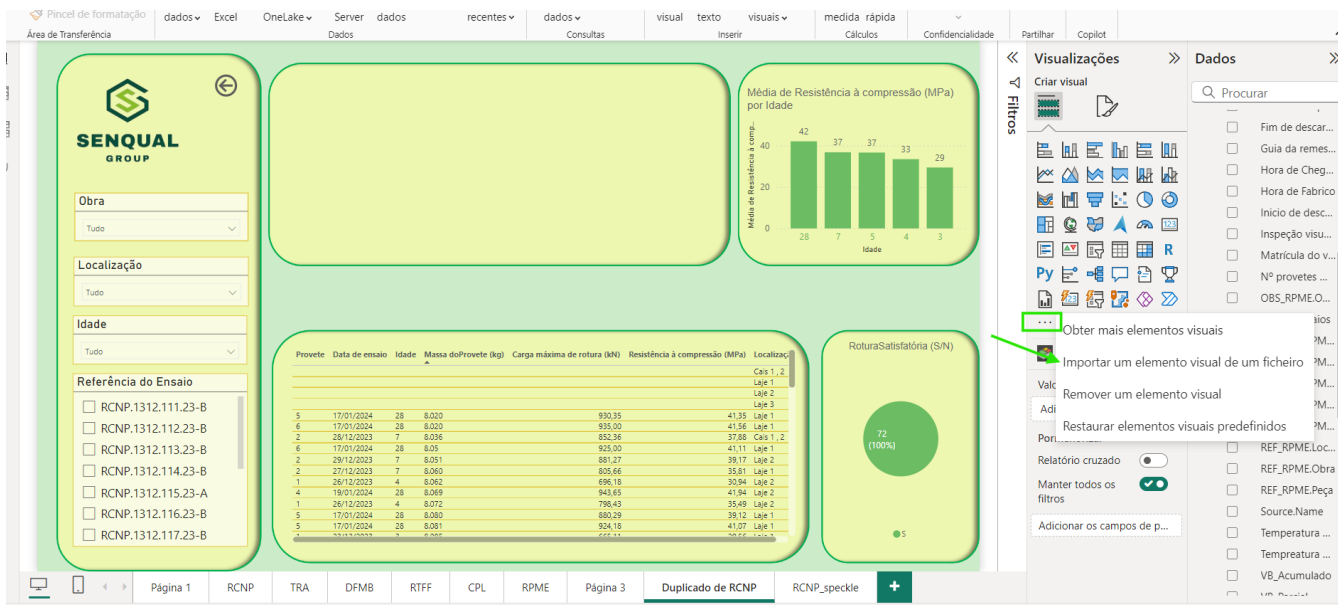


Figura 93-Importação da extensão do Speckle para o Power Bi

Após a abertura do ícone do Speckle, recorre-se ao botão “Obter dados” de modo a inserir o link obtido anteriormente.

Caso a opção pretendida não apareça, é necessário recorrer às definições de Segurança do programa através de “Opções e definições”, pois o Power Bi pode não estar a aceitar a extensão em questão.

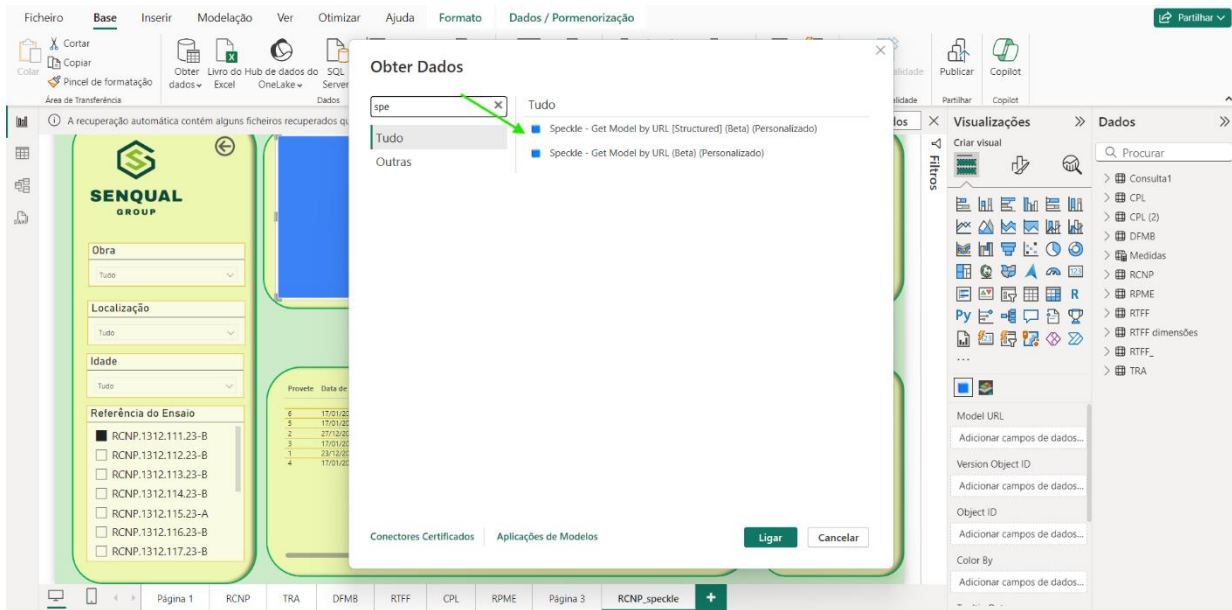


Figura 94-Inserção de dados através do Speckle

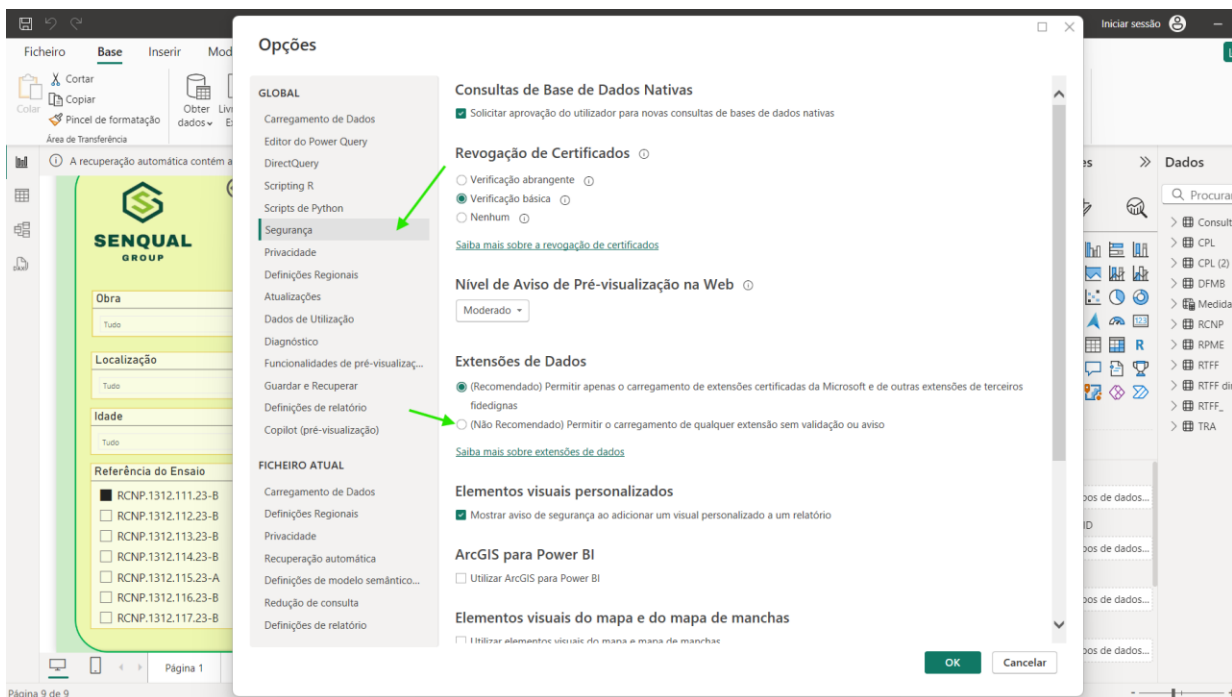


Figura 95-Validação da extensão

Após a inserção do link, os dados são carregados, permitindo a sua transformação tal como acontecia anteriormente com a inserção através de folhas de Excel. Selecionando “Parameters” na última coluna, filtra-se os nomes atribuídos aos elementos do projeto, conforme pretendido.

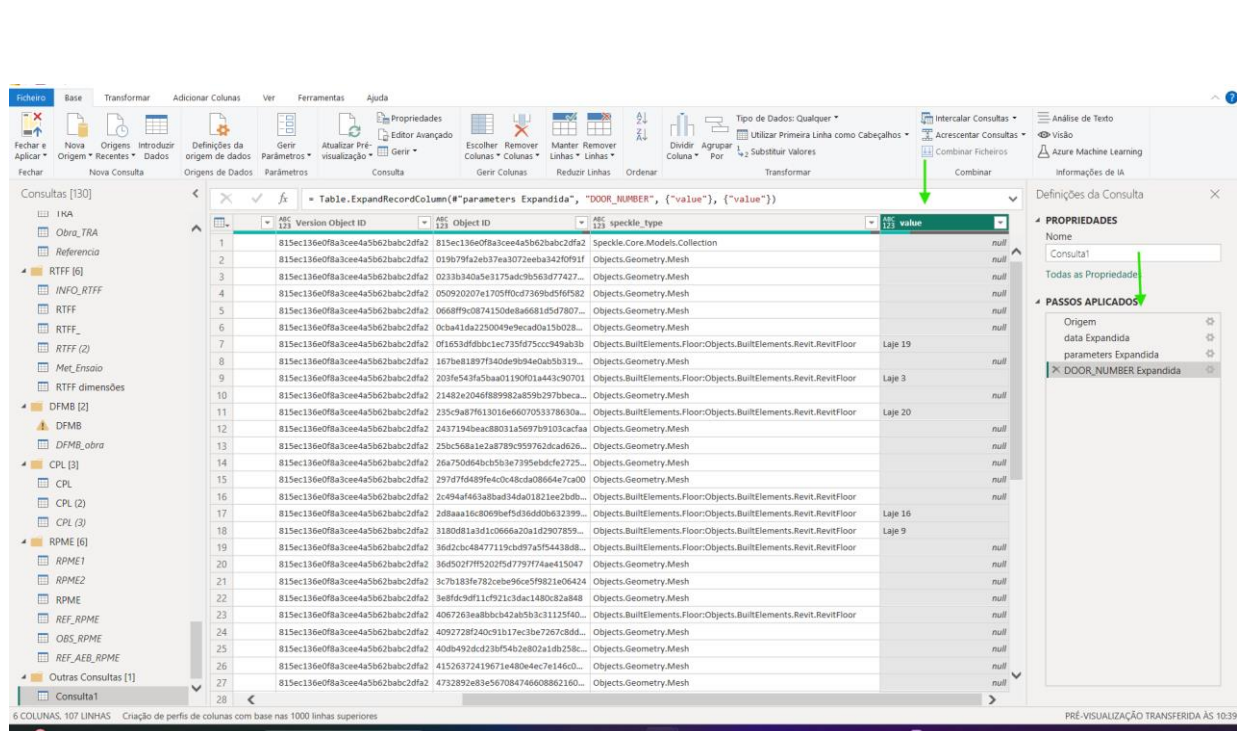


Figura 96-Transformação de dados de Speckle

Um dos desafios observados nesta etapa deveu-se ao modo de organização da informação. Os nomes dos elementos foram obtidos após a expansão de “Door_Number”. Depois de verificadas as propriedades dos elementos no modelo Revit, confirmou-se que os mesmos estavam inseridos em “Revit Floor”-> “family: Floor” -> “category: Floors”, pelo que, se assume que esta será uma das características limitadoras do programa Speckle. Foi necessário recorrer à abertura de cada parâmetro apresentado, a fim de encontrar os nomes atribuídos.

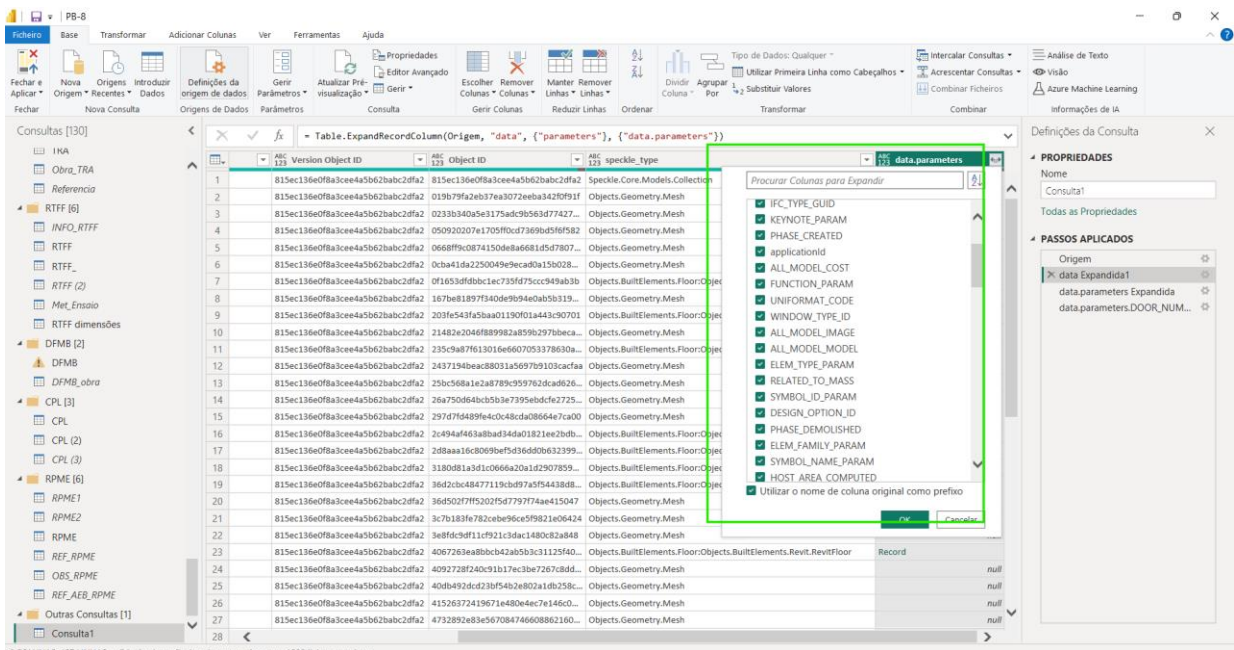


Figura 97- Característica do Speckle

Após o tratamento de dados e depois de carregados do *Power Query* para o *Power Bi* como o habitual, procedeu-se à inserção do modelo, seguindo o raciocínio usado aquando da inserção de gráficos e tabelas, pelo painel de visualização.

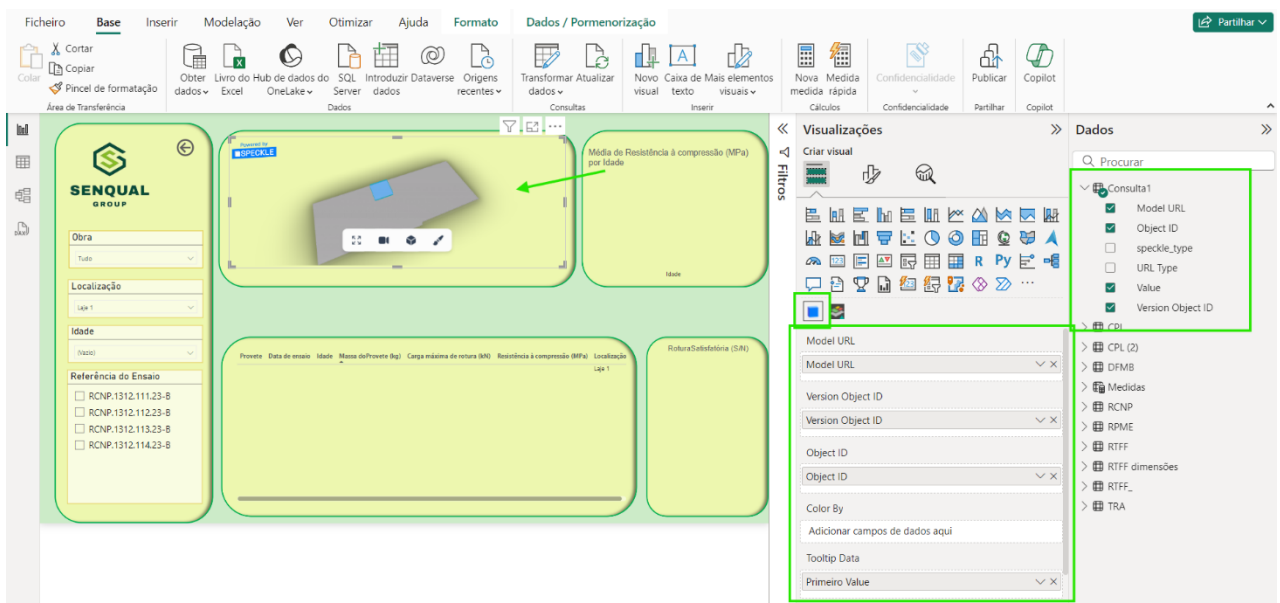


Figura 98- Inserção do modelo 3D na dashboard

Finalmente, resta associar o mesmo às localizações dos ensaios. Ao contrário do sucedido na maioria das relações estabelecidas no desenvolvimento do capítulo anterior (através da consulta intercalar de tabelas), apresenta-se de seguida uma alternativa, de modo a explorar um elemento/função do programa diferente. A “Vista de Modelo” permite visualizar as tabelas e dados inseridos no documento, bem como as relações que as mesmas apresentam. Através de “Gerir Relações”, basta seleccionar as tabelas e respetivas colunas que se pretende associar, estipulando o que tipo de relação pretendida.

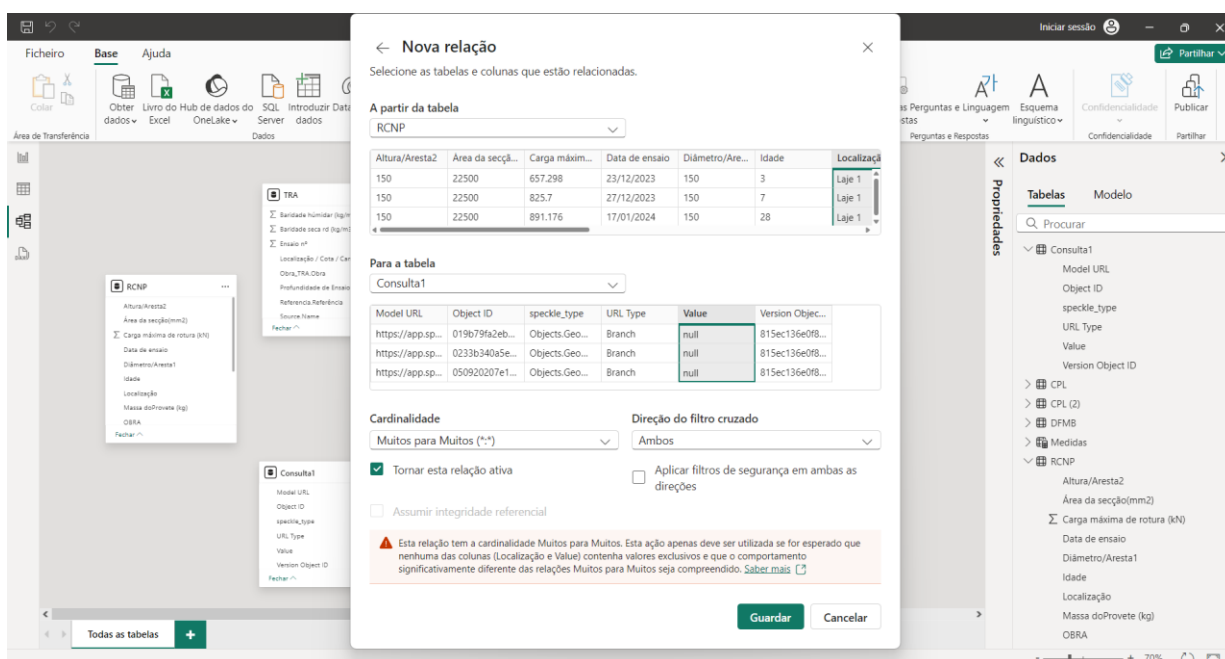


Figura 99-Relações entre tabelas.

Deste modo, quando o utilizador selecciona a localização do ensaio que deseja consultar, o modelo 3D aproxima, deixando o elemento em questão seleccionado, como se apresenta na seguinte figura.



Figura 100-Dashboard interativa com modelo 3D.

Embora o resultado corresponda ao objetivo pretendido, considerou-se que a possibilidade de alterar as cores e/ou delinear os elementos do modelo, seria uma melhoria a considerar. Uma vez que o restante modelo (além do elemento selecionado) apresenta uma cor bastante desvanecida, poderá não corresponder à facilidade de perspetivar a localização, ao nível que era expectável.

No estudo de soluções face ao exposto, foi colocado como opção o programa 3DBI.

Apresenta-se, de seguida, as etapas realizadas para o mesmo, sendo estas idênticas às utilizadas para o programa Speckle.

Após a instalação das extensões para o Revit e Power Bi, exporta-se as informações do modelo no primeiro.

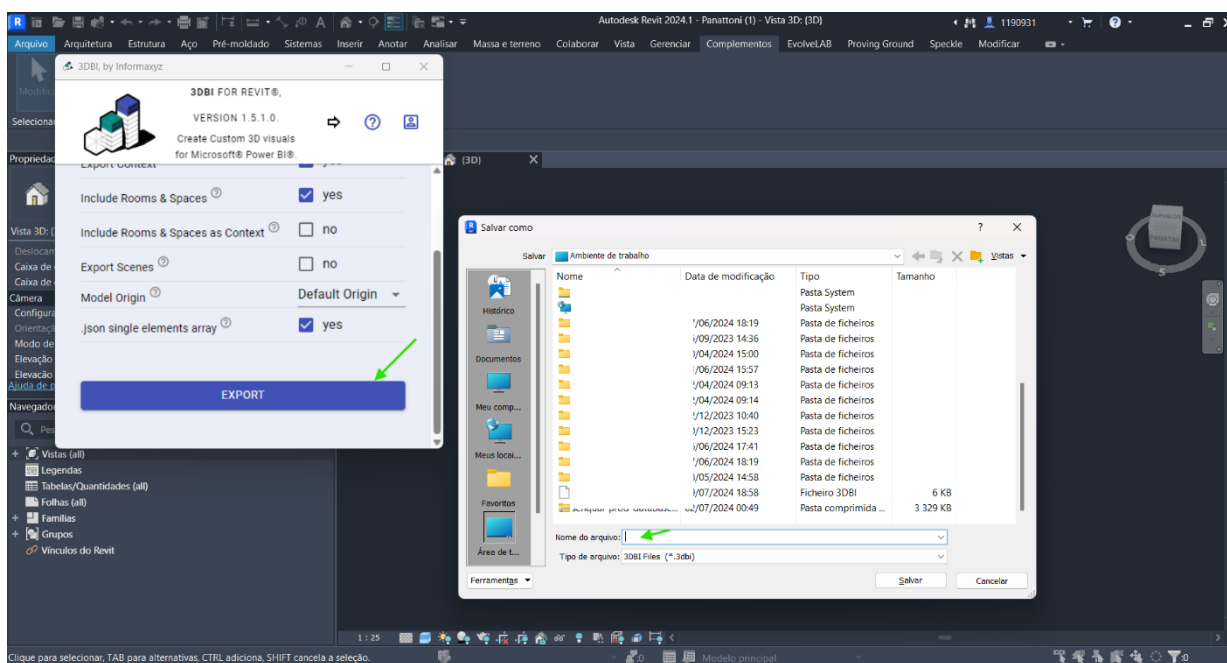


Figura 101-Exportação das informações do Revit para 3DBI

À semelhança da forma como se procedeu para o Speckle, através do painel de visualização importamos a extensão do 3DBI para Power BI, a usar posteriormente.

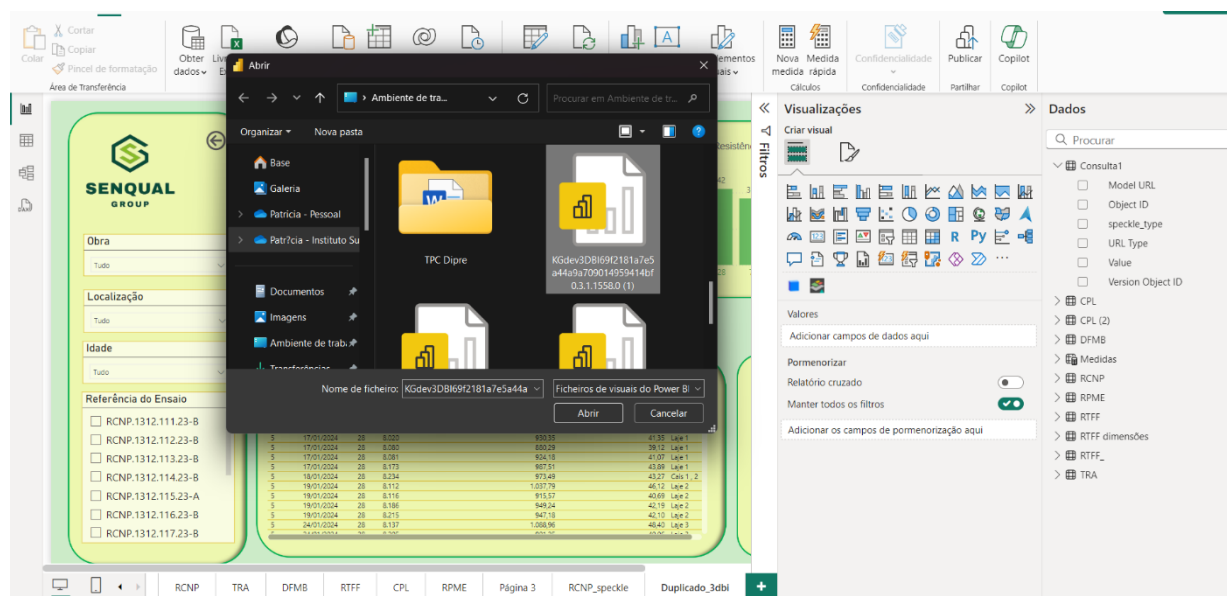


Figura 102-Importação da extensão do 3DBI para o PowerBI.

Seguidamente, importa-se o ficheiro extraído do Revit. Este encontra-se em formato JSON.

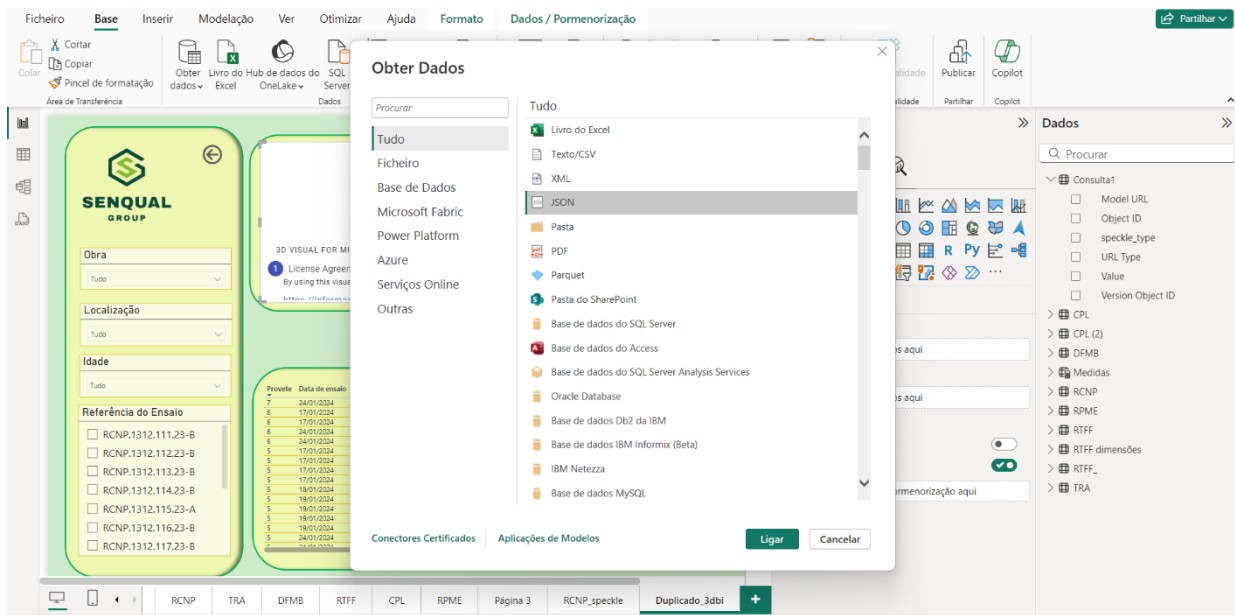


Figura 103-Inserção de dados através do 3DBI

A próxima etapa refere-se à transformação de dados, com o intuito de filtrar os nomes atribuídos aos elementos, numa das colunas da tabela. Aqui verifica-se um melhor desempenho do programa em comparação ao anterior, uma vez que este apresenta todos os parâmetros segundo a lógica expectável, resultando numa forma de trabalho muito mais intuitiva e rápida.

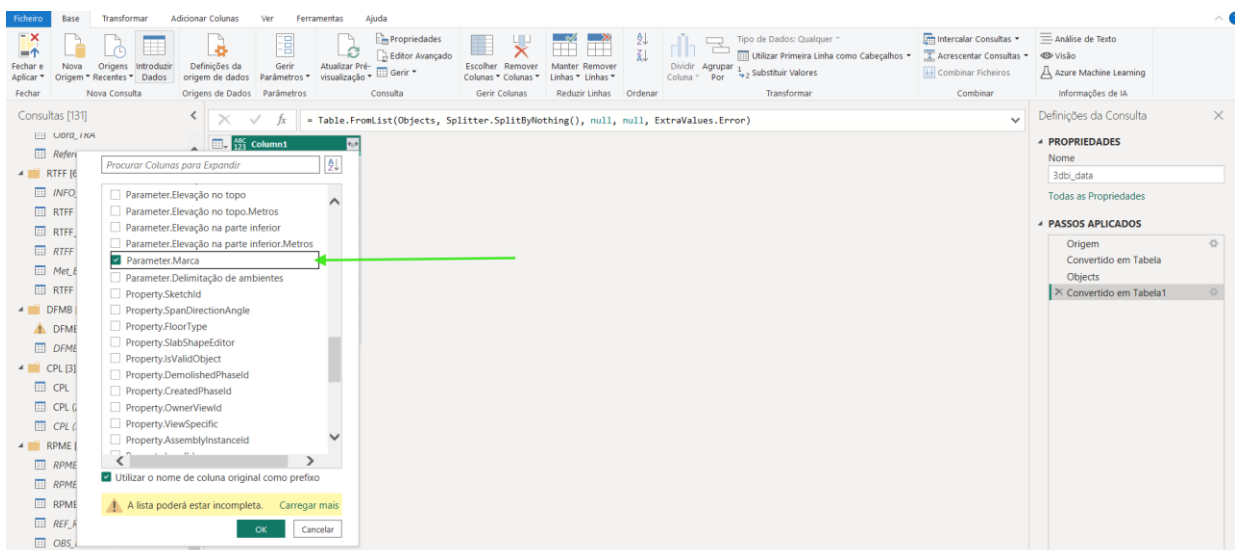


Figura 104-Transformação de dados do 3DBI

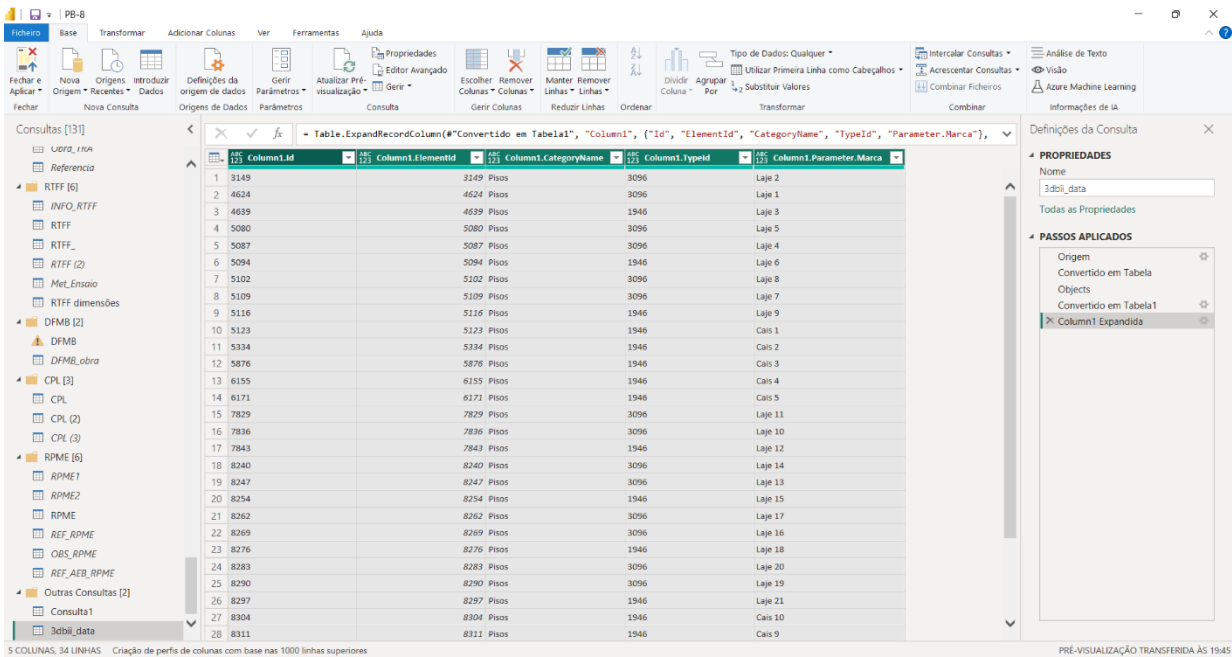


Figura 105-Tabela de dados organizada para o modelo 3D

Por fim, inseriu-se o modelo 3D na *dashboard* e estabeleceu-se a relação necessária para que este se tornasse interativo com a consulta da localização, da mesma forma como se realizou para o Speckle.

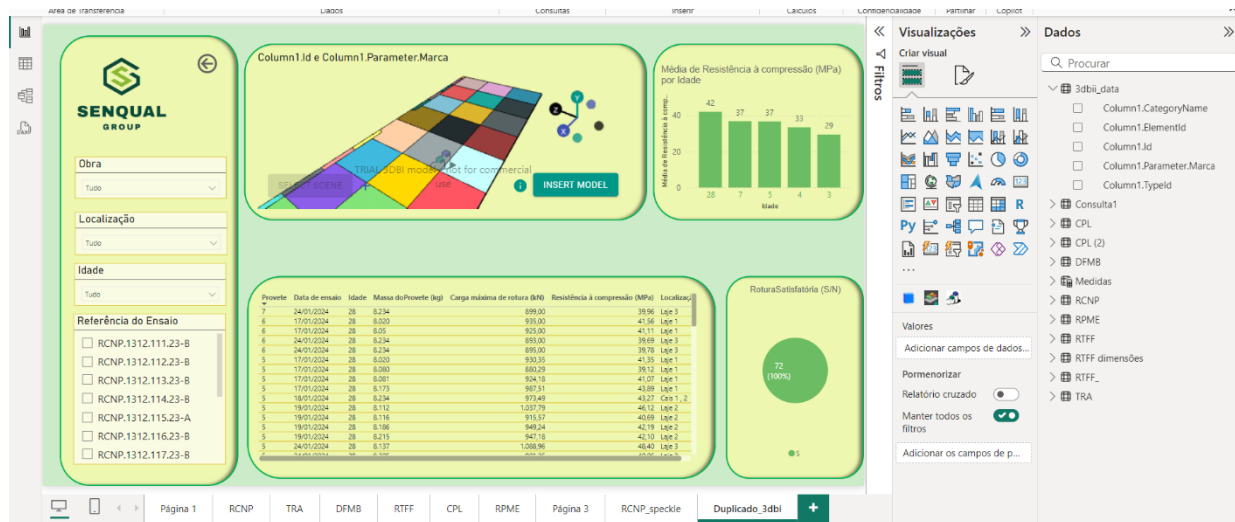


Figura 106-Dashboard final com modelo 3D através do 3DBI

A nível estético, este programa já apresenta variedade de cores correspondentes aos diferentes elementos/localizações, o que o torna mais apelativo e perceptível quando comparado com o Speckle.

3.6 Elaboração da Dashboard Final

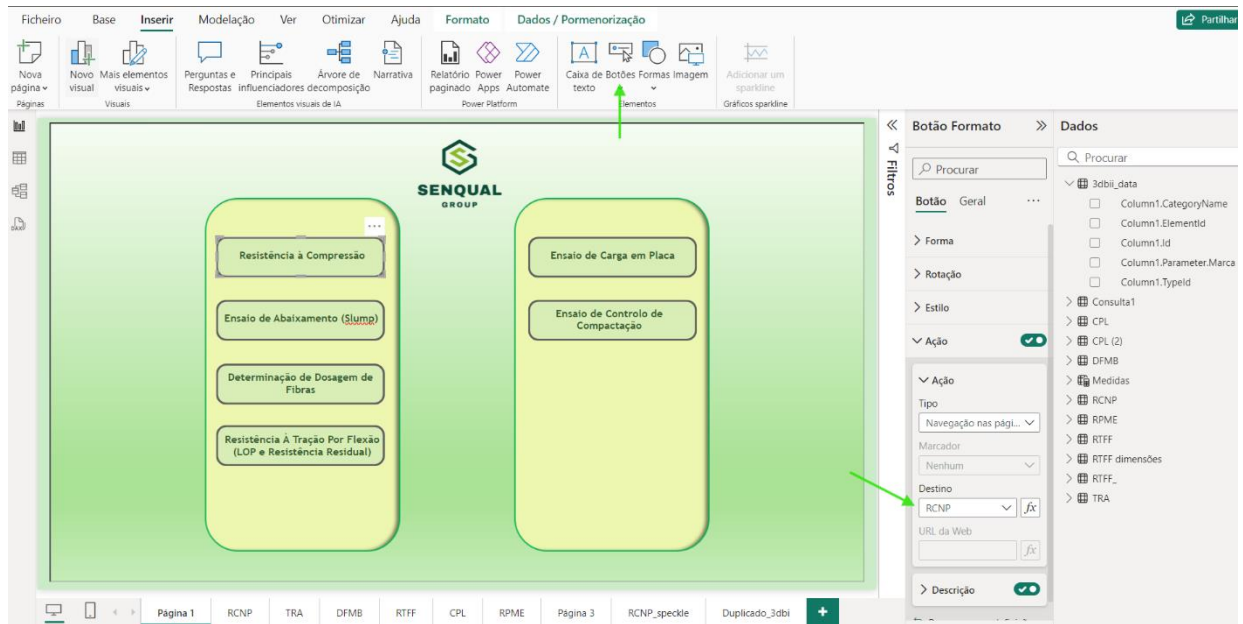


Figura 107-Dashboard Final

Foi realizada uma página a título de exemplo de como poderia ser realizado o painel principal de acesso.

Tal como nas restantes *dashboards*, recorreu-se ao PowerPoint para realizar de forma simples e rápida uma imagem de fundo, na qual se colocou duas divisórias, uma para os ensaios relacionados com Ensaios de Betão e outra para Ensaios Geotécnicos.

Na opção “Botões” que se destaca na imagem anterior, cria-se os botões pretendidos. Para cada um, seleciona-se a página para a qual se pretende dirigir ao clicar no botão, através da seleção em “Destino”, no painel de visualizações.

Para se verificar esta ação antes da publicação do ficheiro, é necessário premir a tecla “Ctrl” em simultâneo com o clique sobre o botão.

3.7 Versão de esquema móvel

O *Power Bi* apresenta a possibilidade de adaptar/criar *dashboards* em formato móvel. Conhecendo a app *Inspect* (Screeningeagle.com) usada para Inspeções, realizou-se um rascunho de semelhanças que se poderiam considerar a incluir no software, nesse formato. Apresentam-se as imagens representativas em Anexo.

3.8 Atualização

A correta transformação de dados referentes aos diversos ensaios é crucial, bem como a manutenção constante da sua atualização, garantindo a consistência de resultados na versão mais recente.

Para tal, o *Power Bi* dispõe duas formas de o fazer: manual ou automática, dependendo das fontes de dados, número de atualizações necessárias, entre outros; e pode ser total ou parcial.

Durante o desenvolvimento das *dashboards*, a atualização era realizada manualmente, utilizando um botão com essa capacidade no menu de opções do *Power View*.

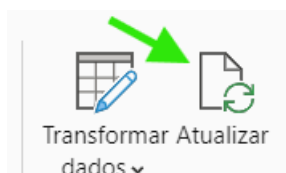


Figura 108-Botão para atualização manual de dados

Posto isto, os dados dos resultados de ensaios eram atualizados consoante os novos preenchimentos, no caso, das folhas de Excel.

Porém, após a publicação do relatório/ *dashboard* no *Power BI Service*, este já apresenta formas mais práticas de o fazer. Através do menu de opções, selecionando a opção de “Agendar atualização” é possível inserir os detalhes necessários para o agendamento da atualização, conforme se apresenta na seguinte figura:

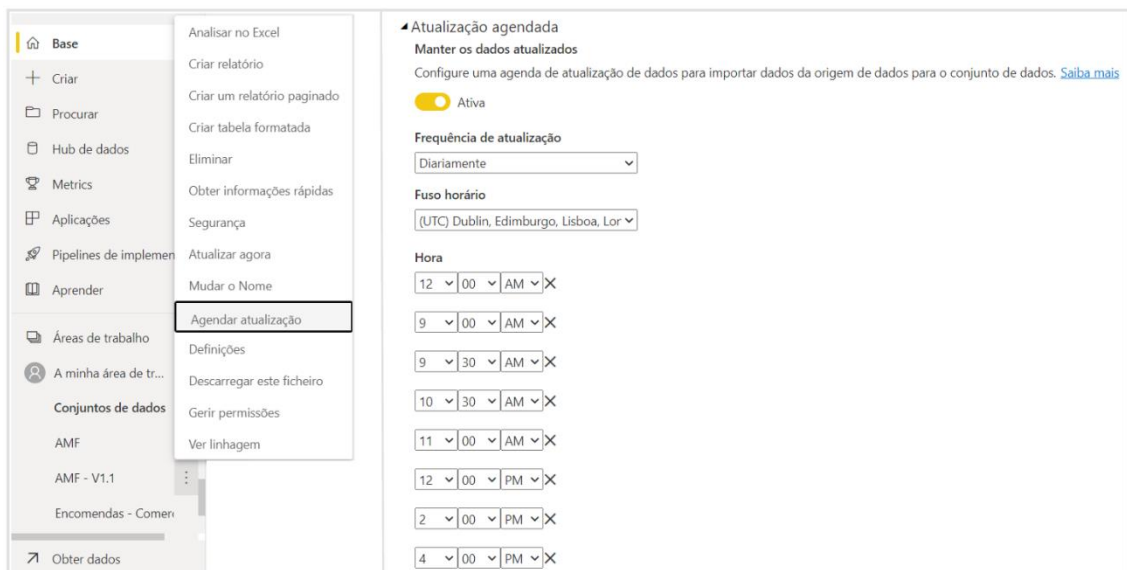


Figura 109-Atualização automática no Power Service

Caso fosse pretendida manter a opção de atualização manual, o mesmo implicaria a abertura do ficheiro no *Power Bi* e respetiva publicação, de cada vez que se procedesse a uma atualização.

4 Conclusões e Oportunidades de Melhoria

4.1 Conclusões

O avanço tecnológico aplicado às mais diferenciadas áreas veio não só elevar os padrões de qualidade dos produtos/serviços prestados, como também dar uma maior capacidade de resposta por meio da agilização de processos.

A SENQUAL no seu setor, depara-se diariamente com centenas de resultados e trocas de inúmeros ficheiros. O presente estudo de construção de *dashboards*, com o propósito de incluir no software da empresa, apresenta-se como um método inovador capaz de otimizar os vários aspetos mencionados na tabela apresentada no início do capítulo 3.

A pesquisa constante durante o desenvolvimento, permitiu concluir que já são várias as ferramentas existentes para a visualização de dados, presenciando-se uma forte tendência para o desenvolvimento destas e crescente utilização pelas empresas, nomeadamente para análise e comparação de dados estatísticos.

O mesmo acontece face às extensões existentes para inclusão de modelos 3D nas *dashboards*. Embora já sejam algumas, existe uma grande margem de melhoria na maioria destas. Entre os programas testados- Tracer, Speckle e 3DBI, o último revelou-se mais eficiente e organizado face aos restantes.

Importa mencionar que durante o processo, foi sempre tido em consideração a viabilidade de implementação e custos, associados ao contexto da empresa. Neste sentido, após a realização de reuniões com a Microsoft e a Hydra It, concluiu-se que o Power BI era a opção mais adequada, exigindo a compra de somente uma licença para a criação das *dashboard* e partilha destas, neste caso, com os clientes. Sendo as mesmas realizadas individualmente, consoante se verificou no presente trabalho, é garantida a confidencialidade de dados entre indivíduos.

De modo geral, considera-se obtido o objetivo proposto, dentro das limitações acarretadas. O período de estágio permitiu à autora um contacto com o mundo profissional e situações de trabalho, aprofundando sobretudo os conhecimentos no âmbito laboratorial e desenvolvendo outras competências a par da necessidade de aprendizagem de uso de softwares novos e procura de soluções aos desafios encontrados.

4.2 Limitações e Oportunidades de Melhoria

Relembrando o mencionado no início do relatório, este projeto é considerado somente uma parte de um todo, que terá agora continuidade por outro aluno, desenvolvendo-se à medida que o software interno da SENQUAL vai também sendo finalizado pelo técnico informático responsável.

Neste sentido, importa sintetizar limitações e oportunidades de melhoria no desenvolvimento futuro.

- Uma vez que o software até ao momento, apenas contava com a incorporação de um ensaio, o estudo neste trabalho acabou por se limitar à inserção maioritária de dados através de folhas de Excel. Sendo o objetivo final, que esta seja feita totalmente pela base de dados do software, teria sido mais proveitoso caso este já se encontrasse num nível mais avançado.
- Dentro do objetivo geral da construção da *dashboard*, foi valorizada a inclusão do modelo 3D. Tal como se verifica na maioria dos casos, o cliente do caso de estudo não o possuía em relação à obra em questão. Neste sentido, a pesquisa e estudo de programas que automatizem/auxiliem a passagem de 2D para 3D, seria uma mais-valia. A autora, a título de curiosidade, instalou e tentou usar o programa *Hélix* para esse efeito, no entanto, este apresenta ainda várias limitações como, por exemplo, a incapacidade de realizar pavimentos como era necessário neste caso.
- Quando a obra se inclui num patamar de complexidade elevado, a tarefa dificulta-se no que se refere ao ponto anterior. Nesses casos, poderia optar-se pela não inclusão do modelo 3D (inexistente) na *dashboard*. Assim, seria pertinente a existência de dois *templates*: uma para quando se pretende incluir o modelo 3D e outro para quando não se pretende fazê-lo.
- O surgimento de erros durante a construção das *dashboards* e até mesmo na abertura da base de dados do software, deveu-se, muitas das vezes, a questões de sintaxe. Isto é, os boletins de ensaio contêm diversos símbolos e caracteres especiais que, por vezes, não eram compatíveis durante os programas. De forma a facilitar, seria necessária uma revisão e otimização interna por parte da empresa, nesse sentido.
- Articulando com o ponto anterior, a autora acredita na utilidade que teria uma espécie de dicionário com as diferentes nomenclaturas, que se fosse atualizando à medida que haja alterações de referências. Este seria útil tanto internamente para os colaboradores, como para os clientes em caso de dúvidas sobre os significados de certos símbolos.
- Uma das limitações verificadas no modelo 3D aquando do uso do 3DBI, relaciona-se

também com a forma de identificação das localizações nos boletins. Por exemplo, um destes, continha como localização “Cais 1,2”, sendo que, estando os elementos do modelo 3D nomeados individualmente, ao se selecionar esta localização no filtro da *dashboard*, a mesma não assume a seleção como seria expectável no modelo 3D. Esta situação também apenas é revertível alterando indicações internas na empresa.

- Face ao *Power BI Service* referido de forma muito superficial no subcapítulo “Atualização”, este apresenta diversas opções a explorar futuramente. Para a atualização, é necessário definir a ligação à base de dados ou, caso seja por pastas, apenas pelo uso do *gateway*. A ligação também pode ser feita por *sharepoint*, sendo uma opção interessante a aprofundar, no sentido de a empresa possuir uma *cloud*.
- Ainda em relação ao *Power BI Service*, tomou-se conhecimento da possibilidade de configurar o envio de relatórios automaticamente via email. Esta é uma tarefa que otimizaria o processo, retirando a necessidade de o fazer, aos serviços administrativos.
- Numa fase final do desenvolvimento do trabalho, questionou-se a vantagem de se realizar as *dashboards* “por obra” ao invés de “por cliente” conforme foi realizado, uma vez que, o responsável por cada obra muitas vezes difere.
- Conforme foi mencionado num dos capítulos do trabalho, a autora não dispensou muito tempo na exploração das questões estéticas, podendo estas ser bastante melhoradas. O painel de visualizações do *Power Bi* apresenta diversas opções de fundos, cores, estilos de letras, formas de botões, etc.

Referências

- Ahmad, M. U., & Murray, J. (2018). Understanding the connect between digitalisation, sustainability and performance of an organisation. *International Journal of Business Excellence; Vol. 17, No. 1*, 83-96.
- Allen, L., Atkinson, J., Jayasundara, D., Cordiner, J., & Moghadam, P. Z. (14 de May de 2021). Patterns. *Data visualization for Industry 4.0: A stepping-stone toward a digital future, bridging the gap between academia and industry*.
- Anderl, R. (2014). Industrie 4.0 - Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production. *Conference: 19th International Seminar on High Technology (Piracicaba, Brasil October 9th, 2014)*.
- Andrade, F. S. (2023). *Metodologia BIM Aplicada A Inspeções*. Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). Relatório final de Licenciatura.
- BibLus. (18 de Janeiro de 2022). *Biblus*. Obtido de <https://biblus.accasoftware.com/ptb/21-softwares-bim-mais-usados-em-2022/>
- Block, D. C. (2022). 12 Reasons Your Digital Transformation Will Fail. *Forbes*.
- Bloomberg, J. (2018). Digitization, Digitalization, And Digital Transformation: Confuse Them At Your Peril. *Forbes*.
- Brennen, J. S., & Kreiss, D. (2016). Digitalization. Em J. S. Brennen, & D. Kreiss, *The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy* (pp. 1-11).
- buildingSMART. (5 de April de 2024). *buildingSMART*. Obtido de <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>
- cafe, B. (22 de Agosto de 2023). *BIM cafe*. Obtido de Linkdin : <https://www.linkedin.com/pulse/top-10-best-bim-software-programs-bim-cafe/>
- Clerck, J. (2017). i-SCOOP. *Digitalization, Digital Transformatioon: The Differences*.

- Comission, E. (2022). *Índice de Digitalidade da Economia e da Sociedade (IDES) de 2022* .
- Costa, A. A., Azenha, M., & João Poças Martins, R. P. (27 de janeiro de 2021). BIM nas Autarquias. *Guia compreensivo para a Implementação do BIM*.
- Coutinho, J. S. (2003). *NP EN 12350- Ensaios do betão fresco*.
- Crittenden, W. F., Biel, I. K., & Lovely, W. A. (2019). Embracing Digitalization: Student Learning and New Technologies. *Journal of Marketing Education*, v41 n1 p5-14.
- Devereux, M. P., & Vella, J. (2018). *Debate: Implications of Digitalization for International Corporate Tax Reform* (pp. Volume 46, Issue 6/7;pp. 550 – 559). Intertax.
- Digital, E. d. (21 de Junho de 2022). *Portugal Digital*. Obtido de <https://portugaldigital.gov.pt/>
- Duarte, T. M. (2018). *Implementação de um Sistema de Business Intelligence*. Escola Superior de Tecnologia de Tomar. Dissertação de Mestrado em Analítica e Inteligência Organizacional.
- Esteves, R. L. (2020). *O impacto da Indústria 4.0 no aumento da resiliência das empresas em tempos de crise (COVID-19)*. Universidade Beira Interior. Dissertação de Mestrado, Engenharia e Gestão Industrial.
- Faria, F. S. (2017). *Ferramenta para Integração de Resultados de Ensaios de Controlo De Qualidade de Materiais em Modelos BIM*. Instituto Superior de Engenharia do Porto- Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil.
- Ferreira, M. B. (2017). *Análise experimental de estruturas de betão*. Instituto Superior de Engenharia do Porto- Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil.
- Gaspar, M. V., Collin, M. P., Devereux, M. M., Snabe, M. J., Varrak, M. T., Walsh, M. M., & Westberg, M. B. (2014). Commission Expert Group on Taxation of the Digital Economy. European Commission.
- Gebre-Mariam, M., & Bygstad, B. (March de 2019). Information and Organization. *Digitalization mechanisms of health management information systems in developing countries*, p. 29(1).

- Gobble, M. M. (July de 2018). Semantic Scholar. *Digitalization, Digitization, and Innovation*, pp. 56–59.
- Hagberg, J., Sundström, M., & Egels-Zandén, N. (2016). The digitalization of retailing: an exploratory framework. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 44(7):694-712.
- Hansen, D., Shneiderman, B., & Smith, M. A. (2011). Analyzing Social Media Networks with NodeXL: Insights from a Connected World. Burlington, MA: Morgan Kauffman. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 27(4):405-408.
- IEA. (2017). Obtido de Digitalization & Energy: <https://www.iea.org/digital/>
- Insights, S. (2023). *SAS Insights*. Obtido de https://www.sas.com/pt_pt/insights/big-data/data-visualization.html
- Johansson, P. E., Malmskold, L., Åsa AB Fasth, F.-B., & Moestam, L. (2019). Challenges of handling assembly information in global manufacturing companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Jorge, G. D. (2022). *Desafios e Limitações da Implementação do BIM em projetos de edificações*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL)- Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Civil.
- Klipfolio. (2024). *Klipfolio*.
- Kohli, R., & Melville, N. P. (17 de April de 2018). Wiley Online Library . *Digital innovation: A review and synthesis*.
- Lehmann, M., & Eling, M. (July de 2018). The Geneva Papers on Risk and Insurance Issues and Practice. *The Impact of Digitalization on the Insurance Value Chain and the Insurability of Risks*, pp. 43(3):359-396.
- Lenka, S., Parida, V., & Wincent, J. (Março de 2017). Psychology and Marketing . *Digitalization Capabilities as Enablers of Value Co-Creation in Servitizing Firms: DIGITALIZATION CAPABILITIES*, pp. 34(1):92-100.

Lerch, C., & Gotsch, M. (September de 2015). Research-Technology Management. *Digitalized Product-Service Systems in Manufacturing Firms: A Case Study Analysis*, pp. 58(5):45-52.

Leviäkangas, P. (2016). *Digitalisation of Finland's transport sector*. Australia: Technol.

Lotha, G. (2024). *Britannica*. Obtido de <https://www.britannica.com/event/Industrial-Revolution>

MACHEKHINA, O. N. (2017). Digitalization of education as a trend of. *Revista Espacios*, Vol.38 (Nº40) p.26.

Matos, B. d. (2023). Transição Digital na Construção e a nova legislação. *Observador*.

Maxwell, L., & McCain, T. (1997 de July de 1997). Semantic Scholar. *Gateway or gatekeeper: The implications of copyright and digitalization on education*, pp. 141-157.

Microsoft. (s.d.). Obtido de <https://www.microsoft.com/pt-pt/power-platform/products/power-bi?market=pt>

Millar, C. C. (8 de Outubro de 2018). California Management Review. *Management Innovation in a VUCA World: Challenges and Recommendations*, pp. 5-14.

Morley, J., Widdicks, K., & Hazas, M. (April de 2018). Energy Research & Social Science. *Digitalisation, energy and data demand: The impact of Internet traffic on overall and peak electricity consumption*, pp. 128-137.

Ocean, J. (2 de February de 2024). *Revizto*. Obtido de Revizto: <https://revizto.com/en/best-bim-software-tools-2023/>

Parida, V., Sjödin, D., & Lenka, S. (s.d.).

Parida, V., Sjödin, D., & Lenka, S. (September de 2015). Research-Technology Management. *Developing Global Service Innovation Capabilities: How Global Manufacturers Address the Challenges of Market Heterogeneity*, pp. 58(5):35-44.

Parviainen, P., Tihinen, M., Kääriäinen, J., & Teppola, S. (2017). Tackling the digitalization

challenge: how to benefit from digitalization in practice. *Internacional Journal of Information Systems and Project Management*, Vol. 5 No. 1.

Pereira, M. D. (2016). *Implementação do BIM nas Organizações: Práticas e Sugestões para a Implementação*. Universidade do Minho-Escola de Engenharia. Dissertação de Mestrado em Sustentabilidade do Ambiente Construído.

Perez, C. (2015). From long waves to great surges: continuing in the direction of Chris Freeman's 1997 lecture . *European Journal of Economic and Social Systems*, Vol. 27 No. 1-2/2015 pp. 69-80 .

Pierre Eric Christian Johansson, L. M.-B. (2020). Challenges of handling assembly information in global manufacturing companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*.

Ramalho, A. B. (2022). *Digitalização de processos industriais numa empresa do setor da mobilidade elétrica*. Universidade de Coimbra.

Raphael Amit, C. Z. (2001). Value creation in E-business. *Strategic Management Journal* Volume 22, Issue 6-7, 493-520.

Reis, J., Amorim, M., Melão, N., Cohen, Y., & Rodrigues, M. (Agosto de 2020). *Digitalization: A Literature Review*, pp. 443-456.

Ribeiro, A. J. (2019). *Ensaio De Diagnóstico E De Caracterização do Betão*. Instituto Superior de Engenharia Do Porto- Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil.

Ribeiro, M. F. (2023). *Os Sistemas de Business Intelligence nas Organizações: Construção de um Dashboard em Power BI*. Universidade de Coimbra. Dissertação de Mestrado em Gestão

Ringenson, T., Höjer, M., Kramers, A., & Viggedal, A. (April de 2018). Sustainability. *Digitalization and Environmental Aims in Municipalities*, p. 10(4):1278.

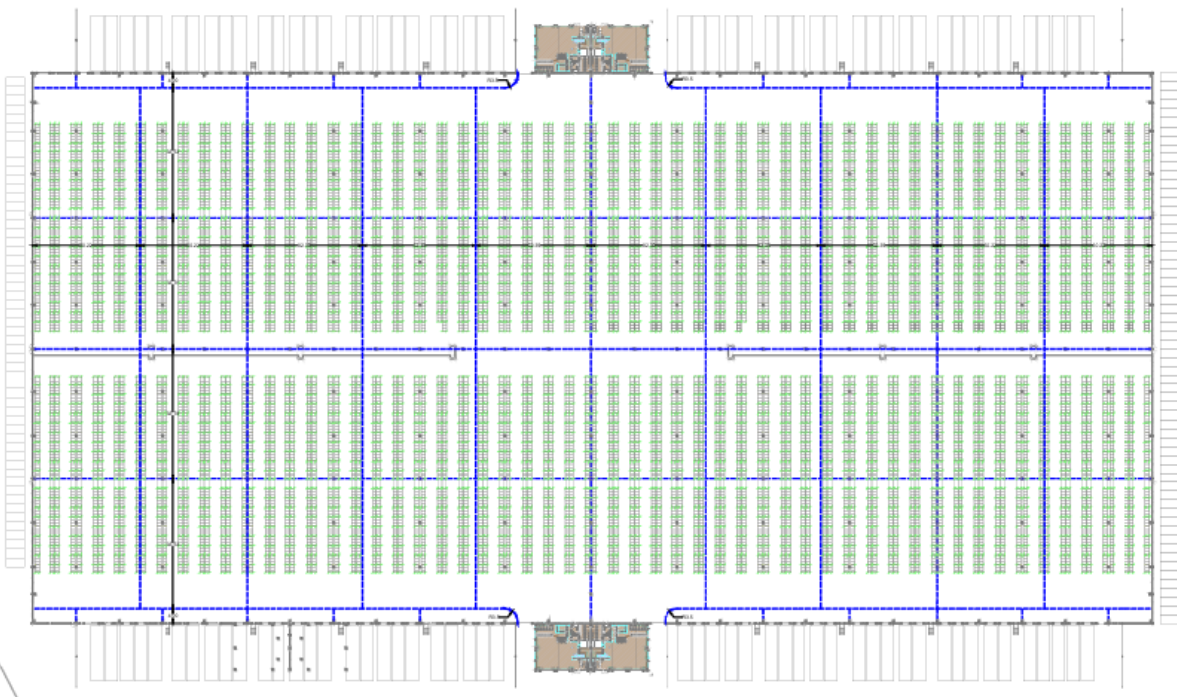
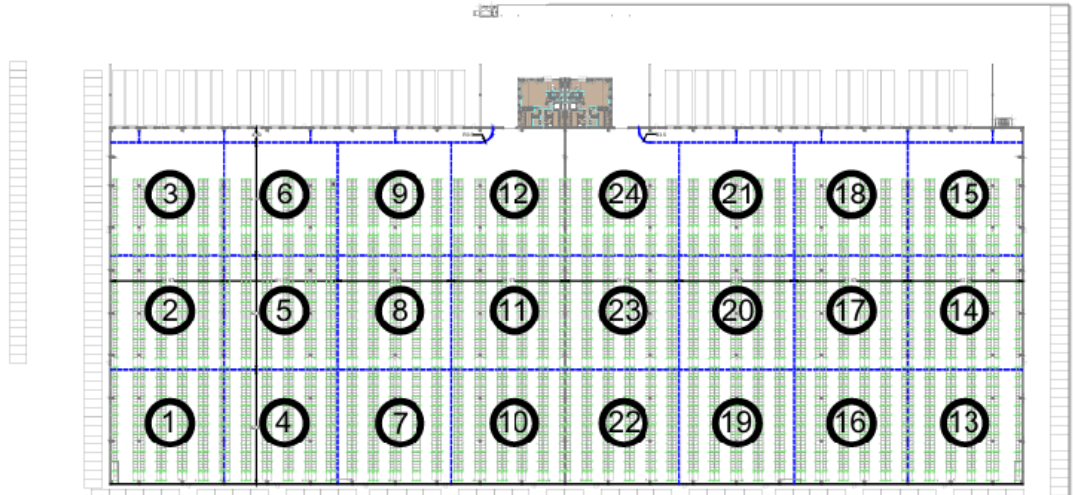
Sierra, J. (2016). *Indústria 4.0 a Quarta Revolução industrial*. Obtido de <https://www.compete2020.gov.pt/Missao>

Silva, Â. F. (2022). *Desenvolvimento de dashboards inteligentes para apoio à gestão da*

- produção*. Universidade do Minho. Dissertação de Mestrado-Engenharia de Sistemas.
- Silva, L. B. (2017). *Digitalização de processos em ambiente*. Instituto Superior de Engenharia do Porto. Dissertação de Mestrado- Engenharia Eletrotécnica.
- Snyder, S. (11 de January de 2019). *Talent, not technology, is the key to success in a digital future*. Obtido de World Economic Forum.
- Solutions, D. (24 de March de 2024). *DDC Solution*. Obtido de <https://ddcsolutions.co.uk/bim-software-tools/>
- Srai, J. S., & Lorentz, H. (2018). Developing design principles for the digitalisation of purchasing and supply management. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 25(1).
- Sturgess, G. (12 de September de 2022). Execution Excellence. *5 Requirements for Successful Digital Transformation Implementation*.
- Thorseng, A. A., & Grisot, M. (March de 2017). Information Technology and People. *Digitalization as institutional work: a case of designing a tool for changing diabetes care*, pp. 30(1):227-243.
- Tunzelmann, N. v. (December de 2003). Structural Change and Economic Dynamics. *Historical Coevolution of Governance and Technology in the Industrial Revolutions*, pp. 365-384.
- Valenduc, G., & Vendramin, P. (April de 2017). Transfer European Review of Labour and Research. *Digitalisation, between disruption and evolution*, p. 23(2).
- Yoo, Y., Lyytinen, K. J., Boland, R. J., & Berente, N. (9 de June de 2010). *The Next Wave of Digital Innovation: Opportunities and Challenges: A Report on the Research Workshop 'Digital Challenges in Innovation Research'*.
- Yoo, Y., Lyytinen, K., Thummadi, B. V., & Weiss, A. (2010). Unbounded innovation with digitalization: A case of digital camera. *2010 Annual Meeting of the Academy of Management*.
- Zigurat. (18 de Julho de 2023). *Zigurat Institute of Technology*. Obtido de <https://www.e-zigurat.com/pt-br/blog/ifc-e-interoperabilidade-bim/>

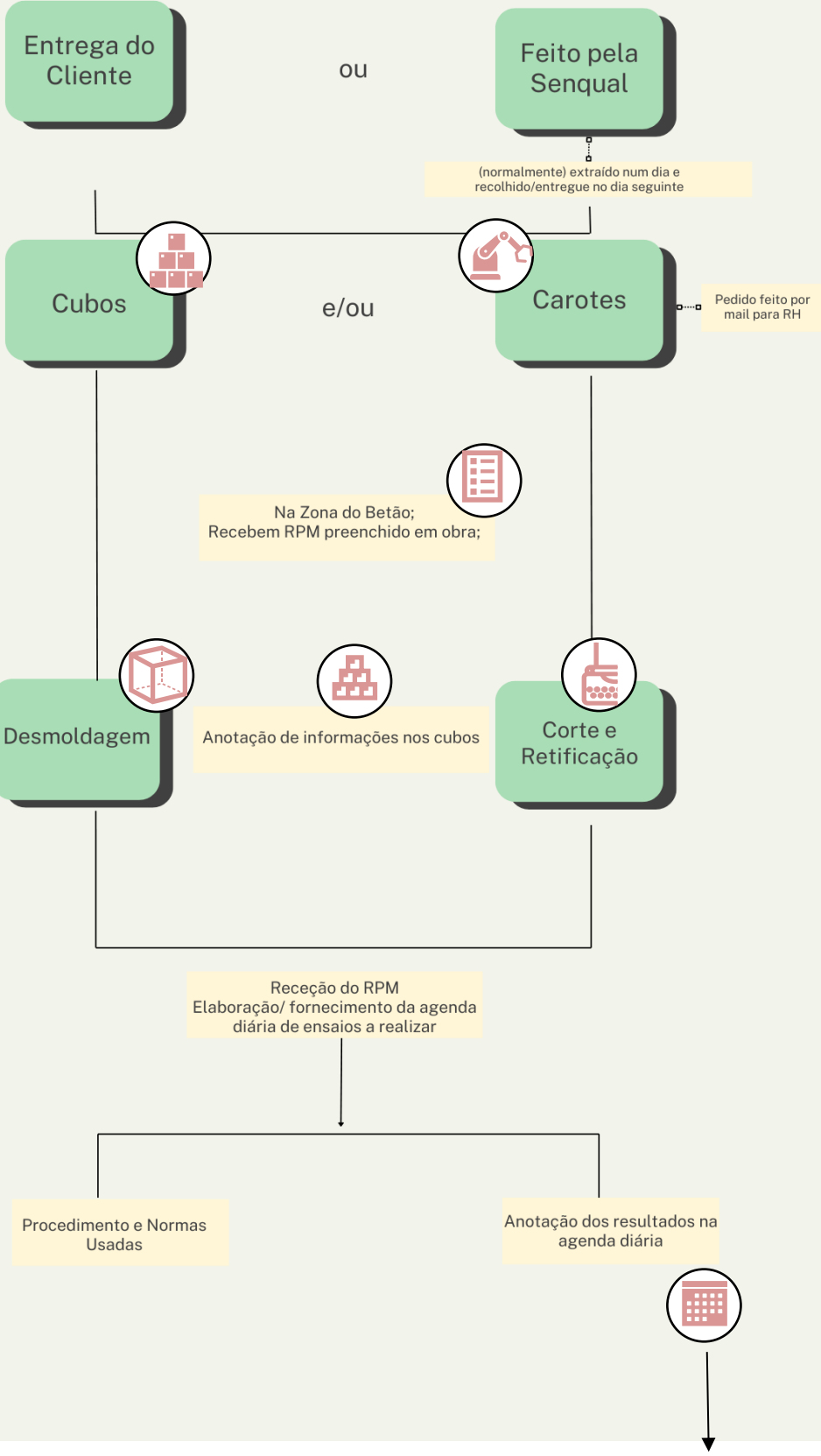
5 Anexos

5.1 Anexo I- Desenho CAD do caso de estudo



5.2 Anexo II- Ensaio de Resistência à Compressão e integração no Software

Ensaio de Resistência à Compressão



Ensaio de Resistência à Compressão

Passagem dos resultados da agenda diária para o software

The screenshot displays the 'Pesquisa' (Search) section of the SENQUAL GROUP software. It features a search bar with filters for Material (Betão), Obra, Referência, Tipo de data (Amostragem), Início (29/02/2024), Fim (14/03/2024), and Estado (Pendente). Below the search bar is a table with the following data:

ID	Ref. da amostra	Data da amostragem	Data da recepção	Obra	Estado	Ações
14581	122206	29/02/2024	01/03/2024	Empreitada de C...	Pendente	[Icons]
6068	122236	29/02/2024	01/03/2024	Empreitada de C...	Pendente	[Icons]
6069	122236	29/02/2024	01/03/2024	Empreitada de C...	Pendente	[Icons]
14613	122287	01/03/2024	04/03/2024	Empreitada de C...	Pendente	[Icons]
14661	122342	04/03/2024	05/03/2024	Empreitada de C...	Pendente	[Icons]
14664	122383	05/03/2024	06/03/2024	Empreitada de C...	Pendente	[Icons]

Additional interface elements include a sidebar with 'Preparar Boletins', 'Resultados Simplificados', and 'Calendário', and a bottom section with 'Laboratório' (Valido por 365 dias), '0.2', and 'Terminar Sessão'.

5.3 Anexo III- Software da SENQUAL



Sociedade de Engenharia e Qualidade Lda.

Autenticação

Insira os seus dados de acesso

*Obrigatório

Entrar



Pesquisa

Amostras

Amostras

Pesquisa

Preparar Boletins

Resultados Simplificados

Calendário

Laboratório

Válido por 272 dias

1.0

Terminar Sessão

Material

Betão

Obra

alongo

Referência d...

Tipo de data

Amostragem

Início

02/06/2024

Fim

16/06/2024

Estado

Pendente

Pesquisar

ID	Re	Reabilitação	Data da amostragem	Data da recepção	Obra	Estado	Ações
16686		230117	12/06/2024	13/06/2024		Pendente	
16716			06/06/2024	07/06/2024		Pendente	
16714		2023059-I	06/06/2024	07/06/2024		Pendente	
16715		A1312/P250	06/06/2024	07/06/2024		Pendente	
16717		A1312/P251	06/06/2024	07/06/2024		Pendente	

Preparar Boletins

Resultados Simplificados

Calendário

Laboratório

Válido por 272 dias

1.0

Terminar Sessão

Links rápidos

Editar Resultados

Betão - Resistência à compressão

C: Lisboa

alongo

ID	Versão	Tipo de amostragem	Data de recepção	Localização	Volume	Tipo de provete	Data de criação	Estado	Ações
				Nave Sul			024	Pendente	

Exportar Todos Os Ensaios

5.4 Anexo IV- Boletins de Ensaio das Amostras

Re Ru Pa 19 Ob	Ref. da Amostra (**): A1312/P001 Amostragem (incluindo moldagem): Senqual Data de Amostragem: 20/12/2023 Data de Receção: 21/12/2023
----------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

BETÃO Resistência à Compressão Norma de Ref: EN 12390-3:2019	Boletim nº: RCNP.1312.111.23-B* Data: 18/01/2024 Data de ensaio Inicial: 23/12/2023 Final: 17/01/2024 Pág. 1/ 1
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Localização / Peça (**): Laje 1	Referência do betão (**): C25/30 XC1/XC2(P) CL0.4 D20 S4 Volume de betão (m3) (**): 11
---------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

Tipo de provete:	<table border="1"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;">Cilindro</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">x</td> <td>Cubo</td> </tr> </table>		Cilindro	x	Cubo	Cura até entrega no laboratório (**): - Condições de cura desde a receção: em água a (20 ± 2) °C		
	Cilindro							
x	Cubo							
Dimensão designada (mm)	Diâmetro/Aresta 1 = 150 Altura/Aresta 2 = 150	<table border="1"> <tr> <td style="width: 33%;">Preparação dos provetes (Anexo A)</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">-</td> <td style="width: 33%;">Retificação</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">-</td> <td>Capecimento</td> </tr> </table>	Preparação dos provetes (Anexo A)	-	Retificação		-	Capecimento
Preparação dos provetes (Anexo A)	-	Retificação						
	-	Capecimento						

Provete	Data de ensaio	Idade	Massa do Provete (kg)	Dimensões (mm)		Área da secção (mm ²)	Carga máxima de rotura (kN)	Resistência à compressão (MPa)	Rotura Satisfatória (S/N)	Rotura Não Satisfatória (Tipo)
				Diâmetro/Aresta1	Altura/Aresta2					
1	23/12/2023	3	8.122	150	150	22500	657,3	29,2	S	
2	27/12/2023	7	8.111	150	150	22500	825,7	36,7	S	
3	17/01/2024	28	8.119	150	150	22500	891,2	39,6	S	
4	17/01/2024	28	8.155	150	150	22500	920,1	40,9	S	
5	17/01/2024	28	8.081	150	150	22500	924,2	41,1	S	
6	17/01/2024	28	8.05	150	150	22500	925,0	41,1	S	

O valor da incerteza de medição é igual a ± 2,2 % do valor da mensuranda e não inclui a incerteza associada à amostragem.

Observações:

*Este boletim anula e substitui o boletim nº RCNP.1312.111.23-A enviado anteriormente.
 Foram acrescentados os resultados aos 28 dias.

A amostragem efetuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. O processo de amostragem pode influenciar os resultados.
 (**) Dados fornecidos pelo Requerente.

A incerteza de medição expandida apresentada está expressa pela incerteza de medição padrão, multiplicada por um fator de expansão "k", para uma distribuição de "t" com N graus de liberdade, corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o Guia ILAC-G17:01/2021.

Requerente: Rua Pedro Parque da 1990-074 Obra (**):	Ref. da Amostra (**): A1312/P002 Amostragem (incluindo moldagem): Senqual Data de Amostragem: 20/12/2023 Data de Receção: 21/12/2023
-----------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

BETÃO Resistência à Compressão Norma de Ref: EN 12390-3:2019	Boletim nº: RCNP.1312.112.23-B* Data: 18/01/2024 Data de ensaio Inicial: 23/12/2023 Final: 17/01/2024 Pág. 1/ 1
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Localização / Peça (**): Laje 1	Referência do betão (**): C25/30 XC1/XC2(P) CL0.4 D20 S4 Volume de betão (m3) (**): 10
---------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

Tipo de provete:		Cilindro	Cura até entrega no laboratório (**): - Condições de cura desde a receção: em água a (20 ± 2) °C		
	x	Cubo			
Dimensão designada (mm)	Diâmetro/Aresta 1 = 150		Preparação dos provetes (Anexo A)	-	Retificação
	Altura/Aresta 2 = 150			-	Capecamento

Provete	Data de ensaio	Idade	Massa do Provete (kg)	Dimensões (mm)		Área da secção (mm ²)	Carga máxima de rotura (kN)	Resistência à compressão (MPa)	Rotura Satisfatória (S/N)	Rotura Não Satisfatória (Tipo)
				Diâmetro/Aresta1	Altura/Aresta2					
1	23/12/2023	3	8.154	150	150	22500	688,5	30,6	S	
2	27/12/2023	7	8.091	150	150	22500	822,1	36,5	S	
3	17/01/2024	28	8.193	150	150	22500	974,5	43,3	S	
4	17/01/2024	28	8.122	150	150	22500	995,6	44,2	S	
5	17/01/2024	28	8.173	150	150	22500	987,5	43,9	S	

O valor da incerteza de medição é igual a ± 2,2 % do valor da mensuranda e não inclui a incerteza associada à amostragem.

Observações:

*Este boletim anula e substitui o boletim nº RCNP.1312.112.23-A enviado anteriormente.
Foram acrescentados os resultados aos 28 dias.

A amostragem efetuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. O processo de amostragem pode influenciar os resultados.
(**) Dados fornecidos pelo Requerente.

A incerteza de medição expandida apresentada está expressa pela incerteza de medição padrão, multiplicada por um fator de expansão "k", para uma distribuição de "t" com N graus de liberdade, corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o Guia ILAC-G17:01/2021.

R R P 1 C		Ref. da Amostra (**): A1312/P003
		Amostragem (incluindo moldagem): Senqual
		Data de Amostragem: 20/12/2023
		Data de Receção: 21/12/2023

BETÃO	Boletim nº: RCNP.1312.113.23-B* Data: 18/01/2024
Resistência à Compressão	Data de ensaio
Norma de Ref ^o : EN 12390-3:2019	Inicial: 23/12/2023 Final: 17/01/2024
	Pág. 1/ 1

Localização / Peça (**): Laje 1	Referência do betão (**): C25/30 XC1/XC2(P) CL0.4 D20 S4
	Volume de betão (m3) (**): 11

Tipo de provete:	Cilindro	Cura até entrega no laboratório (**): - Condições de cura desde a receção: em água a (20 ± 2) °C		
	x Cubo			
Dimensão designada (mm)	Diâmetro/Aresta 1 = 150	Preparação dos provetes (Anexo A)	-	Retificação
	Altura/Aresta 2 = 150		-	Capecamento

Provete	Data de ensaio	Idade	Massa do Provete (kg)	Dimensões (mm)		Área da secção (mm ²)	Carga máxima de rotura (kN)	Resistência à compressão (MPa)	Rotura Satisfatória (S/N)	Rotura Não Satisfatória (Tipo)
				Diâmetro/Aresta1	Altura/Aresta2					
1	23/12/2023	3	8.108	150	150	22500	637,9	28,3	S	
2	27/12/2023	7	8.060	150	150	22500	805,7	35,8	S	
3	17/01/2024	28	8.120	150	150	22500	909,6	40,4	S	
4	17/01/2024	28	8.107	150	150	22500	907,5	40,3	S	
5	17/01/2024	28	8.080	150	150	22500	880,3	39,1	S	

O valor da incerteza de medição é igual a ± 2,2 % do valor da mensuranda e não inclui a incerteza associada à amostragem.

Observações:

*Este boletim anula e substitui o boletim nº RCNP.1312.113.23-A enviado anteriormente.
Foram acrescentados os resultados aos 28 dias.

A amostragem efetuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. O processo de amostragem pode influenciar os resultados.
(**) Dados fornecidos pelo Requerente.

A incerteza de medição expandida apresentada está expressa pela incerteza de medição padrão, multiplicada por um fator de expansão "k", para uma distribuição de "t" com N graus de liberdade, corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o Guia ILAC-G17:01/2021.

Requerente: Rua Pedro Parque da 1990-074 Obra (**):	Ref. da Amostra (**): A1312/P004 Amostragem (incluindo moldagem): Senqual Data de Amostragem: 20/12/2023 Data de Receção: 21/12/2023
-----------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

BETÃO Resistência à Compressão Norma de Ref: EN 12390-3:2019	Boletim nº: RCNP.1312.114.23-B* Data: 18/01/2024 Data de ensaio Inicial: 23/12/2023 Final: 17/01/2024 Pág. 1/ 1
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Localização / Peça (**): Laje 1	Referência do betão (**): C25/30 XC1/XC2(P) CL0.4 D20 S4 Volume de betão (m3) (**): 10
---------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

Tipo de provete:		Cilindro	Cura até entrega no laboratório (**): - Condições de cura desde a receção: em água a (20 ± 2) °C		
	x	Cubo			
Dimensão designada (mm)	Diâmetro/Aresta 1 = 150		Preparação dos provetes (Anexo A)	-	Retificação
	Altura/Aresta 2 = 150			-	Capeamento

Provete	Data de ensaio	Idade	Massa do Provete (kg)	Dimensões (mm)		Área da secção (mm ²)	Carga máxima de rotura (kN)	Resistência à compressão (MPa)	Rotura Satisfatória (S/N)	Rotura Não Satisfatória (Tipo)
				Diâmetro/Aresta1	Altura/Aresta2					
1	23/12/2023	3	8.085	150	150	22500	665,1	29,6	S	
2	27/12/2023	7	8.119	150	150	22500	826,8	36,7	S	
3	17/01/2024	28	8.131	150	150	22500	906,1	40,3	S	
4	17/01/2024	28	8.092	150	150	22500	889,1	39,5	S	
5	17/01/2024	28	8.020	150	150	22500	930,3	41,3	S	
6	17/01/2024	28	8.020	150	150	22500	935,0	41,6	S	

O valor da incerteza de medição é igual a ± 2,2 % do valor da mensuranda e não inclui a incerteza associada à amostragem.

Observações:

*Este boletim anula e substitui o boletim nº RCNP.1312.114.23-A enviado anteriormente.
Foram acrescentados os resultados aos 28 dias.

A amostragem efetuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. O processo de amostragem pode influenciar os resultados.
(**) Dados fornecidos pelo Requerente.

A incerteza de medição expandida apresentada está expressa pela incerteza de medição padrão, multiplicada por um fator de expansão "k", para uma distribuição de "t" com N graus de liberdade, corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o Guia ILAC-G17:01/2021.

R E P E S E N T A D O		Ref. da Amostra (**): A1312/P005
		Amostragem (incluindo moldagem): Senqual
		Data de Amostragem: 21/12/2023
		Data de Receção: 22/12/2023

BETÃO	Boletim nº: RCNP.1312.115.23-A* Data: 19/01/2024
Resistência à Compressão	Data de ensaio
Norma de Ref: EN 12390-3:2019	Inicial: 26/12/2023 Final: 18/01/2024
	Pág. 1/ 1

Localização / Peça (**): Cais 1 , 2	Referência do betão (**): C25/30 XC1/XC2(P) CL0.4 D20 S4
	Volume de betão (m3) (**): 10

Tipo de provete:	Cilindro	Cura até entrega no laboratório (**): - Condições de cura desde a receção: em água a (20 ± 2) °C		
	x Cubo			
Dimensão designada (mm)	Diâmetro/Aresta 1 = 150	Preparação dos provetes (Anexo A)	-	Retificação
	Altura/Aresta 2 = 150		-	Capeamento

Provete	Data de ensaio	Idade	Massa do Provete (kg)	Dimensões (mm)		Área da secção (mm ²)	Carga máxima de rotura (kN)	Resistência à compressão (MPa)	Rotura Satisfatória (S/N)	Rotura Não Satisfatória (Tipo)
				Diâmetro/Aresta1	Altura/Aresta2					
1	26/12/2023	5	8.208	150	150	22500	824,0	36,6	S	
2	28/12/2023	7	8.036	150	150	22500	852,4	37,9	S	
3	18/01/2024	28	8.220	150	150	22500	980,3	43,6	S	
4	18/01/2024	28	8.157	150	150	22500	981,2	43,6	S	
5	18/01/2024	28	8.234	150	150	22500	973,5	43,3	S	

O valor da incerteza de medição é igual a ± 2,2 % do valor da mensuranda e não inclui a incerteza associada à amostragem.

Observações:

*Este boletim anula e substitui o boletim nº RCNP.1312.115.23 enviado anteriormente.
Foram acrescentados os resultados aos 28 dias.

A amostragem efetuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. O processo de amostragem pode influenciar os resultados.
(**) Dados fornecidos pelo Requerente.

A incerteza de medição expandida apresentada está expressa pela incerteza de medição padrão, multiplicada por um fator de expansão "k", para uma distribuição de "t" com N graus de liberdade, corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o Guia ILAC-G17:01/2021.

Requerente: Rua Pedro Parque da 1990-074 Obra (**):	Ref. da Amostra (**): A1312/P006 Amostragem (incluindo moldagem): Senqual Data de Amostragem: 22/12/2023 Data de Receção: 26/12/2023
-----------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

BETÃO Resistência à Compressão Norma de Ref*: EN 12390-3:2019	Boletim nº: RCNP.1312.116.23-B* Data: 19/01/2024 Data de ensaio Inicial: 26/12/2023 Final: 19/01/2024 Pág. 1/ 1
------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Localização / Peça (**): Laje 2	Referência do betão (**): C25/30 XC1/XC2(P) CL0.4 D20 S4 Volume de betão (m3) (**): 11
---------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

Tipo de provete:		Cilindro	Cura até entrega no laboratório (**): - Condições de cura desde a receção: em água a (20 ± 2) °C
	x	Cubo	
Dimensão designada (mm)	Diâmetro/Aresta 1 = 150 Altura/Aresta 2 = 150	Preparação dos provetes (Anexo A)	Retificação Capeamento

Provete	Data de ensaio	Idade	Massa do Provete (kg)	Dimensões (mm)		Área da secção (mm ²)	Carga máxima de rotura (kN)	Resistência à compressão (MPa)	Rotura Satisfatória (S/N)	Rotura Não Satisfatória (Tipo)
				Diâmetro/Aresta1	Altura/Aresta2					
1	26/12/2023	4	8.062	150	150	22500	696,2	30,9	S	
2	29/12/2023	7	8.112	150	150	22500	764,5	34,0	S	
3	19/01/2024	28	8.167	150	150	22500	903,9	40,2	S	
4	19/01/2024	28	8.106	150	150	22500	932,6	41,4	S	
5	19/01/2024	28	8.116	150	150	22500	915,6	40,7	S	

O valor da incerteza de medição é igual a ± 2,2 % do valor da mensuranda e não inclui a incerteza associada à amostragem.

Observações:

*Este boletim anula e substitui o boletim nº RCNP.1312.116.23-A enviado anteriormente.
Foram acrescentados os resultados aos 28 dias.

A amostragem efetuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. O processo de amostragem pode influenciar os resultados.
(**) Dados fornecidos pelo Requerente.

A incerteza de medição expandida apresentada está expressa pela incerteza de medição padrão, multiplicada por um fator de expansão "k", para uma distribuição de "t" com N graus de liberdade, corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o Guia ILAC-G17:01/2021.

R P 1 O		Ref. da Amostra (**): A1312/P007
		Amostragem (incluindo moldagem): Senqual
		Data de Amostragem: 22/12/2023
		Data de Receção: 26/12/2023

BETÃO	Boletim nº: RCNP.1312.117.23-B* Data: 19/01/2024
Resistência à Compressão	Data de ensaio
Norma de Refº: EN 12390-3:2019	Inicial: 26/12/2023 Final: 19/01/2024
	Pág. 1/ 1

Localização / Peça (**): Laje 2	Referência do betão (**): C25/30 XC1/XC2(P) CL0.4 D20 S4
	Volume de betão (m3) (**): 10

Tipo de provete:	Cilindro	Cura até entrega no laboratório (**): -		
	x Cubo		Condições de cura desde a receção: em água a (20 ± 2) °C	
Dimensão designada (mm)	Diâmetro/Aresta 1 = 150	Preparação dos provetes (Anexo A)	-	Retificação
	Altura/Aresta 2 = 150		-	Capecamento

Provete	Data de ensaio	Idade	Massa do Provete (kg)	Dimensões (mm)		Área da secção (mm ²)	Carga máxima de rotura (kN)	Resistência à compressão (MPa)	Rotura Satisfatória (S/N)	Rotura Não Satisfatória (Tipo)
				Diâmetro/Aresta1	Altura/Aresta2					
1	26/12/2023	4	8.126	150	150	22500	789,0	35,1	S	
2	29/12/2023	7	8.112	150	150	22500	887,1	39,4	S	
3	19/01/2024	28	8.181	150	150	22500	1066,8	47,4	S	
4	19/01/2024	28	8.155	150	150	22500	988,8	43,9	S	
5	19/01/2024	28	8.112	150	150	22500	1037,8	46,1	S	

O valor da incerteza de medição é igual a ± 2,2 % do valor da mensuranda e não inclui a incerteza associada à amostragem.

Observações:

*Este boletim anula e substitui o boletim nº RCNP.1312.117.23-A enviado anteriormente.
Foram acrescentados os resultados aos 28 dias.

A amostragem efetuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. O processo de amostragem pode influenciar os resultados.
(**) Dados fornecidos pelo Requerente.

A incerteza de medição expandida apresentada está expressa pela incerteza de medição padrão, multiplicada por um fator de expansão "k", para uma distribuição de "t" com N graus de liberdade, corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o Guia ILAC-G17:01/2021.

Requerente: Rua Pedra Parque de 1990-074 Obra (**):	Ref. da Amostra (**): A1312/P008 Amostragem (incluindo moldagem): Senqual Data de Amostragem: 22/12/2023 Data de Receção: 26/12/2023
-----------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

BETÃO Resistência à Compressão Norma de Ref.: EN 12390-3:2019	Boletim nº: RCNP.1312.118.23-B* Data: 19/01/2024 Data de ensaio Inicial: 26/12/2023 Final: 19/01/2024 Pág. 1 / 1
------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Localização / Peça (**): Laje 2	Referência do betão (**): C25/30 XC1/XC2(P) CL0.4 D20 S4 Volume de betão (m3) (**): 11
---------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

Tipo de provete:		Cilindro	Cura até entrega no laboratório (**): - Condições de cura desde a receção: em água a (20 ± 2) °C		
	x	Cubo			
Dimensão designada (mm)	Diâmetro/Aresta 1 = 150		Preparação dos provetes (Anexo A)	-	Retificação
	Altura/Aresta 2 = 150			-	Capecamento

Provete	Data de ensaio	Idade	Massa do Provete (kg)	Dimensões (mm)		Área da secção (mm ²)	Carga máxima de rotura (kN)	Resistência à compressão (MPa)	Rotura Satisfatória (S/N)	Rotura Não Satisfatória (Tipo)
				Diâmetro/Aresta1	Altura/Aresta2					
1	26/12/2023	4	8.072	150	150	22500	798,4	35,5	S	
2	29/12/2023	7	8.051	150	150	22500	881,3	39,2	S	
3	19/01/2024	28	8.099	150	150	22500	1019,5	45,3	S	
4	19/01/2024	28	8.069	150	150	22500	943,6	41,9	S	
5	19/01/2024	28	8.186	150	150	22500	949,2	42,2	S	

O valor da incerteza de medição é igual a ± 2,2 % do valor da mensuranda e não inclui a incerteza associada à amostragem.

Observações:

*Este boletim anula e substitui o boletim nº RCNP.1312.118.23-A enviado anteriormente.
Foram acrescentados os resultados aos 28 dias.

A amostragem efetuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. O processo de amostragem pode influenciar os resultados.
(**) Dados fornecidos pelo Requerente.

A incerteza de medição expandida apresentada está expressa pela incerteza de medição padrão, multiplicada por um fator de expansão "k", para uma distribuição de "t" com N graus de liberdade, corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o Guia ILAC-G17:01/2021.

Ref: Re: Pa: 19: O:	Ref. da Amostra (**): A1312/P009 Amostragem (incluindo moldagem): Senqual Data de Amostragem: 22/12/2023 Data de Receção: 26/12/2023
---------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

BETÃO Resistência à Compressão Norma de Ref: EN 12390-3:2019	Boletim nº: RCNP.1312.119.23-B* Data: 19/01/2024 Data de ensaio Inicial: 26/12/2023 Final: 19/01/2024 Pág. 1/ 1
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Localização / Peça (**): Laje 2	Referência do betão (**): C25/30 XC1/XC2(P) CL0.4 D20 S4 Volume de betão (m3) (**): 10
---------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

Tipo de provete:		Cilindro	Cura até entrega no laboratório (**): - Condições de cura desde a receção: em água a (20 ± 2) °C	
	x	Cubo		
Dimensão designada (mm)	Diâmetro/Aresta 1 = 150	Preparação dos provetes (Anexo A)	-	Retificação
	Altura/Aresta 2 = 150		-	Capeamento

Provete	Data de ensaio	Idade	Massa do Provete (kg)	Dimensões (mm)		Área da secção (mm ²)	Carga máxima de rotura (kN)	Resistência à compressão (MPa)	Rotura Satisfatória (S/N)	Rotura Não Satisfatória (Tipo)
				Diâmetro/Aresta1	Altura/Aresta2					
1	26/12/2023	4	8.090	150	150	22500	725,1	32,2	S	
2	29/12/2023	7	8.133	150	150	22500	819,3	36,4	S	
3	19/01/2024	28	8.128	150	150	22500	992,8	44,1	S	
4	19/01/2024	28	8.140	150	150	22500	909,7	40,4	S	
5	19/01/2024	28	8.215	150	150	22500	947,2	42,1	S	

O valor da incerteza de medição é igual a ± 2,2 % do valor da mensuranda e não inclui a incerteza associada à amostragem.

Observações:

*Este boletim anula e substitui o boletim nº RCNP.1312.119.23-A enviado anteriormente.
Foram acrescentados os resultados aos 28 dias.

A amostragem efetuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. O processo de amostragem pode influenciar os resultados.

(**) Dados fornecidos pelo Requerente.

A incerteza de medição expandida apresentada está expressa pela incerteza de medição padrão, multiplicada por um fator de expansão "k", para uma distribuição de "t" com N graus de liberdade, corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o Guia ILAC-G17:01/2021.

	Ref. da Amostra (**): A1312/P010 Amostragem (incluindo moldagem): Senqual Data de Amostragem: 27/12/2023 Data de Receção: 28/12/2023
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

BETÃO Resistência à Compressão Norma de Ref ^o : EN 12390-3:2019	Boletim n ^o : RCNP.1312.121.24-B* Data: 24/01/2024 Data de ensaio Inicial: 30/12/2023 Final: 24/01/2024 Pág. 1/ 1
-------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Localização / Peça (**): Laje 3	Referência do betão (**): C25/30 XC1/XC2(P) CL0.4 D20 S4 Volume de betão (m3) (**): 11
---------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

Tipo de provete:		Cilindro	Cura até entrega no laboratório (**): - Condições de cura desde a receção: em água a (20 ± 2) °C
	x	Cubo	
Dimensão designada (mm)	Diâmetro/Aresta 1 = 150		Preparação dos provetes (Anexo A)
	Altura/Aresta 2 = 150		
			Retificação
			Capreamento

Provete	Data de ensaio	Idade	Massa do Provete (kg)	Dimensões (mm)		Área da secção (mm ²)	Carga máxima de rotura (kN)	Resistência à compressão (MPa)	Rotura Satisfatória (S/N)	Rotura Não Satisfatória (Tipo)
				Diâmetro/Aresta1	Altura/Aresta2					
1	30/12/2023	3	8.087	150	150	22500	719,6	32,0	S	
2	03/01/2024	7	8.107	150	150	22500	886,9	39,4	S	
3	24/01/2024	28	8.130	150	150	22500	1073,4	47,7	S	
4	24/01/2024	28	8.091	150	150	22500	1053,2	46,8	S	
5	24/01/2024	28	8.137	150	150	22500	1089,0	48,4	S	

O valor da incerteza de medição é igual a ± 2,2 % do valor da mensuranda e não inclui a incerteza associada à amostragem.

Observações:

*Este boletim anula e substitui o boletim n^o RCNP.1312.121.24-A enviado anteriormente.
Foram acrescentados os resultados aos 28 dias.

A amostragem efetuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. O processo de amostragem pode influenciar os resultados.
(**) Dados fornecidos pelo Requerente.

A incerteza de medição expandida apresentada está expressa pela incerteza de medição padrão, multiplicada por um fator de expansão "k", para uma distribuição de "1" com N graus de liberdade, corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o Guia ILAC-G17:01/2021.

Requerente: Rua Pedro Parque da 1990-074 Obra (**):	Ref. da Amostra (**): A1312/P011 Amostragem (incluindo moldagem): Senqual Data de Amostragem: 27/12/2023 Data de Receção: 28/12/2023
-----------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

BETÃO Resistência à Compressão Norma de Ref.: EN 12390-3:2019	Boletim nº: RCNP.1312.122.24-B* Data: 24/01/2024 Data de ensaio Inicial: 30/12/2023 Final: 24/01/2024 Pág. 1/ 1
------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Localização / Peça (**): Laje 3	Referência do betão (**): C25/30 XC1/XC2(P) CL0.4 D20 S4 Volume de betão (m3) (**): 10
---------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

Tipo de provete:		Cilindro	Cura até entrega no laboratório (**): - Condições de cura desde a receção: em água a (20 ± 2) °C		
	x	Cubo			
Dimensão designada (mm)	Diâmetro/Aresta 1 = 150		Preparação dos provetes (Anexo A)	-	Retificação
	Altura/Aresta 2 = 150			-	Capreamento

Provete	Data de ensaio	Idade	Massa do Provete (kg)	Dimensões (mm)		Área da secção (mm ²)	Carga máxima de rotura (kN)	Resistência à compressão (MPa)	Rotura Satisfatória (S/N)	Rotura Não Satisfatória (Tipo)
				Diâmetro/Aresta1	Altura/Aresta2					
1	30/12/2023	3	8.238	150	150	22500	620,3	27,6	S	
2	03/01/2024	7	8.135	150	150	22500	786,0	34,9	S	
3	24/01/2024	28	8.236	150	150	22500	928,3	41,3	S	
4	24/01/2024	28	8.227	150	150	22500	885,2	39,3	S	
5	24/01/2024	28	8.234	150	150	22500	889,4	39,5	S	

O valor da incerteza de medição é igual a ± 2,2 % do valor da mensuranda e não inclui a incerteza associada à amostragem.

Observações:

*Este boletim anula e substitui o boletim nº RCNP.1312.122.24-A enviado anteriormente.
Foram acrescentados os resultados aos 28 dias.

A amostragem efetuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. O processo de amostragem pode influenciar os resultados.
(**) Dados fornecidos pelo Requerente.

A incerteza de medição expandida apresentada está expressa pela incerteza de medição padrão, multiplicada por um fator de expansão "k", para uma distribuição de "t" com N graus de liberdade, corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o Guia ILAC-G17:01/2021.

R P 13 O		Ref. da Amostra (**): A1312/P012
		Amostragem (incluindo moldagem): Senqual
		Data de Amostragem: 27/12/2023
		Data de Receção: 28/12/2023

BETÃO	Boletim nº: RCNP.1312.123.24-B* Data: 24/01/2024
Resistência à Compressão	Data de ensaio
Norma de Refº: EN 12390-3:2019	Inicial: 30/12/2023 Final: 24/01/2024
	Pág. 1/ 1

Localização / Peça (**): Laje 3	Referência do betão (**): C25/30 XC1/XC2(P) CL0.4 D20 S4
	Volume de betão (m3) (**): 10

Tipo de provete:		Cilindro	Cura até entrega no laboratório (**): - Condições de cura desde a receção: em água a (20 ± 2) °C
	x	Cubo	
Dimensão designada (mm)	Diâmetro/Aresta 1 = 150		Preparação dos provetes (Anexo A)
	Altura/Aresta 2 = 150		
			Retificação
			Capramento

Provete	Data de ensaio	Idade	Massa do Provete (kg)	Dimensões (mm)		Área da secção (mm ²)	Carga máxima de rotura (kN)	Resistência à compressão (MPa)	Rotura Satisfatória (S/N)	Rotura Não Satisfatória (Tipo)
				Diâmetro/Aresta1	Altura/Aresta2					
1	30/12/2023	3	8.171	150	150	22500	648,9	28,8	S	
2	03/01/2024	7	8.219	150	150	22500	795,2	35,3	S	
3	24/01/2024	28	8.197	150	150	22500	928,4	41,3	S	
4	24/01/2024	28	8.223	150	150	22500	870,9	38,7	S	
5	24/01/2024	28	8.205	150	150	22500	901,3	40,1	S	

O valor da incerteza de medição é igual a ± 2,2 % do valor da mensuranda e não inclui a incerteza associada à amostragem.

Observações:

*Este boletim anula e substitui o boletim nº RCNP.1312.123.24-A enviado anteriormente.
Foram acrescentados os resultados aos 28 dias.

A amostragem efetuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. O processo de amostragem pode influenciar os resultados.
(**) Dados fornecidos pelo Requerente.

A incerteza de medição expandida apresentada está expressa pela incerteza de medição padrão, multiplicada por um fator de expansão "k", para uma distribuição de "t" com N graus de liberdade, corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o Guia ILAC-G17:01/2021.

	Ref. da Amostra (**): A1312/P013 Amostragem (incluindo moldagem): Senqual Data de Amostragem: 27/12/2023 Data de Receção: 28/12/2023
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

BETÃO Resistência à Compressão Norma de Ref: EN 12390-3:2019	Boletim nº: RCNP.1312.124.24-B* Data: 24/01/2024 Data de ensaio Inicial: 30/12/2023 Final: 24/01/2024 Pág. 1/ 1
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Localização / Peça (**): Laje 3	Referência do betão (**): C25/30 XC1/XC2(P) CL0.4 D20 S4 Volume de betão (m3) (**): 10
---------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

Tipo de provete:		Cilindro	Cura até entrega no laboratório (**): - Condições de cura desde a receção: em água a (20 ± 2) °C			
	x	Cubo				
Dimensão designada (mm)	Diâmetro/Aresta 1 = 150		Preparação dos provetes (Anexo A)			
	Altura/Aresta 2 = 150		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;">Retificação</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Capecamento</td> </tr> </table>		Retificação	
	Retificação					
	Capecamento					

Provete	Data de ensaio	Idade	Massa do Provete (kg)	Dimensões (mm)		Área da secção (mm ²)	Carga máxima de rotura (kN)	Resistência à compressão (MPa)	Rotura Satisfatória (S/N)	Rotura Não Satisfatória (Tipo)
				Diâmetro/Aresta1	Altura/Aresta2					
1	30/12/2023	3	8.235	150	150	22500	697,4	31,0	S	
2	03/01/2024	7	8.234	150	150	22500	842,4	37,4	S	
3	24/01/2024	28	8.334	150	150	22500	977,3	43,4	S	
4	24/01/2024	28	8.304	150	150	22500	978,3	43,5	S	
5	24/01/2024	28	8.337	150	150	22500	966,7	43,0	S	

O valor da incerteza de medição é igual a ± 2,2 % do valor da mensuranda e não inclui a incerteza associada à amostragem.

Observações:

*Este boletim anula e substitui o boletim nº RCNP.1312.124.24-A enviado anteriormente.
Foram acrescentados os resultados aos 28 dias.

A amostragem efetuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação. O processo de amostragem pode influenciar os resultados.
(**) Dados fornecidos pelo Requerente.

A incerteza de medição expandida apresentada está expressa pela incerteza de medição padrão, multiplicada por um fator de expansão "k", para uma distribuição de "t" com N graus de liberdade, corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o Guia ILAC-G17:01/2021.

Requerido: Rua Pedro Parque 1990-07	Obra: 22.7712 – Panattoni Valongo Referência: Laje 15
----------------------------------------------	--------------------------------------------------------------

AGREGADOS Controlo de compactação com Gamadensímetro Norma de Ref.: ASTM D6938-17	Boletim nº: TRA.1312.034.24 Data de ensaio Inicial: 29/01/2024 Pág. 1/3	Data: 30/01/2024 Final: 29/01/2024
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------

Valores obtidos no ensaio de compactação Proctor Boletim nº: - Boletim (com correção) nº: - Amostra nº: - Ref. da Amostra: Tout-Venant Baridade seca máxima: $\rho_{d\ max} = 2,17\ g/cm^3$ Teor em água ótimo: $W_{opt} = 8,1\ \%$ Descrição visual do material ensaiado: Tout-Venant	Esboço (Ver Planta em anexo)
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

Equipamento utilizado	Código do equipamento: E028	Número de série: 22163
-----------------------	-----------------------------	------------------------

Ensaio nº	Localização / Cota / Camada	Profundidade de Ensaio (cm)	Baridade húmida $\rho\ (kg/m^3)$	Teor em água W (%)	Baridade seca $\rho_d\ (kg/m^3)$	$\rho_d / \rho_{d\ max} \times 100$ (%)
1	A1	0	2221	3,8	2140	98,6
2	B2	0	2236	4,1	2148	99,0
3	C1	0	2230	3,4	2157	99,4
4	D2	0	2235	3,6	2157	99,4
5	E1	0	2234	4,2	2144	98,8
6	F2	0	2234	4,0	2148	99,0
7	G1	0	2239	3,8	2157	99,4
8	H2	0	2230	3,7	2150	99,1
9	I1	0	2212	3,8	2131	98,2
10	J2	0	2230	4,2	2140	98,6

Observações:

Trabalho de campo realizado por: João Machado

Valor da baridade seca máxima e do teor em água ótimo, fornecidos pelo cliente.

R: R: P: 19	Obra: 22.7712 – Panattoni Valongo Referência: Laje 15
----------------------	--------------------------------------------------------------

AGREGADOS Controlo de compactação com Gamadensímetro Norma de Ref.: ASTM D6938-17	Boletim nº: TRA.1312.034.24 Data: 30/01/2024 Data de ensaio Inicial: 29/01/2024 Final: 29/01/2024 Pág. 2/3
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Valores obtidos no ensaio de compactação Proctor Boletim nº: - Boletim (com correção) nº: - Amostra nº: - Ref. da Amostra: - Baridade seca máxima: $\rho_{d\ max} = 2,17\ \text{g/cm}^3$ Teor em água ótimo: $W_{opt} = 8,1\ \%$ Descrição visual do material ensaiado: Tout-Venant	Esboço (Ver Planta em anexo)
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

Equipamento utilizado	Código do equipamento: E028	Número de série: 22163
-----------------------	-----------------------------	------------------------

Ensaio nº	Localização / Cota / Camada	Profundidade de Ensaio (cm)	Baridade húmida $\rho\ (\text{kg/m}^3)$	Teor em água W (%)	Baridade seca $\rho_d\ (\text{kg/m}^3)$	$\rho_d / \rho_{d\ max} \times 100$ (%)
11	A5	0	2244	3,4	2170	100,0
12	B6	0	2232	3,3	2161	99,6
13	C5	0	2212	3,9	2129	98,1
14	D6	0	2204	3,5	2129	98,1
15	E5	0	2236	3,8	2157	99,4
16	F6	0	2250	4,1	2161	99,6
17	G5	0	2223	4,2	2133	98,3
18	H6	0	2234	4,4	2140	98,6
19	I5	0	2212	3,9	2129	98,1
20	J6	0	2228	3,8	2146	98,9

Observações:

Trabalho de campo realizado por: João Machado

Valor da baridade seca máxima e do teor em água ótimo, fornecidos pelo cliente.

Requerente: Rua Pederneiras, 1990-07 Parque	Obra: 22.7712 – Panattoni Valongo Referência: Laje 15
---------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------

AGREGADOS Controlo de compactação com Gamadensímetro Norma de Ref.: ASTM D6938-17	Boletim nº: TRA.1312.034.24 Data: 30/01/2024 Data de ensaio Inicial: 29/01/2024 Final: 29/01/2024 Pág. 3/3
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Valores obtidos no ensaio de compactação Proctor Boletim nº: - Boletim (com correção) nº: - Amostra nº: - Ref. da Amostra: - Baridade seca máxima: $\rho_{d\ max} = 2,17\ g/cm^3$ Teor em água ótimo: $W_{opt} = 8,1\ \%$ Descrição visual do material ensaiado: Tout-Venant	Esboço (Ver Planta em anexo)
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------

Equipamento utilizado	Código do equipamento: E028	Número de série: 22163
-----------------------	-----------------------------	------------------------

Ensaio nº	Localização / Cota / Camada	Profundidade de Ensaio (cm)	Baridade húmida $\rho\ (kg/m^3)$	Teor em água W (%)	Baridade seca $\rho_d\ (kg/m^3)$	$\rho_d / \rho_{d\ max} \times 100$ (%)
21	A10	0	2228	3,8	2146	98,9
22	B11	0	2221	3,6	2150	99,1
23	C10	0	2245	4,1	2157	99,4
24	D11	0	2247	4,0	2162	99,6
25	E10	0	2244	3,6	2166	99,8
26	F11	0	2228	3,9	2144	98,8
27	G10	0	2220	4,0	2135	98,4
28	H11	0	2205	3,4	2133	98,3
29	I10	0	2223	3,5	2148	99,0
30	J11	0	2230	3,8	2148	99,0

Observações:

Trabalho de campo realizado por: João Machado

Valor da baridade seca máxima e do teor em água ótimo, fornecidos pelo cliente.

	Obra: 22.7712 – Panattoni Valongo
	Referência:

AGREGADOS	Boletim nº:	Data:
Controlo de compactação com Gamadensímetro	Data de ensaio	
Norma de Ref.: ASTM D6938-17	Inicial:	Final:
	Pág. 4/4	

Valores obtidos no ensaio de compactação Proctor Boletim nº: - Boletim (com correção) nº: - Amostra nº: - Ref. da Amostra: - Baridade seca máxima: $\rho_{d\ max} =$ g/cm ³ Teor em água ótimo: $W_{opt} =$ % Descrição visual do material ensaiado:	Esboço (Ver página 1)
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------

Equipamento utilizado	Código do equipamento: E028	Número de série: 22163
-----------------------	-----------------------------	------------------------

Ensaio nº	Localização / Cota / Camada	Profundidade de Ensaio (cm)	Baridade húmida ρ (kg/m ³)	Teor em água W (%)	Baridade seca ρ_d (kg/m ³)	$\rho_d / \rho_{d\ max} \times 100$ (%)
31	A10	0	2228	3,8	2146	98,9
32	B11	0	2221	3,6	2150	99,1
33	C10	0	2245	4,1	2157	99,4
34	D11	0	2247	4,0	2162	99,6
35	E10	0	2244	3,6	2166	99,8
36	F11	0	2228	3,9	2144	98,8
37	G10	0	2220	4,0	2135	98,4
38	H11	0	2205	3,4	2133	98,3
39	I10	0	2223	3,5	2148	99,0
40	J11	0	2230	3,8	2148	99,0

Observações:

Trabalho de campo realizado por:

Requ Rua Parq 1990 Obra		Ref. da Amostra (**): Guia 21912 Amostragem: Senqual Data de amostragem: 20/12/2023 Data de receção: 20/12/2023
-------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

BETÃO	Boletim nº: DFMB.1312.001.23	Data: 21/12/2023
Determinação da dosagem de fibras metálicas no betão	Data de ensaio	
Norma: EN 14721:2005 + A1:2007	Inicial: 20/12/2023	Final: 20/12/2023
	Pág. 1/1	

Método de ensaio	<input type="checkbox"/>	Método A: amostra de betão endurecido
	<input checked="" type="checkbox"/>	Método B: amostra de betão fresco

		Provete 1	Provete 2	Provete 3	
V	Volume do provete (0,02 dm ³) *	5,301	5,301	5,301	
m	Massa das fibras extraídas do provete (0,5g)	132,00	128,90	129,10	
C _f = m / V	Dosagem de fibras (1 kg/m ³)	Valores	24,9	24,3	24,4
		Média	25		

 Observações:

 -

Obra(**):	Nº Obra:	Amostragem:
Ref. da Amostra(**):		Data de Amostragem:
		Data de Receção:

BETÃO	Boletim nº: RTFF.	Data:
Determinação da resistência à tração por flexão (LOP e Resistência Residual)	Data de ensaio	
Norma de Ref: EN 14651: 2005 + A1:2007	Inicial:	Final:
	Pág. 1/1	

Preparação do provete:

O entalhe no provete deve ser realizado no mínimo 3 dias antes do dia de ensaio.

Realizar o entalhe após desmoldagem, antes da colocação dos prismas em água.

Ensaio: Retirar o provete da cura não mais de 3 horas antes da realização do ensaio.

Programa de ensaio: Puching Test

Velocidade de ensaio: 0,08 mm/min

Composição de betão:	Dimensões do entalhe	
	Profundidade do entalhe (25,0 ± 1,0 mm):	
Método de ensaio Determinação de CMOD Determinação da deformação	Espessura do entalhe (≤ 5,0 mm):	
Tipo de cura:	Dimensões do provete b - Largura média (0.1 mm): Altura média (0.1 mm): L - Comprimento do provete (mm): I - Vão: distância entre apoios (mm):	
Data de moldagem:		
Idade do provete:		
Data da realização do entalhe:		

Resultados do ensaio: Gravar o ficheiro de resultados fornecido pela máquina de ensaio;

Para preencher o boletim é necessário colar os valores do ficheiro de resultados na folha "Tabela de Resultados" existente no modelo Mod.402

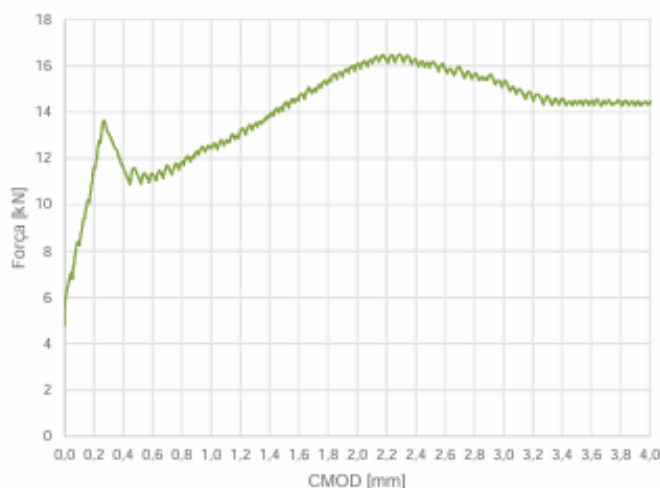
Observações:

(**) Dados fornecidos pelo Requerente.

Requerente: Rua Pedro Parque d 1990-074 Obra (**):	Ref. da Amostra (**): Guia 22106 - Provete 1 Amostragem: Data de amostragem: 27/12/2023 Data de receção: 28/12/2023
----------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

BETÃO Determinação da resistência à tração por flexão (LOP e Resistência Residual) Norma de Ref: EN 14651: 2005 + A1:2007	Boletim nº: RTFF.1312.001.24 Data: 03/01/2024 Data de ensaio Inicial: 03/01/2024 Final: 03/01/2024 Pág. 1/1
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Composição de betão: C25/30 XC1/XC2(P) CL0.4 D20 S4	Dimensões do entalhe Profundidade do entalhe (0,1 mm): 24,2 Espessura do entalhe (0,1 mm): 4,0
Método de ensaio Determinação de CMOD x Determinação da deformação	Dimensões do provete b - Largura média (0.1 mm): 150,0 Altura média (0.1 mm): 150,0 h_{sp} - Distância entre a base do entalhe e o topo do provete (0,1 mm): 125,9 L - Comprimento do provete (mm): 600,0 l - Vão: distância entre apoios (mm): 500,0
Tipo de cura: em água a (20±2) °C Data de moldagem: 27/12/2023 Idade do provete: 7 dias Data da realização do entalhe: 28/12/2023	



F_L (kN)	LOP (N/mm ²)	CMOD _j (mm)	F_j (kN)	f_{Rj} (N/mm ²)
6,9	2,2	0,5	11,3	3,6
		1,5	14,4	4,5
		2,5	16,0	5,1
		3,5	14,4	4,5

Observações:

Resistência máxima à flexão: $f_{cm,\beta} = 4.3 \text{ N/mm}^2$

Betão com fibras metálicas.

(**) Dados fornecidos pelo Requerente.

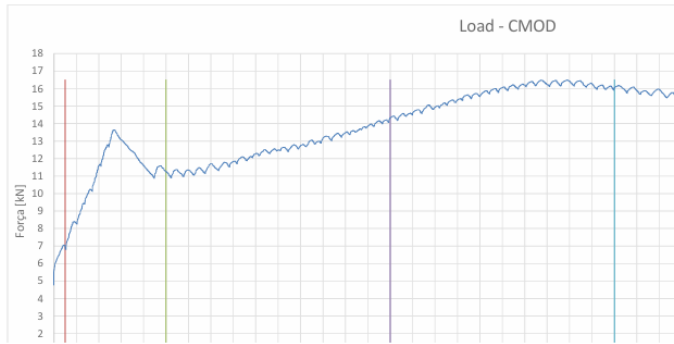


REGISTOS DE ENSAIO

Obra:	Nº Obra:	Amostragem:
Ref. da Amostra:		Data de Amostragem:
		Data de Receção:

BETÃO Determinação da resistência à tração por flexão (LOP e Resistência Residual) Norma de Ref. EN 14651: 2005 + A1:2007	Boletim nº: RTFF.	Data:
	Data de ensaio	Inicial:
	Final:	
	Pág. 1/1	

CMOD [mm]	Displacement [mm]	Load [kN]
-0,048	-0,001	1,876
-0,051	-0,003	1,935
-0,051	-0,003	1,994
-0,051	-0,003	2,052
-0,051	-0,003	2,105
-0,051	-0,003	2,176
-0,051	-0,003	2,235
-0,051	-0,003	2,311
-0,051	-0,003	2,376
-0,051	-0,003	2,446
-0,051	-0,003	2,511
-0,051	-0,003	2,576
-0,051	-0,003	2,64
-0,051	-0,003	2,711
-0,051	-0,003	2,782
-0,051	-0,003	2,846



Senqual - Sociedade de Engenharia e Qualidade, Lda.
T: +351 227 346 825 M: senqual.pt
Sede Laboratório
Rua 19, 286 Rua do Carvalho, 95
4500-255 Espinho 4405-543 Valadares V. N. G.
E: geral@senqual.pt E: laboratorio@senqual.pt
Mod.R402.1

ENSAIOU

DIRETOR TÉCNICO

(Cristina Alves Ribeiro)

O presente relatório diz respeito exclusivamente aos itens ensaiados e só pode ser reproduzido na íntegra salvo autorização da Senqual.



REGISTOS DE ENSAIO

-0,051	-0,003	2,911
-0,051	-0,003	2,976
-0,051	-0,003	3,04
-0,051	-0,003	3,111
-0,051	-0,003	3,193
-0,051	-0,003	3,258
-0,051	-0,003	3,323
-0,051	-0,003	3,381
-0,051	-0,003	3,434
-0,051	-0,003	3,505
-0,051	-0,003	3,581
-0,051	-0,003	3,64
-0,051	-0,003	3,705
-0,051	-0,003	3,775
-0,051	-0,003	3,834
-0,051	-0,003	3,893
-0,051	-0,003	3,964
-0,051	-0,003	4,022
-0,051	-0,003	4,099
-0,051	-0,003	4,158
-0,051	-0,003	4,222
-0,051	-0,003	4,281
-0,051	-0,003	4,358
-0,051	-0,003	4,428
-0,051	-0,003	4,493
-0,051	-0,003	4,558
-0,051	-0,003	4,622
-0,051	-0,003	4,687
-0,051	-0,003	4,752



y	CMOD_FL	CMOD1	CMOD2	CMOD3	CMOD4
0	0,05	0,5	1,5	2,5	3,5
Fmax - FL 16.501	0,05	0,5	1,5	2,5	3,5

3,505 FL - Força Máxima: força máxima obtida no gráfico (pico) caso esta ocorra antes de se obter CMOD=0.05. Caso o pico da força ocorra d obtida para CMOD=0.05 (interseção do gráfico da força com a linha de CMOD de 0,05mm)

3,64 F1, F2, F3 e F4 : forças residuais obtidas para a interção do gráfico da força com as linhas de CMOD iguais a 0,5, 1,5, 2,5 e 3,5, respetiv

Senqual - Sociedade de Engenharia e Qualidade, Lda.
T: +351 227 346 825 M: senqual.pt
Sede Laboratório
Rua 19, 286 Rua do Carvalho, 95
4500-255 Espinho 4405-543 Valadares V. N. G.
E: geral@senqual.pt E: laboratorio@senqual.pt
Mod.R402.1

ENSAIOU

DIRETOR TÉCNICO

(Cristina Alves Ribeiro)

O presente relatório diz respeito exclusivamente aos itens ensaiados e só pode ser reproduzido na íntegra salvo autorização da Senqual.

Requerente: Rua Pedro Parque d 1990-074		Obra: 22.7712 – Panattoni Valongo Referência: Muro SW4 - Coordenadas: X= -26300.252 ; Y= 166647.293 ; Z= 172.855
--------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ENSAIOS GEOTÉCNICOS Ensaio de Carga em Placa Norma de Ref.: NF P 94-117-1:2000 ASTM D 1194:1994	Boletim nº: CPL.1312.100.24	Data: 24/01/2024
	Data de ensaio Inicial: 23/01/2024	Final: 23/01/2024
	Pág.1/3	

Características do equipamento

Célula de pressão	Comparadores				
Código do equipamento: E1724		Código:	Data de calibração:	Alcance:	Resolução:
Alcance: 250 bar	1	E075	03/08/2022	25 mm	0,01 mm
Resolução: 0,02 bar	2	E076	03/08/2022	25 mm	0,01 mm
Data de calibração: 15/07/2022	3	E077	03/08/2022	25 mm	0,01 mm

Condições ambientais

Temperatura do ar: 14.8°C
Humidade relativa: -
Estado geral do tempo: Sol

Características do local:

Profundidade de ensaio: Superfície
Colocação da placa: Diretamente no terreno
Tipo de terreno: Solo
Estado do terreno: Húmido

Cargas

Reação mobilizada: Camião		
Diâmetro da placa de carga (d): 600		
Definição das tensões aplicadas		
Fases de ensaio	Descrição	Tensão aplicada (KPa)
1	1ª Carga	250
2	1ª Descarga	0
3	2ª Carga	200
4	2ª Descarga	

Observações:

Trabalho de campo realizado por: João Machado

Fase 1: 1ª Carga Tensão: 250 kPa	Leituras				Deformação (mm)
	Comparadores			Média	
	1	2	3		
Tempo					2,08
0 s	0,00	0,00	0,00	0,00	
30 s	2,20	2,00	2,01	2,07	
60 s	2,22	2,01	2,02	2,08	
2 min	2,22	2,01	2,02	2,08	
4 min	2,22	2,01	2,02	2,08	
8 min	2,22	2,01	2,02	2,08	
15 min					

Fase 2: 1ª Descarga Tensão: 0 kPa	Leituras				Deformação (mm)
	Comparadores			Média	
	1	2	3		
Tempo					-1,27
0 s	2,22	2,01	2,02	2,08	
30 s	0,81	0,91	0,76	0,83	
60 s	0,80	0,90	0,76	0,82	
2 min	0,80	0,90	0,75	0,82	
4 min	0,80	0,90	0,74	0,81	
8 min	0,80	0,90	0,74	0,81	
15 min					

Fase 3: 2ª Carga Tensão: 200 kPa	Leituras				Deformação (mm)
	Comparadores			Média	
	1	2	3		
Tempo					0,98
0 s	0,80	0,90	0,74	0,81	
30 s	1,82	1,72	1,83	1,79	
60 s	1,83	1,72	1,83	1,79	
2 min	1,83	1,72	1,83	1,79	
4 min	1,83	1,72	1,83	1,79	
8 min	1,83	1,72	1,83	1,79	
15 min					

Fase 4: 2ª Descarga Tensão: 0 kPa	Leituras				Deformação (mm)
	Comparadores			Média	
	1	2	3		
Tempo					
0 s					
30 s					
60 s					
2 min					
4 min					
8 min					
15 min					

Cálculo do Módulo de Deformação E_{v_i}

$$E_{v_i} = \frac{\pi}{4} (1 - \nu^2) \frac{p_i d}{z_i}$$

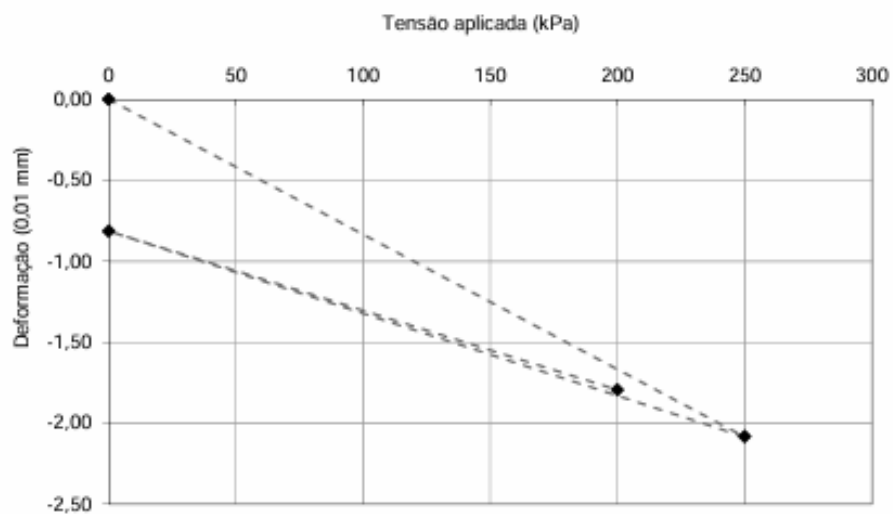
p_i - Tensão transmitida pela placa (MPa)

ν - Coeficiente de Poisson (considerando 0,25)

d - Diâmetro da placa (mm)

z_i - Deformação (mm)

Ciclo de carga (i)	p_i (MPa)	d (mm)	z_i (mm)	E_{v_i} (MPa)	E_{v_2}/E_{v_1}
1	0,250	600	2,1	53,0	1,7
2	0,200		1,0	90,2	



Observações:

Re Re Pe 19 Ot		Ref. da Amostra (**): A1312/P001; A1312/P002; A1312/P003; A1312/P004 Amostragem: Senqual Nº Interno da Requisição: - Data de Amostragem: 20/12/2023 Data de receção: 20/12/2023
----------------------------	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

BETÃO Ficha de Inspeção e Recolha de provetes Norma de Ref: PIE.015.1	Boletim nº: RPME.1312.002.23 Data: 21/12/2023 Data de ensaio Inicial: 20/12/2023 Final: 20/12/2023 Pág. 1/2
--------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Betonagem Dia / Hora Início: 08:00 Fim: 16:15 Localização: - Peça: Laje 1 Volume previsto (m3): 191	Características do betão Classe de resistência: C25/30 Máxima dimensão do agregado: D20 Classe de abaixamento: S4 Classe de exposição: XC1/XC2(P) Outras especificações: CL0.4 Razão A/L--
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Matrícula do veículo	Guia de remessa	Volume de betão (m³)		Hora		Descarga (hora)		Temperatura(°C)		Ensaios realizados			Inspeção visual do betão (a) CF/NCF
		Parcial	Acumulado	Fabrico	Chegada	Início	Fim	Ar	Betão	Slump (cm) (d)	Outros Ensaios	Nº provetes moldados	
AV54FH	21886	11	11	6:37	7:15	8:00	8:15	7,9	14,1	19/14	-	-	CF
03ZT92	21888	11	22	6:57	7:25	8:10	8:25	7,9	14,4	21/15	TAG	-	CF
41UO25	21890	10	32	7:21	8:00	8:25	8:35	8,0	14,8	20/15	-	-	CF
45ZZ41	21893	11	43	7:43	8:30	8:45	9:00	8,2	15,0	19	C	6	CF
AJ17EB	21895	10	53	8:09	8:50	9:05	9:20	8,5	15,4	19	TAMV	-	CF
59SD98	21896	10	63	8:08	9:00	9:20	10:00	8,8	16,0	19	-	-	CF
AH72AA	21899	10	73	8:38	9:20	10:00	10:25	9,0	16,5	20	-	-	CF
AD96MS	21901	10	83	8:53	9:45	10:25	10:35	9,6	16,8	19	C	6	CF
03ZT92	21903	11	94	9:24	9:55	10:35	10:50	9,8	17,0	19	-	-	CF
AV54FH	21904	11	105	9:32	10:00	11:00	11:20	10,0	17,2	20	-	-	CF
41UO25	21906	10	115	9:51	10:30	11:20	11:40	10,0	17,5	19	-	-	CF
45ZZ41	21909	11	126	10:15	10:50	11:50	12:10	10,2	18,0	19	C	6	CF
AJ17EB	21911	10	136	10:46	11:25	12:15	12:30	10,4	18,2	20	-	-	CF
59SD98	21912	10	146	10:59	11:34	12:35	12:45	10,4	18,4	19	TF	-	CF
40EL16	21914	10	156	11:26	12:00	12:45	13:00	10,6	18,0	19	-	-	CF
AH72AA	21915	10	166	11:34	12:10	13:00	13:15	11,0	18,8	20	-	-	CF
AN40NA	21916	10	176	11:33	12:15	13:30	14:00	11,0	19,0	19	C	6	CF

(a) Inspeção visual ao estado de segregação, exsudação e coesão do betão

Códigos dos ensaios realizados							
C	Compressão	MV	Massa Volumica	TAG	Teor em água	TF	Teor em fibras
TA	Teor em ar	R	Retração	LOP	Flexão residual LOP	O	Outros: -

Observações:

(**) Dados fornecidos pelo Requerente.

(d) Slump sem fibras / Slump com fibras

Cálculo da razão água/ligante (A/L) (PIE.019)

Composição de betão		Dosagem (kg)	Absorção de água (%)
Agregados	Brita 2	628	1,0
	Brita 1	192	1,0
	Areia Britada Lavada 0/4	393	0,5
	Areia fina 0/2	610	0,5
	-		
Adjuvante 1	Superplastificante	3,0	
Adjuvante 2	Plastificante	0,6	
Fibras	Dramix 4D 65/60 BG	25,0	
Água livre da composição		165	
Ligante		300	
Razão A/L teórica		0,55	
Massa volúmica teórica (kg/m ³)		2317	

	1 Guia 21888	2
Massa do tabuleiro (g)	293,0	
Massa de betão fresco + tabuleiro (g)	1695,5	
Massa de betão após secagem + tabuleiro (g)	1591,5	
Massa de betão fresco (g)	1402,5	
Massa de betão após secagem (g)	1298,5	
Massa de água livre (g)	104,0	
Massa de água livre corrigida (g) (descontada a água de absorção dos agregados)	96,00	
Massa de ligante do betão fresco ensaiado (g) (cálculo com os dados fornecidos)	181,62	
Razão A/L	Valores individuais	0,57
	Média	0,57
Razão A/L corrigida (com correção da água de abs. dos agregados)	Valores individuais	0,53
	Média	0,53

Massa Volúmica do Betão (EN 12350-6: 2019)

	1 (com fibras) Guia 21888	
Massa do recipiente vazio (0.01 kg):	3,60	
Massa do recipiente com betão compactado e rasado (0.01 kg):	20,62	
Volume do recipiente (0.00001 m ³):	0,00710	
Massa Volúmica (10 kg/m ³):	2400	

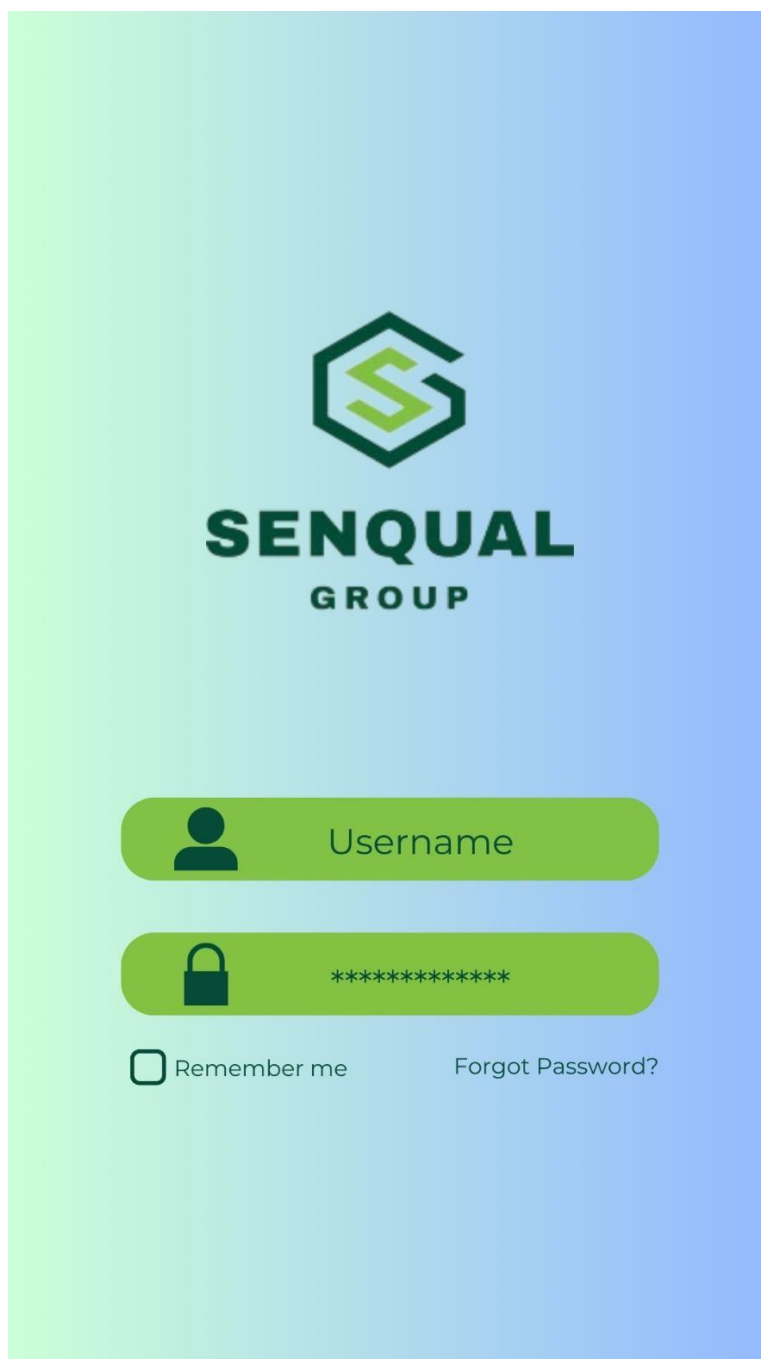
Teor em ar (NP EN 12350-7: 2022 (secção 6))

	1							
A ₁ - Teor em ar aparente da amostra ensaiada	1,1							
G - Factor de correção dos agregados	0							
A _C = A ₁ - G (0,1 %)	1,1							

Anexo IV- Esboço de App Móvel

Sugestão/ Esboço de App considerando ideias da APP Inspect.

Cada cliente da SENQUAL teria credenciais pessoais de acesso à APP, fornecidas pela empresa.



Acedendo à conta pessoal, o cliente pode alterar definições de Perfil como nome e foto.

Fazendo scroll das obras para as quais já realizou ensaios, seleciona a que pretende consultar.

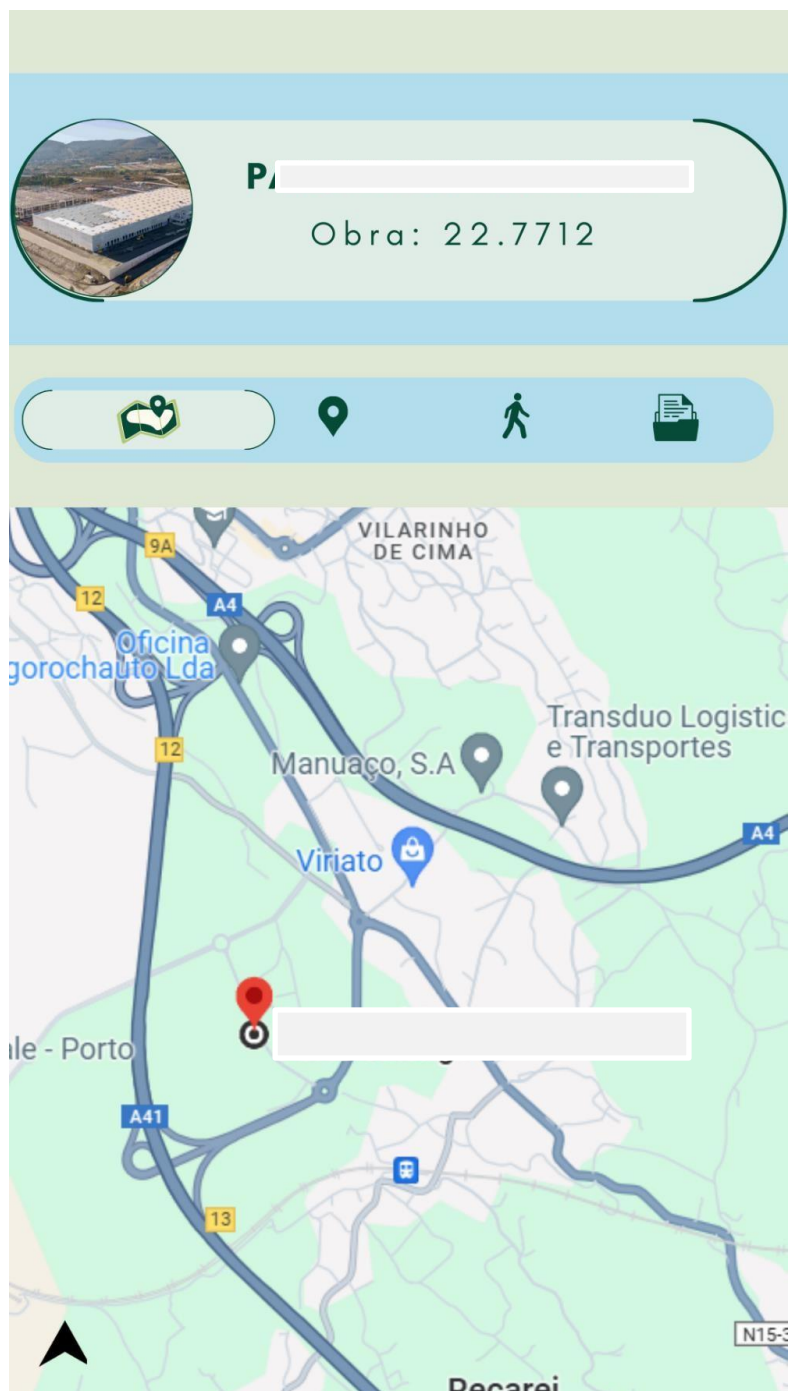
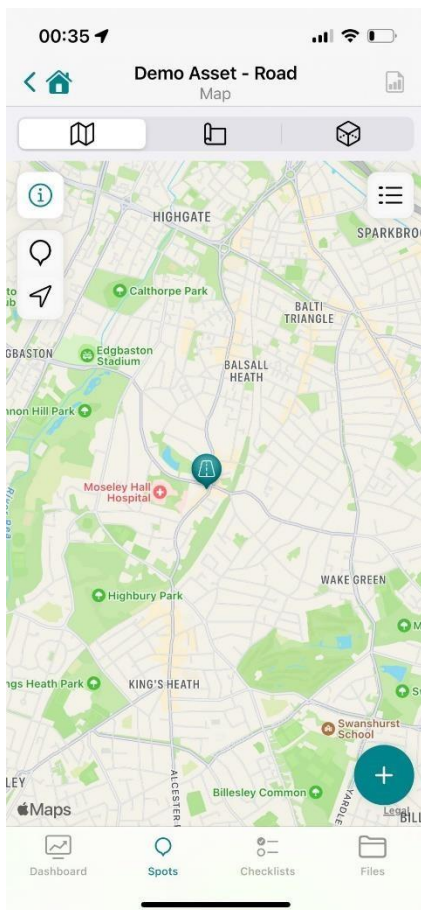
Nesta página inicial aparece o número total de obras e respetivos ensaios já realizados pelo cliente na empresa.



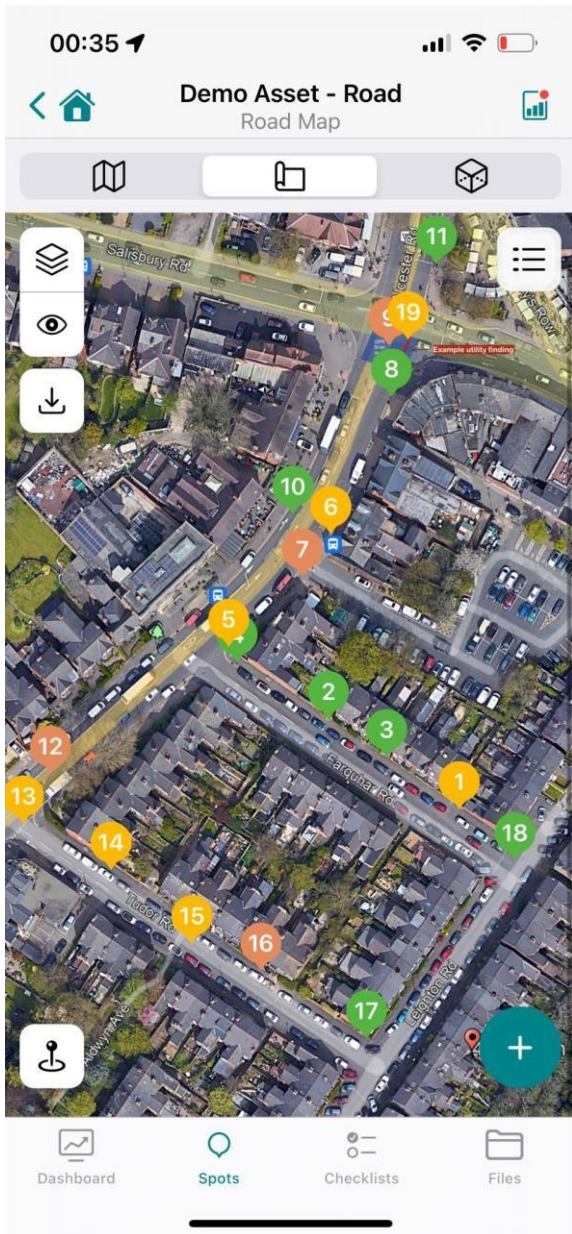
The image shows a user profile card for Guilherme Mendes. At the top, there is a semi-circular image of a building with the 'SENQUAL GROUP' logo. Below this, a circular profile picture of Guilherme Mendes is centered. To the left of the profile picture, it says '26 ENSAIOS' and to the right, '4 OBRAS'. Below the profile picture, the name 'GUILHERME MENDES' is displayed. Underneath the name, there are three project cards, each with a circular image on the left and text on the right:

- PA** (with a progress bar) - Obra: 22.7712
- ESTÁDIO MUNICIPAL CINFÃES** - Obra: 23.5214
- HABITAÇÃO-PAREDES** - Obra: 20.6312

A primeira opção apresenta a localização da obra, descrevendo as direções ao clicar no ícone preto no canto inferior esquerdo.



A segunda opção sinaliza os locais correspondentes aos ensaios já realizados relativamente à obra em questão.



Clicando num dos pins, abre a *dashboard* associada ao ensaio.

1

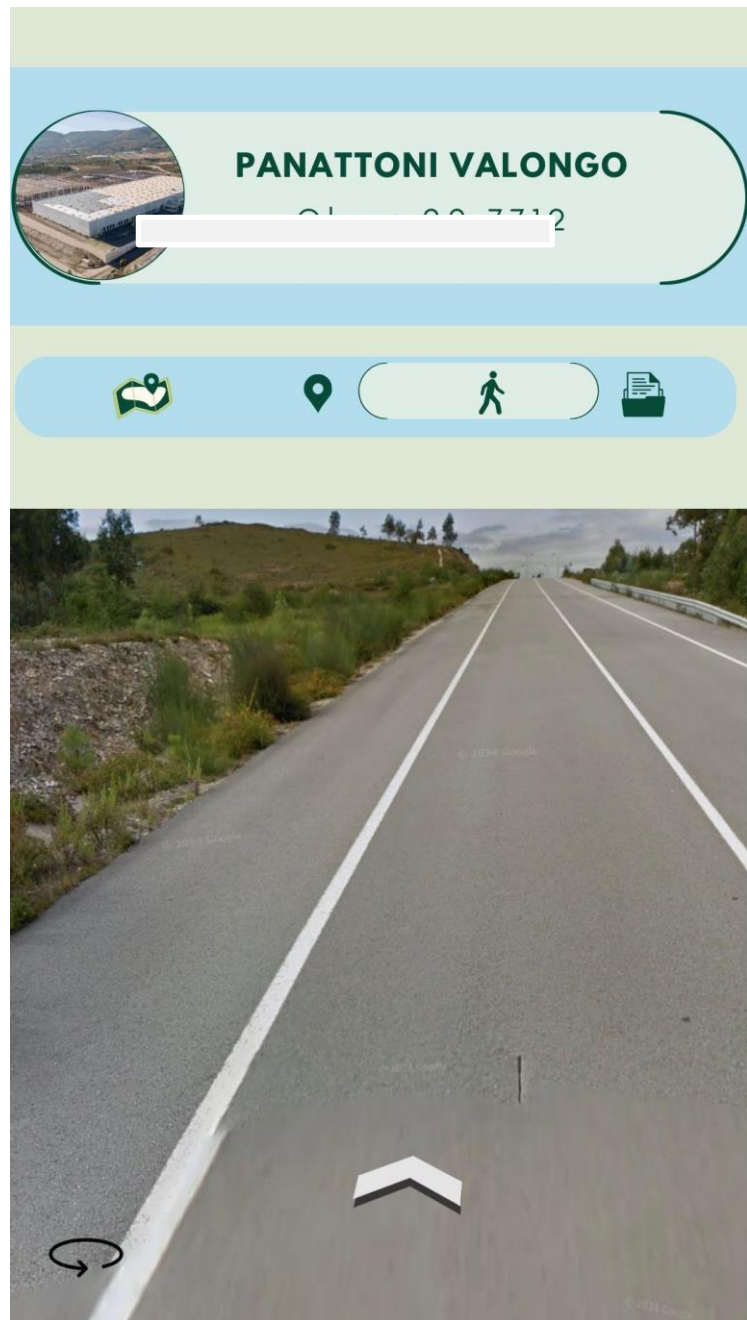
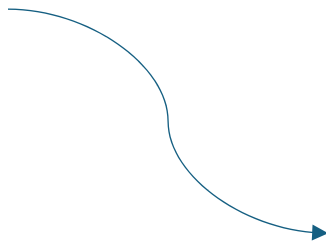
Powered by SPECKLE

Média de Resistência à compressão (MPa) por Idade

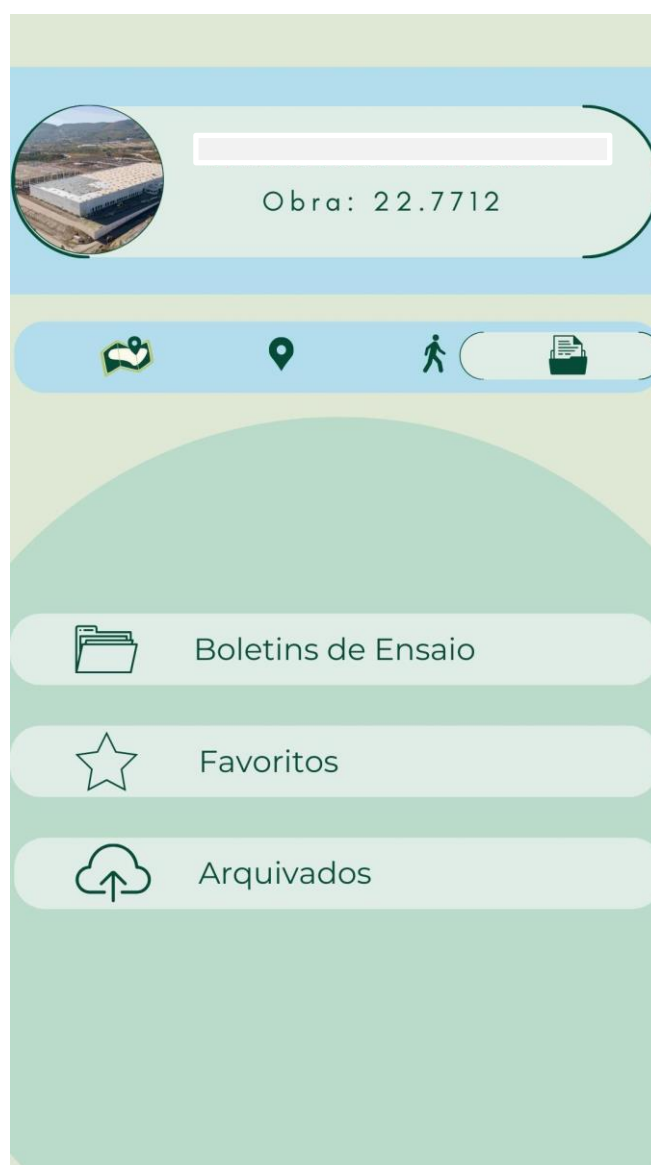
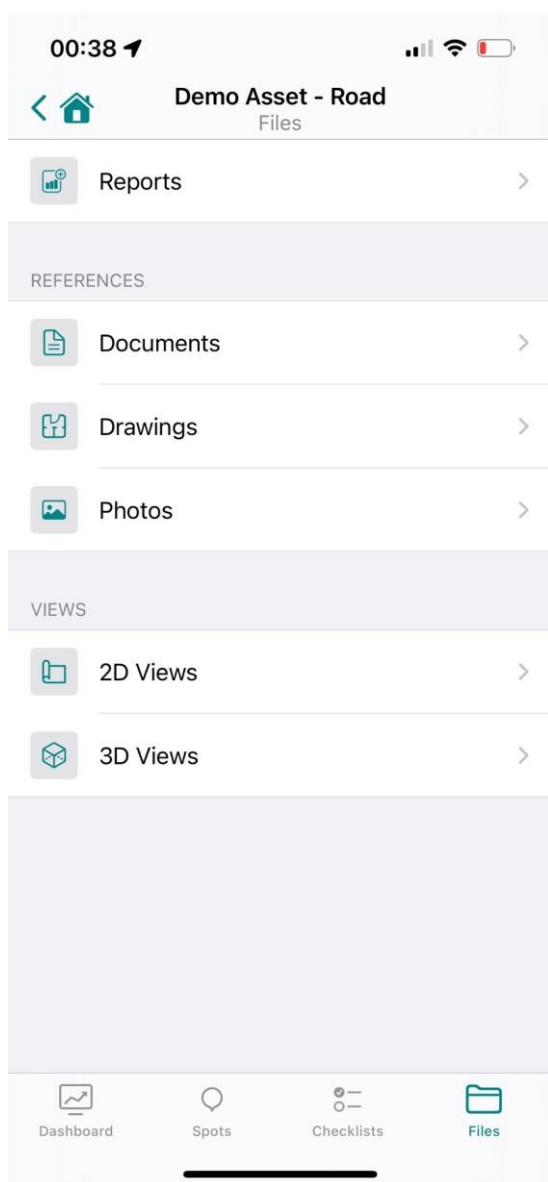
Idade	Média de Resistência à compressão (MPa)
28	42
7	37
3	30

Idade	Provetete	Data de ensaio	Idade	Massa do Provetete (kg)	Cai
7	2	27/12/2023	7	8.091	
28	4	17/01/2024	28	8.122	

A terceira opção permite visualizar as localizações em 3D, dando uma melhor percepção.



A última opção permite ao cliente consultar os dados na totalidade através dos boletins de ensaio (pdfs), podendo estes marcar como favoritos o que pretenderem.



Ao fim de x meses, os Documentos são arquivados para consumirem/sobrecarregarem menos o programa.

