



# **Caraterização de Patologias do Património Edificado da Cidade de Castelo Branco**

## **Diagnóstico e Intervenção**

### **Relatório de Estágio - Câmara Municipal de Castelo Branco**

Cátia de Jesus Simão Dias Costa

#### **Orientadora**

Professora Doutora Cristina Calmeiro dos Santos

Relatório de Estágio apresentado à Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Construção Sustentável, realizado sob a orientação científica da Professora Doutora Cristina Calmeiro dos Santos, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

**abril 2017**



## Tutores da instituição de acolhimento

### **Câmara Municipal de Castelo Branco**

Engenheira Maria Otília Pires Caetano

Engenheiro Brás Joaquim Baptista Barata



## Composição do júri

### Presidente do júri

Grau académico, nome do presidente do júri”

Categoria profissional e o nome da Instituição

### Vogais

Grau académico, nome do presidente do júri”

Categoria profissional e o nome da Instituição

Grau académico, nome do presidente do júri”

Categoria profissional e o nome da Instituição

Grau académico, nome do presidente do júri”

Categoria profissional e o nome da Instituição



Aos meus pais pela minha vida.  
À Micaela pelo apoio e confiança.  
Ao Bruno Gonçalves pela compreensão.



## Agradecimentos

A realização deste projeto envolveu várias pessoas que, de uma forma direta ou indireta, levou a que se executasse e concluísse. Não podendo deixar de agradecer àqueles que me apoiaram incondicionalmente.

À Professora Cristina Calmeiro que se demonstrou incansável comigo estando sempre presente, pelo apoio demonstrado na elaboração do documento que se segue e pelo seu empenho para que este trabalho fosse possível.

Aos colegas de trabalho da Câmara Municipal de Castelo Branco com que convivemos ao longo deste tempo e contribuíram para o bom ambiente de trabalho, nomeadamente à Engenheira Otilia Caetano, Engenheiro Brás Barata, Dr. Aníbal Duarte e Dr.<sup>a</sup> Cristina Coelho.

Finalmente, quero agradecer aos meus pais e irmã, pela paciência, apoio, carinho e afeto recebidos ao longo da minha vida, expressando o meu mais profundo reconhecimento.



## Resumo

Nos dias que correm é essencial ter uma atitude sustentável e o setor da construção desempenha um papel fundamental nos objetivos do desenvolvimento sustentável, muito devido à sua envergadura, como também à variedade de materiais e ao grande volume de resíduos gerados.

O desenvolvimento sustentável caracteriza-se como sendo um modo de desenvolvimento capaz de responder às necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras, tendo em vista a melhoria das condições de vida do indivíduo, preservando simultaneamente o meio envolvente a curto, médio e longo prazo. Esta estratégia de desenvolvimento tem como objetivo um desenvolvimento economicamente eficaz, socialmente equitativo e ecologicamente sustentável.

No âmbito da aplicação dos conhecimentos adquiridos na frequência do Mestrado em Construção Sustentável, procedeu-se à realização do estágio na Câmara Municipal de Castelo Branco, com integração na Divisão de Gestão Patrimonial e instalações municipais.

Ao longo do estágio, a aluna teve oportunidade de contactar com o procedimento administrativo a que uma instituição pública está sujeita, bem como integração em ambiente de trabalho, colaboração em projetos de infraestruturas hidráulicas, intervenção no edificado, realização de inspeções visuais e implementação de metodologias.

O presente relatório faz referência à base teórica de fundamento dos projetos desenvolvidos e aplicação das mesmas em ambiente real, bem como acompanhamento de obra, relatórios específicos, levantamento de informação e abertura de procedimentos concursais.

## Palavras-chave

Patologias na construção; infraestruturas hidráulicas; intervenção no edificado; inspeções visuais.



## Abstract

Nowadays is essential to have a sustainable attitude and the construction sector plays a central role in its objective, due to its scale, as well as the variety of materials and large generated waste. The Sustainable Development characterizes itself as being a capable development mode to reply to the present needs without compromising the future generation with a view to improve living conditions of the individual, while preserving the surroundings in short, medium and long term. This development strategy has the purpose of a development economically effective, socially equitable and ecologically sustainable

Sustainable development is characterized as a mode of development capable of responding to the needs of the present without compromising future generations, with a view to improving the individual's living conditions while preserving the environment in the short, medium and long term. This development strategy aims at an economically efficient, socially equitable and ecologically sustainable development.

As part of the application of the knowledge acquired in the frequency of the Masters in Sustainable Construction, the internship took place in the Castelo Branco Municipal Council, with integration in the Heritage Management Division and municipal facilities.

Throughout the internship, the student had the opportunity to contact the administrative procedure to which a public institution is subject, as well as integration in work environment, collaboration in hydraulic infrastructures projects, intervention in the building, realization of visual inspections and implementation of methodologies.

This report refers to the theoretical basis of the projects developed and their application in the real environment, as well as monitoring of work, specific reports, information gathering and opening of tender procedures.

## Keywords

Pathologies in construction; hydraulic infrastructures; Intervention in the building; Visual inspections.



## Índice geral

1.	Introdução.....	27
1.1	Instituição de Estágio .....	27
1.2	Objetivos e Metodologia.....	28
1.3	Resumo do Trabalho Realizado.....	28
1.4	Organização do trabalho .....	29
2.	Estado da Arte.....	29
2.1	Infraestruturas hidráulicas .....	30
2.2	Intervenção do edificado .....	36
2.3.	Vistorias.....	47
2.4	Infraestruturas rodoviárias .....	49
3.	Estágio – Trabalho desenvolvido.....	50
3.1	Infraestruturas hidráulicas .....	50
3.1.1	Açude Ribeira de Rochas – Almededa .....	50
3.1.2	Projeto do pontão – Sarzedas .....	58
3.1.3	Projeto – Praia Fluvial de Pomar .....	65
3.2	Intervenção no edificado .....	69
3.2.1	Projeto de acessibilidades para a Escola pré-primária de S. Tiago .....	70
3.2.2	Reabilitação Centro Artístico Albicastrense.....	75
3.2.3	Reabilitação de cobertura – Lagar de Calvos .....	79
3.2.4	Projeto de recuperação de moradia – Casa do Castelo .....	92
3.3	Vistorias.....	99
3.3.1	Vistoria – Escola Básica do 1º Ciclo de S. Tiago.....	99
3.3.2	Vistoria – São Vicente da Beira .....	101
3.3.3	Vistoria passagem semi-pública.....	105
3.4	Infraestruturas rodoviárias .....	108
3.4.1	– Inspeção visual de pavimentos rodoviários .....	108
3.5	Concursos - Ajuste direto a várias entidades – Travessia de peões.....	110
	Solução 1 – ver Anexo XIV .....	111
	Solução 2 – ver Anexo XV.....	118
4.	Conclusões.....	119
5.	Referências bibliográficas .....	120
6.	Anexos .....	122

---

6.1	Anexo I – Projeto Açude de Alameda.....	122
6.2	Anexo II – Projeto do Pontão de Sarzedas .....	123
6.3	Anexo III – Projeto Praia Fluvial de Pomar .....	124
6.4	Anexo IV – Projeto de Acessibilidades da Escola de S. Tiago .....	125
6.5	Anexo V – Projeto do Centro Artístico Albicastrense .....	126
6.6	Anexo VI – Projeto do Lagar de Calvos .....	127
6.7	Anexo VII – Projeto Casa do Castelo .....	128
6.8	Anexo VIII – Identificação do imóvel.....	129
6.9	Anexo IX – Auto de vistoria Habitação Social .....	130
6.10	Anexo X – Auto de vistoria.....	131
6.11	Anexo XI – Resposta a Auto de vistoria .....	132
6.12	Anexo XII – Auto de vistoria – São Vicente da Beira.....	133
6.13	Anexo XIII – Folha de Cálculo – Inspeção em Pavimentos.....	134
6.14	Anexo XIV – Acalmia de tráfego – Solução 1 .....	135
6.15	Anexo XV – Acalmia de tráfego – Solução 2 .....	136

## Índice de figuras

Figura 1 – Organograma da Câmara Municipal de Castelo Branco. ....	28
Figura 2 -Soleira espessa do tipo WES, com paramento vertical a montante. ....	36
Figura 3 - Esquema de disposição de equipamentos em instalações sanitárias para mobilidade condicionada. ....	38
Figura 4 – Descarregador frontal de soleira normal, tipo Creager. ....	55
Figura 5 - Perfil básico da barragem de gravidade.....	56
Figura 6 - Bacia hidrográfica.....	59
Figura 7 – Curva de vazão .....	61
Figura 8 - Vista em planta, alargamento do pontão .....	62
Figura 9 - Corte AA', laje alveolar.....	63
Figura 10 - Corte BB', pormenor de armadura. ....	64
Figura 11 - Pontão das Sarzedas, obra em finalização.....	65
Figura 12 -Parque de merendas junto à ribeira do Alvito, Pomar. ....	66
Figura 13 - Zona de intervenção, praia fluvial de Pomar. ....	66
Figura 14 - Proposta de intervenção.....	67
Figura 15 - Escola Pré-Primária De S. Tiago. ....	70
Figura 16 - Projeto de adaptação de instalações sanitárias para acessibilidades .....	72
Figura 17 - Centro Artístico Albicastrense. ....	75
Figura 18 - Instalação sanitária piso 0.....	76
Figura 19 - Instalação sanitária piso 2.....	76
Figura 20 - Hall de entrada, piso 0. ....	76
Figura 21 – Levantamento, instalações sanitárias do Centro Artístico Albicastrense.....	77
Figura 22 - Proposta de alteração ao Projeto do Centro Artístico Albicastrense. ....	78
Figura 23 - Lagar de Calvos .....	80
Figura 24 - Lagar de Calvos, deformação da cobertura.....	80
Figura 25 - Painel sandwich, 5 ondas com 50mm de isolamento [21]. ....	81
Figura 26 - Medições em planta.....	82
Figura 27 - Categorias de terreno, Eurocódigo 1991-1-4 de2010, Anexo A (EN1991-1-4:2010) [13]. ....	84
Figura 28 - Zonamento do território, Eurocódigo 1991-1-3 de2009, (EN1991-1-3:2009) [14].	86
Figura 29 - Quadro NA - A.1 - Situações de projeto e disposição de carga a utilizar de acordo com as condições locais [14]. ....	88
Figura 30 – Disposição da estrutura metálica, vista em planta. ....	89
Figura 31 - Modelação em Robot Structural Analysis, cobertura Lagar de Calvos.....	89
Figura 32 - Corte, cobertura metálica. ....	90
Figura 33 - Rua dos Peleteiros nº32 e 34, edifício a recuperar.....	92
Figura 34 – Proposta Fachada, habitação rua dos Peleteiros, nº32 e 34. ....	93
Figura 35 - Projeto de arquitetura, habitação rua dos Peleteiros nº 32 e 34.....	94
Figura 36 - Distribuição de rede de abastecimento de águas.....	95
Figura 37 - Traçado rede de drenagem de águas.....	97
Figura 38 - Pavimento piso 0.....	100
Figura 39 - Pavimento piso 1.....	101

---

Figura 40 - Pavimento piso -1.....	101
Figura 41 - Desaprumo do muro privado.....	102
Figura 42 - Estado da calçada em maio de 2016.....	103
Figura 43 - Estado da calçada em julho de 2014 [22]. ....	103
Figura 44 - Fissura central do muro erguido pela Junta de Freguesia, 2016 .....	104
Figura 45 - Fissura central do muro erguido pela Junta de Freguesia, 2014 [22] .....	104
Figura 46 - Instabilidade na fundação do muro de ligação lateral.....	105
Figura 47 – Passagem de carácter semipúblico. ....	106
Figura 48 - Parede SW .....	106
Figura 49 - Parede SE.....	107
Figura 50 – junta de dilatação entre os edifícios. ....	107
Figura 51 - Classificação do IQ [24]. ....	110
Figura 52 - Travessia de peões, Avenida 1º de Maio [23]......	111
Figura 53 -Sistema [26] .....	112
Figura 54 - Funcionamento do sistema Safety cross [26]. ....	112

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Caudais mínimos nos dispositivos de utilização água fria e quente [10].....	42
Tabela 2 - Caudais de descarga nos aparelhos sanitários [10] .....	44
Tabela 3 – Caudal de ponta de cheia – avaliação do tempo de concentração.....	53
Tabela 4 - Análise de Fenómenos Extremos Precipitações Intensas em Portugal Continental.	54
Tabela 5 – Caudal de máxima cheia – avaliação do tempo de concentração. ....	59
Tabela 6 - Análise de Fenómenos Extremos Precipitações Intensas em Portugal Continental [3] .....	60
Tabela 7 – Mapa de quantidades, Praia Fluvial de Pomar.....	68
Tabela 8 - Mapa de quantidades, instalação sanitária. ....	72
Tabela 9 - Mapa de quantidades, plataforma elevatória.....	74
Tabela 10 -Mapa de quantidades, aplicação de plataforma elevatória, Centro Artístico Albicastrense. ....	78
Tabela 11 - Mapa de medições, Lagar de Calvos. ....	90
Tabela 12 – Calculo de rede de abastecimento de águas.....	96
Tabela 13 - Calculo rede de drenagem de águas, .....	98
Tabela 14 – Classificação do parâmetro IRI [24].....	109
Tabela 15 - Mapa de quantidades, Solução 1. ....	113
Tabela 16 - Mapa de quantidades, solução 2. ....	114



## Índice de Equações

Equação 1	.....	31
Equação 2	.....	32
Equação 3	.....	32
Equação 4	.....	32
Equação 5	.....	32
Equação 6	.....	32
Equação 7	.....	33
Equação 8	.....	33
Equação 9	.....	33
Equação 10	.....	33
Equação 11	.....	34
Equação 12	.....	43
Equação 13	.....	43
Equação 14	.....	83
Equação 15	.....	83
Equação 16	.....	84
Equação 17	.....	84
Equação 18	.....	84
Equação 19	.....	84
Equação 20	.....	85
Equação 21	.....	85
Equação 22	.....	86
Equação 23	.....	86
Equação 24	.....	86
Equação 25	.....	86
Equação 26	.....	87
Equação 27	.....	88
Equação 28	.....	88
Equação 29	.....	109
Equação 30	.....	110



## Abreviaturas

DGPIM – Divisão de Gestão Patrimonial e Instalações Municipais

EN – European Standard

EP – Estradas de Portugal, S. A.

InIR – Instituto de Infra-Estruturas Rodoviárias, IP

SCS - Soil Conservation Service



## Símbolos

L - comprimento

l - largura

$K_f$  - Fator de forma

$K_c$  - Índice de compacidade

$S_{mr}$  - capacidade máxima de retenção

$I_{ml}$  - Inclinação média do leito

$t_c$  - Tempo de concentração

$t_l$  - tempo de atraso (h);

$i_{mb}$  - declive médio da bacia hidrográfica (%);

$L_b$  - comprimento do curso de água principal da bacia (m);

$S_{mr}$  - capacidade máxima de retenção, dada por  $S_{mr} = (25400/CN) - 254$ ;

CN - número de escoamento da bacia hidrográfica (curve number).

$Q_p$  - caudal de ponta de cheia

NMC - Nível de Máxima Cheia

V - somatório das forças verticais;

S - subpressão;

H - somatório das forças horizontais;

$\varphi$  - ângulo de atrito entre a barragem e a fundação



## 1. Introdução

A construção civil atualmente tem apostado na conservação e reabilitação sustentável do património, por razões ambientais, económicas e sociais, desta forma através da inovação, investigação e desenvolvimento de técnicas amigas do ambiente criaram-se soluções de forma a valorizar o património existente.

A sustentabilidade na construção civil é premissa para o desenvolvimento sustentável, já que o setor é grande consumidor de energia e recursos naturais, assim como grande gerador de resíduos. Para que alternativas sustentáveis sejam cada vez mais frequentes na construção é de extrema importância que os futuros profissionais do setor tenham conhecimento sobre o assunto, contudo ainda se verifica falta de técnicos qualificados na implementação de práticas sustentáveis, bem como empresas sensibilizadas para o tema, dificultando a implementação de uma construção e reabilitação sustentável [1].

A formação em temáticas ligadas à sustentabilidade, como a reabilitação de estruturas, certificação energética, diagnóstico de patologias, contacto com diferentes tipos de materiais, análise de ciclos de vida bem como o estudo de aplicação de energias alternativas, são exemplos de um desenvolvimento da construção tendo em conta a interação do homem com os semelhantes e com a natureza.

De forma a aprofundar conhecimento quer a nível de engenharia civil e contactando com casos práticos do dia a dia de uma instituição pública, bem como na aplicação de técnicas de diagnóstico e intervenção precoce, realizou-se um estágio curricular na Câmara Municipal de Castelo Branco, na qual a estagiária teve oportunidade de ser integrada na Divisão de Gestão Patrimonial e instalações municipais.

### 1.1. Instituição de Estágio

A Câmara Municipal de Castelo Branco é o órgão autárquico do concelho de Castelo Branco e tem por missão definir e executar políticas tendo em vista a defesa dos interesses e satisfação das necessidades da população local. Nesse sentido, cabe-lhe promover o desenvolvimento do município em todas as áreas da vida, como a saúde, a educação, a ação social e habitação, o ambiente e saneamento básico, o ordenamento do território e urbanismo, os transportes e comunicações, o abastecimento público, o desporto e cultura, a defesa do consumidor e a proteção civil [2].

A Câmara Municipal de Castelo Branco adotou em 2015 a estrutura representada no organograma da figura 1, estando a estagiária integrada na Divisão de Gestão Patrimonial e Instalações Municipais, dirigida pela Engenheira Maria Otília Pires Caetano.

Durante o estágio, a estagiária contou ainda com a colaboração da Engenheira Cristina Calmeiro dos Santos no acompanhamento ativo da evolução do estágio, e da equipa técnica DGPIM com a qual colaborou ativamente na elaboração de projetos e procedimentos.

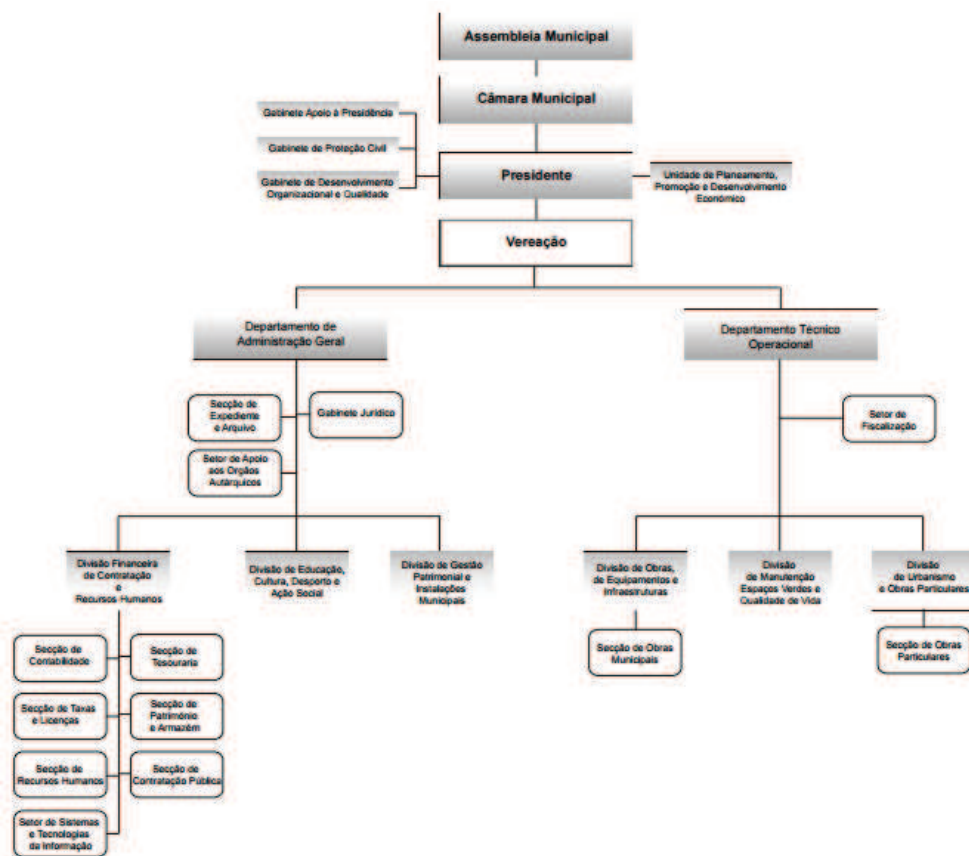


Figura 1 - Organograma da Câmara Municipal de Castelo Branco.

## 1.2 Objetivos e Metodologia

No estágio desenvolvido pretendeu-se dar à estagiária uma perspetiva prática dos conceitos de reabilitação, quer a nível de estruturas hidráulicas, de edifícios, bem como a identificação e diagnóstico de patologias estruturais e não estruturais, de forma a colocar em prática técnicas de intervenção precoce, permitindo uma maior durabilidade da construção.

## 1.3 Resumo do Trabalho Realizado

No decorrer do estágio, abordaram-se diversos temas, entre os quais:

- Construção de um açude em Alameda, de forma a criar uma reserva de água para a população inerente, uma vez que o açude existente apresentava uma elevada degradação permitindo apenas uma pequena reserva de água, não sendo viável a recuperação do mesmo devido às condições em que se encontra;
- Dimensionamento de um pontão em Pé da Serra para permitir o acesso aos campos agrícolas inerentes à ribeira;
- Elaboração de um projeto para a criação de uma praia fluvial no Pomar, Freguesia de Sarzedas;

- Reabilitação de moradia geminada situada na zona histórica da cidade de Castelo Branco;
- Projeto de acessibilidades realizado para a Escola Pré-primária de S. Tiago em Castelo Branco, de forma a garantir a acessibilidade dos utentes, quer a nível de instalações sanitárias quer a nível de mobilidade entre pisos;
- Reestruturação do Centro Artístico Albicastrense, intervenção a nível de instalações sanitárias e sala de espetáculos;
- Realização de várias inspeções visuais para avaliação de patologias e do estado de degradação das estruturas;
- Acompanhamento de obras de recuperação de muros de suporte inerentes à estrutura viária;
- Elaboração de procedimentos de concursos para reabilitação de estruturas viárias – sinalização horizontal.
- Projeto de requalificação de passagem de peões, medidas de segurança rodoviária;
- Projeto de reabilitação da capela do cemitério municipal de Castelo Branco.

## 1.4 Organização do trabalho

O trabalho encontra-se organizado de acordo com o modelo adotado pela instituição de ensino, Escola Superior de Tecnologia – Instituto Politécnico de Castelo Branco, no qual se pretende uma introdução teórica relativamente ao estágio desenvolvido e posterior exposição dos casos práticos de utilização dos conceitos, técnicas e metodologias desenvolvidas.

Encontra-se no Capítulo 1, a introdução do estágio desenvolvido, apresentação da instituição na qual foi desenvolvido o estágio, objetivos do mesmo bem como resumo dos projetos desenvolvidos.

Tendo o estágio abrangido diversas áreas de aplicação dos conhecimentos de Engenharia civil e de Construção Sustentável, no Capítulo 2, apresenta-se a história da arte das diversas áreas implementadas na concretização dos projetos desenvolvido, nomeadamente: infraestruturas hidráulicas, intervenção do edificado, vistorias e infraestruturas rodoviárias.

No capítulo 3 apresentam-se alguns dos projetos desenvolvidos nas diversas áreas, bem como as metodologias envolvidas na elaboração dos projetos e procedimentos necessários à execução dos mesmos.

As conclusões, bem como ambições de projetos futuros, verificam-se no capítulo 4.

## 2. Estado da Arte

No decorrer do estágio surgiram diversos projetos de diferentes temáticas na qual a estagiária teve a oportunidade de colaborar, verificando-se a aplicação de

conhecimentos ao nível das infraestruturas hidráulicas, no qual aplicou conhecimentos cartográficos, hidrológicos e hidráulicos.

Respetivamente à intervenção no edificado, recorreu-se a conhecimentos do âmbito da reabilitação, dimensionamento, técnicas de construção e reestruturação do espaço.

No que diz respeito às vistorias, sendo a divisão de gestão patrimonial e instalações municipais, tal como o próprio nome indica, responsável pela gestão do património, procurou desenvolver procedimentos que permitam realizar um levantamento do estado de conservação do património, de forma a realizar gradualmente intervenções de manutenção e reabilitação de acordo com o estado de conservação do edifício. Também se desenvolveram inspeções visuais no âmbito de apelos da comunidade para verificação da necessidade de intervenção e segurança de estruturas.

Com a aplicação de um Sistema de Informação Geográfica ao Concelho de Castelo Branco, realizou-se no âmbito de infraestruturas rodoviárias o procedimento de inspeção e verificação da condição dos pavimentos.

## 2.1 Infraestruturas hidráulicas

Segundo o Artigo 41º do Decreto – Lei n.º 46/94, “entende-se por infraestrutura hidráulica a obra ou o conjunto de obras que, com carácter fixo nos leitos e margens, permita a utilização do meio hídrico” [3].

Para desenvolver projetos que afetam o meio hídrico é necessário antes de mais estabelecer uma diferenciação entre a hidráulica e a hidrologia, uma vez que estas duas análises foram a base de estudo dos projetos que se apresentam de seguida.

### Hidráulica

O termo hidráulica derivou do grego Hidro, que tem o significado de água, sendo definida como a ciência que estuda o comportamento da água e de outros líquidos, quer em repouso (hidrostática), quer em movimento (hidrodinâmica). Entende-se então por hidráulica, os movimentos, a transmissão e o controle de forças mediante líquidos fluídos sobre pressão [4].

A hidráulica apresenta diversas aplicações como:

- Máquinas hidráulicas (bombas e turbinas), obras fluviais, hidroelétricas, canalizações, diques, etc;
- Saneamento, como as redes de distribuição de água e de esgotos, emissários, submarinos, etc;
- Na área técnica, na construção de prensas, automóveis, aviões, navios, etc.

A Engenharia Hidráulica é o ramo da engenharia civil que se ocupa do fluxo e do transporte de fluidos, especialmente de águas e esgotos. Este campo de estudo foi altamente desenvolvido no Império Romano, sendo especialmente aplicado à construção e à manutenção de aquedutos para o fornecimento de água e à drenagem de esgotos

urbanos. Além de proverem as necessidades dos cidadãos em termos de água, os engenheiros romanos usaram meios hidráulicos de mineração para a prospeção e extração de depósitos aluviais de ouro e de outros minérios como o estanho e o chumbo [4].

Posteriores avanços na engenharia hidráulica ocorreram no mundo islâmico, entre os séculos VIII e XVI. Contudo, foi nas regiões islâmicas medievais que o sistema de gestão da água foi montado e padronizado, sendo subsequentemente difundido para o resto do mundo.

## **Hidrologia**

Esta ciência está ligada ao estudo das águas, e visa demonstrar a ocorrência de água na superfície terrestre, em determinados locais, como funciona a sua circulação, as suas propriedades químicas e físicas, as leis, e todos os fenómenos que ocorrem entre a água e o meio ambiente. É através da hidrologia que se entende a importância e funcionamento da formação dos rios, lagos e oceanos, ou seja, tudo o que envolve água [4].

Aplicações da hidrologia:

- Escolha de fontes de abastecimentos de água;
- Subterrânea: localização do poço e capacidade de bombeamento;
- Superficial: localização da barragem, estimativa da vazão, afluente e da vazão a ser regularizado, dimensionamento do reservatório e do sangradouro;
- Drenagem urbana – dimensionamento de bueiros;
- Drenagem de rodovias – dimensionamento de pontes e pontões;
- Irrigação – fonte de abastecimento, estimativa da evapotranspiração da cultura;
- Controle de enchentes – dragagem do leito do rio, construção de reservatórios de controlo de cheias, etc.

Para o desenvolvimento deste tipo de obras é necessário passar pelo licenciamento, em que se pretende recolher o máximo de informação para a devida fundamentação da intervenção e verificação dos componentes legais e normativos, tais como [3]:

- Descrição do aproveitamento, com apresentação dos aspetos gerais do curso de água, vegetação circundante, configuração topográfica e descrição geológica do terreno;
- Planta de localização e planimetria do aproveitamento à escala de 1:25 000;
- Planta com indicação da bacia hidrográfica e da área inundada;
- Perfil longitudinal da linha de água, em extensão representativa para montante e para jusante do local da obra, com implantação do local da obra, indicação dos níveis de pleno armazenamento e de máxima cheia, quando se justifique;
- Estudo hidrológico, com o recurso a dados das estações hidrométricas ou pluviométricas, para determinação da distribuição de caudais e do caudal modular, e indicação de qual a metodologia seguida na determinação do caudal de cheia;

- Estudo hidráulico;
- Determinação dos consumos de água a montante e a jusante do aproveitamento, para cálculo dos caudais aproveitáveis e determinação do caudal do projeto em função da distribuição de caudais;
- Dimensionamento estrutural;
- Estimativa de custos;
- Descrição das instalações existentes, condições de conservação e obras previstas, em caso de recuperações.

Na elaboração dos projetos em infraestruturas hidráulicas realizou-se o seguinte estudo de acordo com o livro de A. Lencastre - Lições de hidrologia [5]:

#### 1- Bacia hidrográfica [5]

A bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso de água ou por um sistema interligado de cursos de água tal que todos os caudais efluentes sejam descarregados através de uma única saída (secção de referência da bacia).

O contorno de uma bacia hidrográfica é definido pela linha de separação de águas que divide as precipitações que caem na bacia das que caem em bacias vizinhas, e que encaminham o escoamento superficial resultante para um ou outro sistema fluvial.

#### 2- Características geométricas [5]

- Área de drenagem – é uma área plana (em projeção horizontal) limitada pelas linhas de separação topográfica. É normalmente determinada por planimetria em mapas com escala razoavelmente grandes (1/50000 ou 1/25000) e expressa em quilómetros quadrados ou hectares.
- Forma - na sua caracterização, para além de uma descrição qualitativa, pode recorrer-se a alguns parâmetros de descrição quantitativa:

Fator de forma  $K_f$  – é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia (equação 2).

- $L$  - comprimento do respetivo curso de água mais longo, desde a secção de referência até à cabeceira mais distante na bacia.
- $l$  - largura média da bacia, representa a relação entre o comprimento,  $L$ , e a área da bacia  $A$  (equação 1).

$$l = \frac{A}{L} \quad (1)$$

$$K_f = \frac{l}{L} = \frac{A}{L^2} \quad (2)$$

Uma bacia com um fator de forma mais baixo encontra-se menos sujeita a cheias que uma outra bacia do mesmo tamanho com maior fator de forma.

Índice de compacidade  $K_c$  – é a relação entre o perímetro,  $P$ , da bacia e a circunferência de um círculo de igual área,  $A$  (equação 3), de raio  $r$  (equação 4)

$$A = \pi r^2 \Leftrightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (3)$$

$$K_c = \frac{P}{2\pi r} \quad (4)$$

### 3- Características de relevo [5]

- Inclinação média do leito  $I_{ml}$  – entre duas secções obtém-se dividindo a diferença total de elevação do leito, entre ambas, pela extensão horizontal do curso de água entre as mesmas.

### 4- Caudal de máxima cheia [6]

- Tempo de concentração  $t_c$  – é o tempo para que a totalidade da bacia contribua para o escoamento superficial na secção considerada. Pode também ser definido como o tempo necessário para que uma gota de água caída no ponto hidráulicamente mais afastado da bacia atinja a secção considerada. Desta forma propõem-se as seguintes expressões

Soil Conservation Service (SCS) – calcula o tempo de concentração,  $t_c$ , de uma bacia hidrográfica recorrendo ao tempo de atraso,  $t_l$ , equação 5 e equação 6, aplicável para precipitação uniforme sobre a bacia hidrográfica

$$t_c = 1,67 t_l \quad (5)$$

$$t_l = \frac{L_b^{0,8} (S_{mr} + 1)^{0,7}}{734,43 i_{mb}^{0,5}} \quad (6)$$

- $t_l$  – tempo de atraso (h);
- $i_{mb}$  – declive médio da bacia hidrográfica (%);
- $L_b$  – comprimento do curso de água principal da bacia (m);
- $S_{mr}$  – capacidade máxima de retenção, dada por  $S_{mr} = (25400/CN) - 254$ ;
- CN – número de escoamento da bacia hidrográfica (curve number).

Giandotti – propõe a equação 7 que deve ser aplicada a grandes bacias hidrográficas naturais, pois quando aplicada a pequenas bacias o valor do tempo de concentração é sobrestimado.

$$t_c = \frac{\sqrt[4]{A_b + 1,5 L_b}}{0,8 \sqrt{h_m}} \quad (7)$$

- $t_c$  - tempo de concentração (h);
- $A_b$  - área da bacia hidrográfica (km<sup>2</sup>);
- $L_b$  - comprimento do curso de água principal da bacia (km);
- $h_m$  - altura média da bacia (m).

Temez – propõe a seguinte expressão (equação 8)

$$t_c = 0,3 \left( \frac{L_b}{i_m^{0,25}} \right)^{0,76} \quad (8)$$

- $t_c$  – tempo de concentração (h);
- $i_m$  – declive médio do curso de água principal da bacia (m/m);
- $L_b$  – Comprimento do curso de água principal da bacia (km).

Kirpich – sugere a equação 9 que se aplica sobretudo a bacias rurais em canais bem definidos entre 3% e 10%.

$$t_c = 0,0663 \left( \frac{L_b^{0,77}}{i_m^{0,385}} \right) \quad (9)$$

- $t_c$  – tempo de concentração (h);
- $i_m$  – declive médio do curso de água principal da bacia (m/m);
- $L_b$  – Comprimento do curso de água principal da bacia (km).

Pickering – apresenta a seguinte expressão (equação 10) para bacias de passagem hidráulica:

$$t_c = \left( \frac{0,871 L_b^3}{\Delta h} \right)^{0,385} \quad (10)$$

- $t_c$  – tempo de concentração (h);
- $i_m$  – declive médio do curso de água principal da bacia (m/m);
- $L_b$  – Comprimento do curso de água principal da bacia (km);
- $\Delta h$  – diferença de cotas entre as extremidades da linha de água principal (m).

#### 1. 5- Avaliação do caudal de ponta de cheia [6]

As cheias são fenómenos naturais, decorrentes do caráter aleatório dos processos hidrológicos, cujo conhecimento interessa aprofundar para se reduzirem os riscos dela decorrentes.

Para a determinação dos caudais de ponta de cheia existem três tipos de abordagem:

- Fórmulas empíricas, deduzidas a partir da experiência, tendo em consideração a área da bacia hidrográfica, sem associarem os resultados a probabilidades de ocorrência;
- Formulas cinemáticas, entram em linha de conta com as características do movimento da água na bacia hidrográfica, expressas através das noções de tempo de concentração e de chuva crítica (chuvada que origina o maior caudal de ponta para um dado período de retorno);
- Formulas de base estatísticas, que têm como finalidades: a análise de valores referentes a uma dada secção; a regionalização dos valores obtidos para algumas secções por correlação com características físicas da bacia.

Desta forma a partir das formulas cinemáticas, recorreu-se à utilização da formula racional, uma vez que esta é a de maior utilização à escala mundial, e utilizada tomando em consideração as suas limitações é seguramente útil.

As limitações da formula racional, resultantes da sua aplicação, prendem-se com as simplificações de natureza hidrológica e hidráulica da sua formulação. As simplificações hidrológicas residem em admitir a precipitação como invariável no espaço e no tempo e em considerar a transformação precipitação-escoamento como sendo uma relação linear traduzida por um coeficiente de escoamento constante. Do ponto de vista hidráulico, as limitações da formula racional residem no facto de considerar que o caudal de ponta de cheia (equação 11) só ocorre quando toda a bacia está a contribuir para o escoamento.

$$Q_p = \frac{C \times I \times A}{3,6} \quad (11)$$

- $Q_p$  - caudal de ponta de cheia, em m<sup>3</sup>/s;
- C - Coeficiente que traduz os efeitos da retenção superficial de infiltração e do armazenamento nos leitos, o qual depende do tipo e uso do solo e do período de retorno. Para um período de retorno de 100 anos, para zona não urbana, floresta, e considerando que o declive médio da bacia (0,065262) é inferior a 7%, obtém-se  $C = 0,47$ .
- I - Intensidade média da precipitação com duração igual ao tempo de concentração.

Para a definição da intensidade média de precipitação recorreu-se aos postos udométricos localizados mais próximos da bacia em estudo, para os quais Cláudia Brandão estabeleceu as curvas IDF (Intensidade / Duração / Frequência), definidas no estudo do INAG, no documento Análise de Fenómenos Extremos Precipitações Intensas em Portugal Continental, e para um período de recorrência de 100 anos

Uma curva IDF relaciona a duração da precipitação intensa com a respetiva intensidade através de uma equação do tipo  $I = a \cdot t^b$  em que a e b são parâmetros adimensionais.

## 2. 6- Descarregador – Soleiras espessas do tipo WES [7]

Uma das soleiras espessas mais utilizadas em descarregadores de cheia é a soleira do tipo WES (Waterways Experiment Station), por vezes também designada por perfil do tipo Creager.

O seu perfil deriva do perfil da face inferior da veia líquida que se escoa sobre um descarregador de Bazin, sendo definido a partir da carga de dimensionamento ou de definição,  $H_0$ , e em função da inclinação o paramento de montante (ver Figura 2).

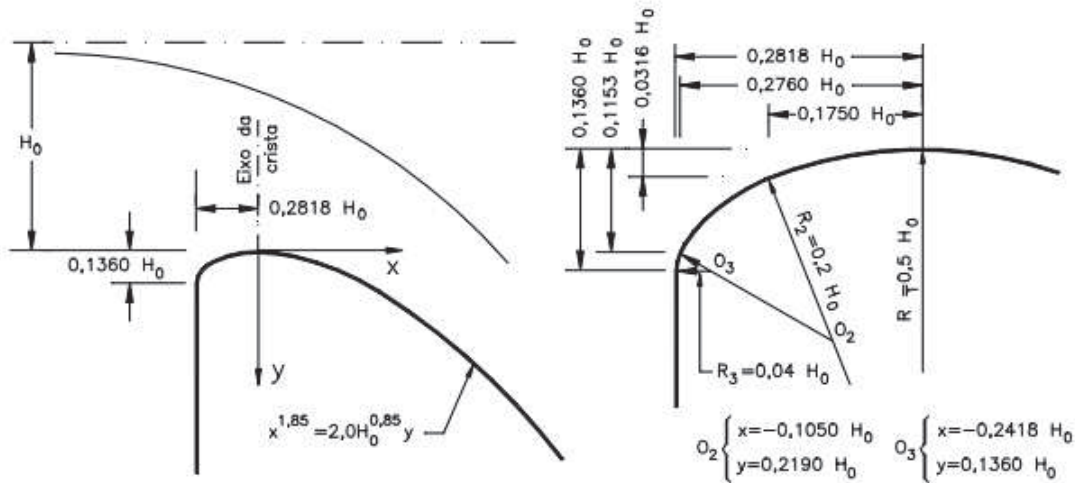


Figura 2 -Soleira espessa do tipo WES, com paramento vertical a montante.

No caso da soleira WES com paramento de montante vertical, compreende um troço a montante da crista composto por três arcos de circunferência tangentes entre si e um troço a montante da crista com uma equação do tipo exponencial. Por razões construtivas ou relacionadas com a estabilidade da soleira, as soleiras do tipo WES podem apresentar o paramento de montante inclinado para montante.

Quando uma soleira WES funciona com carga hidráulica igual à de definição,  $H=H_0$ , (funcionamento normal), o perfil da soleira é tal que a pressão relativa exercida pelo escoamento sobre a soleira é nula, encontrando-se, por isso, toda a superfície da soleira submetida à pressão atmosférica

## 2.2 Intervenção do edificado

As estruturas tal como os seres vivos têm um limite de vida, quando se dimensiona uma construção, seja ela de que género for, dimensiona-se para que seja perdurável durante dezenas de anos, dependendo esse valor do tipo de estrutura de que se trate.

Apesar de tudo ser pensado para que a estrutura se encontre viável até atingir o seu fim de vida teórico, existem vários agentes que podem afetar a construção, reduzindo-lhe o seu tempo de vida útil, é por isso necessária a execução de manutenções e inspeções periódicas, para que seja possível erradicar ou minimizar a anomalia antes que esta prejudique a estrutura.

Os edifícios tal como tudo no mundo ficam obsoletos, uma vez que são construídos tendo em conta as necessidades e normas em vigor à data da sua construção. Nesse sentido, ao longo dos anos o ramo da construção civil tem-se desenvolvido exponencialmente através da reabilitação de edifícios de forma a aproveitar a construção existente, realizando adaptações com o objetivo de responder às necessidades e regulamentos atuais.

No seguimento do relatório apresentam-se quatro distintas intervenções em edifícios, sendo duas de adaptação e duas de reabilitação. Os projetos de adaptação referidos visam uma mínima intervenção e reestruturação de espaço de forma a adequá-lo às necessidades, sendo os projetos de reabilitação uma intervenção de maior escala uma vez que se deve a edifício com patologias graves.

### **Intervenção de adaptação**

Os projetos de intervenção de adaptação mencionados incidem na correção de irregularidades de construção ou adaptação para os requisitos atuais, verificando-se uma vertente ligada às acessibilidades em instituições de ensino e uma vertente de reestruturação do espaço que se encontra desadequado à realidade atual.

#### **1. Acessibilidades**

O desenvolvimento de acessibilidades tem sido o grande alvo de reabilitações, principalmente em edifícios públicos, de forma a dotar as instituições das condições condignas ao usufruto de todos os cidadãos.

No guia de acessibilidade e mobilidade para todos, publicado no âmbito do PAIPDI – Plano de ação para a integração da pessoa com deficiência ou incapacidade “A promoção da acessibilidade constitui uma condição essencial para o pleno exercício de direito de cidadania consagrados na Constituição Portuguesa, como o direito à qualidade de vida, à liberdade de expressão e associação à informação, à dignidade social e à capacidade civil, bem como à igualdade de oportunidades no acesso à educação, à saúde, à habitação, ao lazer e tempo livre e ao tempo”[8].

Tendo em vista a adaptabilidade das instalações sanitárias é necessário tem em atenção as especificações técnicas e normativas, tais como:

- A rede de espaços acessíveis integra pelo menos uma instalação sanitária específica para situações de maior dependência e necessidade de apoio. Esta pode servir para o sexo feminino e masculino e deve estar próxima das restantes instalações sanitárias.
- O espaço interior deve ter dimensões não inferiores a 2,20m por 2,20m e ser considerada a colocação na parede de uma bancada rebatível para apoios específicos (ver Figura 3).
- Deverá prever-se um espaço livre numa das paredes, de comprimento entre 1,60m e 1,80m e altura de 0,75m para colocação de bancada rebatível.

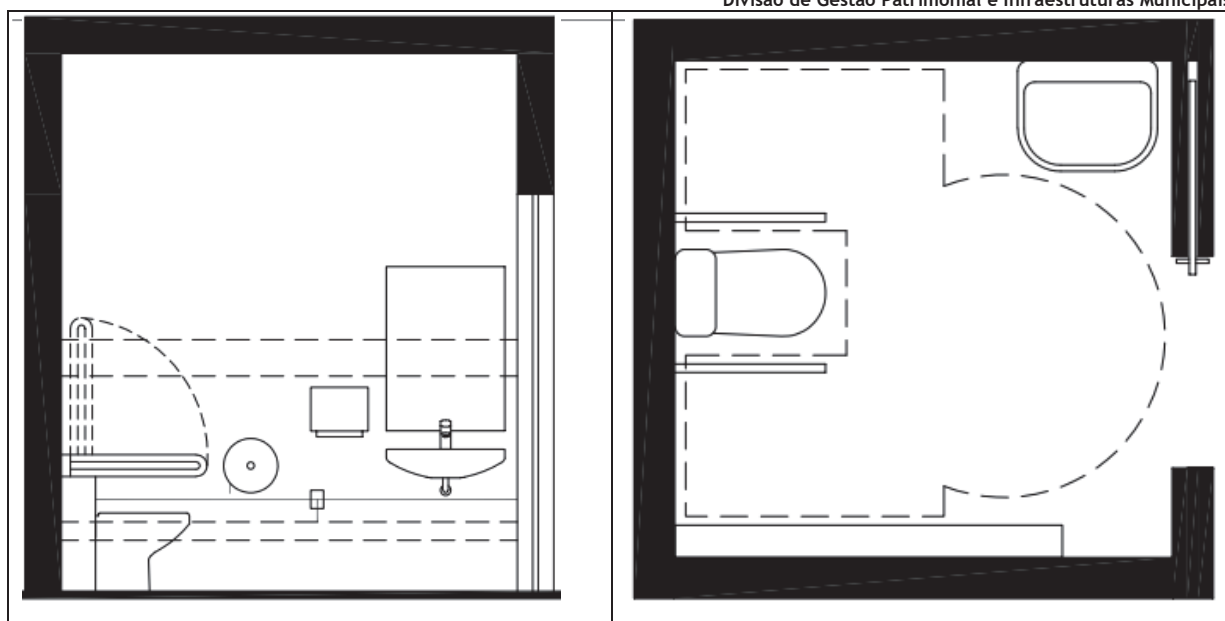


Figura 3 - Esquema de disposição de equipamentos em instalações sanitárias para mobilidade condicionada.

As sanitas acessíveis devem satisfazer as seguintes condições:

- A altura do piso ao bordo superior do assento da sanita deve ser de 0,45 m, admitindo-se uma tolerância de (mais ou menos) 0,01 m;
- Devem existir zonas livres, que satisfaçam ao especificado no n.º 4.1.1, de um dos lados e na parte frontal da sanita;
- Quando existir mais de uma sanita, as zonas livres de acesso devem estar posicionadas de lados diferentes, permitindo o acesso lateral pela direita e pela esquerda;
- Quando for previsível um uso frequente da instalação sanitária por pessoas com mobilidade condicionada, devem existir zonas livres, que satisfaçam ao especificado no n.º 4.1.1, de ambos os lados e na parte frontal;
- Junto à sanita devem existir barras de apoio que satisfaçam uma das seguintes situações:
  - Se existirem barras de apoio lateral que sejam adjacentes à zona livre, devem ser rebatíveis na vertical;
  - Quando se optar por acoplar um tanque de mochila à sanita, a instalação e o uso das barras de apoio não deve ficar comprometido e o ângulo entre o assento da sanita e o tanque de água acoplado deve ser superior a 90°.

## 2. Reestruturação de instalações sanitárias

As associações culturais que muito influenciam os centros urbanos e responsáveis pela interação social, por vezes ficam obsoletas, em que a sua estruturação não se adequa às atividades que neste momento se desenvolvem, nem se adequam

No que toca a reestruturação de instalações sanitárias em edifícios de comércio e serviços é necessário ter em atenção os seguintes requisitos mencionados na legislação [9].

#### Requisitos e equipamentos

1 - As instalações sanitárias devem satisfazer os seguintes requisitos:

- a) sempre que possível, ser separadas por sexos;
- b) se situadas em edifício separado dos locais de trabalho, ter comunicação por passagens cobertas;
- c) dispor de água canalizada e de esgotos ligados à rede geral ou a fossa séptica, com interposição de sifões hidráulicos;
- d) ser iluminadas e ventiladas, de preferência naturalmente;
- e) ter pavimentos revestidos de material resistente, liso e impermeável, inclinados para ralos de escoamento providos de sifões hidráulicos;
- f) ter paredes de cor clara e revestidas de azulejo ou outro material impermeável até, pelo menos, 1,5 m de altura.

2 - As instalações sanitárias devem dispor do seguinte equipamento:

- a) um lavatório fixo;
- b) uma retrete com bacia à turca ou de assento com tampo aberto na extremidade anterior, por piso ou por cada 25 homens ou fração trabalhando simultaneamente;
- c) um urinol, na antecâmara da retrete e na proporção da alínea anterior;
- d) uma bacia de assento com tampo aberto na extremidade anterior, por piso ou por cada 15 mulheres ou fração trabalhando simultaneamente.

3 - O equipamento das instalações sanitárias deve satisfazer as seguintes condições:

- a) as retretes, munidas de autoclismo, devem ser instaladas em compartimentos separados, com, pelo menos, 0,8 m de largura e 1,3 m de comprimento, ventilados por tiragem direta para o exterior e com porta independente e provida de fecho;
- b) quando as retretes forem reunidas em grupo, as divisórias dos compartimentos devem ter a altura mínima de 1,8 m e o seu bordo inferior não poderá situar-se a mais de 0,2 m acima do pavimento;
- c) os urinóis, munidos de dispositivos de descargas de água, devem ser de fácil escoamento e lavagem. Quando em grupo, devem ser separados por baias laterais distantes entre si, pelo menos, 0,6 m;
- d) os lavatórios devem estar providos de sabão não irritante e, preferencialmente, de dispositivos automáticos de secagem de mãos ou toalhas individuais de papel.

### **3. Reabilitação de edifícios degradados**

Com o envelhecimento dos centros urbanos também se verifica o abandono e destruição do património edificado, observando-se habitações em ruínas, ou degradadas

que representam risco para as habitações adjacentes ou mesmo para utilizadores da via pública.

A cidade de Castelo Branco tem um centro urbano muito degradado, com difíceis acessos e respetivo abandono pelas massas mais jovens. A reabilitação também permite transformar os espaços e desenvolver outro tipo de utilidades em edifícios abandonados ou em ruínas, garantindo a recuperação dos mesmos.

No que toca a reabilitação de centros urbanos identificam-se duas intervenções distintas uma a nível estrutura, com a aplicação de cobertura metálica e outra a nível da especialidade de águas e esgotos.

#### **4. Rede de abastecimento de água e rede de drenagem de esgotos**

O abastecimento de água ao edifício é feito a partir da rede pública através de ramal com serviço doméstico e que por sua vez alimenta o contador.

O contador é localizado no interior do lote onde se insere o edifício, em local de fácil acesso, em armário próprio e com as dimensões apresentadas em Peças desenhadas - RAA pormenor e/ou de acordo com as normas técnicas dos Serviços Municipalizados de Castelo Branco. As dimensões e pormenores indicados devem ser devidamente validados pelos Serviços Municipalizados.

Com o contador são instaladas as válvulas de seccionamento a montante e jusante do mesmo, bem como a válvula de retenção a jusante do contador, e válvula de segurança na alimentação do aparelho de produção de água quente, e ainda de chassis normalizados de montagem e troços retos cegos enquanto não for montado o contador.

A tubagem no exterior é embebida no pavimento em PVC PN10 e, quando entra no edifício desenvolve-se na sequência do pavimento, subindo e descendo aos vários pisos, embutida na parede, conforme peças desenhadas.

A extensão das obras está compreendida desde o ponto de abastecimento até aos dispositivos de utilização, englobando redes de água fria e água quente. Nas peças desenhadas que integram o projeto são especificados o traçado e os calibres das canalizações, válvulas de seccionamento e todos os demais acessórios necessários à sua correta execução.

O sistema predial é alimentado exclusivamente pela rede pública e é independente de qualquer sistema de distribuição de água com outra origem. A rede privada tem início no ramal que alimenta o contador geral a instalar.

#### **Rede de abastecimento de água fria [10]**

A rede de distribuição de água fria, desenvolve-se entre o contador afeto à fração e os pontos de utilização dessa fração, tem como objetivo o abastecimento dos dispositivos de utilização das seguintes instalações: instalações sanitárias, cozinha e lavandaria.

A tubagem quando entra no edifício desenvolve-se junto ao pavimento sempre que possível embutida no mesmo, subindo e descendo na vertical aos vários pisos, embutida

na parede, de onde ramificará para as diversas divisões a abastecer, conforme peças desenhadas.

Nos compartimentos a abastecer (instalações sanitárias, cozinhas e lavandaria), onde se deverá localizar uma válvula de passagem, que permite em caso de avaria, arranjos locais sem ser necessário isolar a válvula instalada junto da entrada da habitação e, a partir de onde a tubagem se desenvolve embutida nas paredes até ao dispositivo de utilização a alimentar.

O traçado da canalização é constituído por troços horizontais e verticais ligados por acessórios apropriados. Os troços horizontais deverão possuir inclinação de 10mm/m para circulação do ar.

Não é permitida a ligação entre a rede predial de distribuição de água e a rede predial de drenagem de águas residuais.

A tubagem a aplicar no abastecimento de água quente e fria deve estar bem limpa antes da sua aplicação.

O fornecimento de água potável aos aparelhos sanitários é efetuado sem pôr em risco a sua potabilidade, impedindo a sua contaminação, quer por contacto, quer por aspiração de água residual em caso de depressão.

#### **Rede de abastecimento de água quente [10]**

A rede de água quente abastece lavatórios, duche e lava-loiças onde existam, conforme indicado nas peças desenhadas e existe na fração de habitação.

A produção de água quente obedecerá ao esquema de acordo com o tipo de equipamento.

As tubagens de água quente devem sempre que possível, desenvolver-se paralelamente às de água fria, afastadas entre si de uma distância não inferior a 0,05m e posicionadas sempre num plano superior.

Na fração, encontram-se previstas válvulas de seccionamento e de retenção a montante do esquentador e, deverão ainda ser colocadas válvulas de segurança em todas as saídas.

- Dimensionamento hidráulico [10]

O cálculo das redes de abastecimento tem como base o exposto no Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais – Título III – Sistema de distribuição predial de água.

Para a determinação dos caudais faz-se corresponder aos caudais acumulados o respetivo caudal por aplicação dos coeficientes de simultaneidade, de acordo com curva proposta no anexo XV do referido regulamento.

Conhecido o caudal e limitado pelo critério da velocidade, é determinado o diâmetro das tubagens. As perdas de carga contínuas são calculadas pela fórmula Flamant afetando-se essas perdas de 20% de forma a contemplar as perdas localizadas nos diferentes acessórios e válvulas.

A fixação dos diâmetros tem em vista à obtenção de velocidade de escoamento que não deve ser excepcionalmente baixa permitindo a formação de depósitos nas canalizações e conseqüentemente incrustações, nem demasiado elevada conduzindo a fortes golpes de aríete e vibrações, que ocasionam graves problemas na rede de distribuição.

- Caudais

O dimensionamento é realizado recorrendo aos valores dos caudais instantâneos dados pelo Anexo IV, aqui expostos na Tabela 1, e a obtenção dos caudais de cálculo faz-se a partir do ábaco Anexo V, ambos constates no regulamento [10].

- Velocidade de Escoamento Máxima e Mínima

O calibre das condutas que constituem as RDA é tal que, quando nelas circule o caudal máximo provável, não seja excedida a velocidade de escoamento de 1,5 m/s. Para as mesmas condições de funcionamento, a velocidade de escoamento não deverá ser inferior a 0,3 m/s.

Tabela 1 - Caudais mínimos nos dispositivos de utilização água fria e quente [10].

<b>Dispositivos de Utilização</b>	<b>Caudais mínimos (l/s)</b>
Lavatório individual	0,10
Lavatório Coletivo (por bica)	0,05
Bidé	0,10
Banheira	0,25
Chuveiro Individual	0,15
Pia de despejo com torneira de $\phi$ 15mm	0,15
Autoclismo de bacia de retrete	0,10
Mictório com torneira individual	0,15
Pia lava-louça	0,20
Bebedouro	0,10
Máquina de lavar louça	0,15
Máquina ou tanque de lavar a roupa	0,20
Bacia de retrete com fluxómetro	1,50
Mictório com fluxómetro	0,50
Boca de rega ou de lavagem de $\phi$ 15mm idem de 20mm	0,30 0,45
Máquinas industriais e outros aparelhos não especificados	Em conformidade com as indicações do fabricante

- Pressões de Serviço

A pressão máxima (estática ou de serviço) em qualquer ponto onde haja consumidores, não deverá ser superior a 60m.c.a.

A pressão de serviço mínima nas RDA servindo exclusivamente Instalações Sanitárias, é fixada em 10 m.c.a., garantindo assim no último dispositivo a abastecer a pressão mínima regulamentar [10].

Para o cálculo das pressões de serviço foram tidas em consideração as perdas de carga de percurso ao longo das tubagens, as perdas de carga localizadas devidas aos acessórios, calculadas em 20% das de percurso e a cota geométrica do dispositivo mais desfavorável.

Assim, considerando a pressão pretendida para o dispositivo mais desfavorável de 10 m.c.a. a jusante e admitindo uma pressão mínima de 1m/s, obtém-se as pressões a montante de forma a encontrar a pressão necessária à entrada da habitação para garantir o conforto e posteriormente verificar a sua disponibilidade na rede pública [10].

Os diâmetros e perdas de cargas de percurso foram calculados recorrendo às equações 12 e 13, respetivamente:

$$V = \frac{Q}{\frac{\pi D^2}{4}} \quad (12)$$

$$j = K V^{1.75} D^{-1.25} \quad (13)$$

Para a rede de distribuição de água quente, as perdas de carga consideradas deverão ser acrescidas de 20%.

- Materiais a aplicar

Os materiais que se propõem para a constituição das redes são os seguintes:

Tubagem exterior - PVC PN10;

Tubagem Interior – Multicamada flexível- Sistema Uponor

tipo “Uni Pipe PLUS” com acessórios S-Press, ou equivalente, e isolamento na rede de água quente e devidamente embainhada quando no pavimento;

Torneiras - Latão Cromado e/ou em função do especificado pela arquitetura;

Válvulas - Bronze e ferro fundido consoante os diâmetros;

Torneiras dos aparelhos (a compatibilizar com arquitetura)

Lavatórios e tinas - Torneiras simples

Lava-Louças - Torneiras Misturadoras com manípulos de AF e AQ

Máquinas de Lavar - Bicas próprias para este tipo de aparelhos

## Rede de Drenagem de Águas Residuais

Os sistemas de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais funcionam separadamente a montante do ramal de ligação.

Todas as águas residuais recolhidas a nível não inferior ao do arruamento onde está instalado o coletor público em que vão descarregar, são escoadas para este coletor por gravidade [10].

- Caudais

Os caudais de cálculo foram obtidos em função do somatório dos caudais de descarga atribuídos aos aparelhos sanitários que confluem para a tubagem a dimensionar, afetados de um coeficiente de simultaneidade. Para os caudais de descarga nos aparelhos sanitários consideraram-se os valores mínimos indicados no regulamento, Anexo XIV (ver Tabela 2) [10].

Tabela 2 - Caudais de descarga nos aparelhos sanitários [10]

<b>Aparelhos</b>	<b>Caudal de descarga Qt (l/min)</b>
Bacia de retrete (br)	90
Banheira (ba)	60
Bidé (bd)	30
Chuveiro (ch)	30
Lavatório (Lv)	30
Máquina de lavar a roupa (mlr)	60
Máquina de lavar a louça (mll)	
Tanque de lavar a roupa (tq)	60
Urinol suspenso (mi)	60
Pia de lava louça (pll)	30
Urinol de espaldarte (mie)	90

- Aparelhos sanitários

Os aparelhos sanitários considerados, não se encontram equipados com sifões individuais, havendo, contudo, sifões de pavimento cuja dimensão se recomenda, 90x40x50x80, com 2 entradas de 50mm.

- Ramais de descarga individuais

Os ramais de descarga são executados em PVC rígido nos diâmetros indicados nas peças desenhadas, e com inclinações que deverão estar compreendidas entre 1% e 4%. São embutidos na laje de modo a que não seja afetada nem a resistência da laje nem a das canalizações.

Os ramais de descarga individuais do lavatório, bidé, e banheira, são ligados entre si, ao nível do piso, por um sifão e posteriormente seguir para o coletor ou tubo de queda.

O dimensionamento foi efectuado de acordo com as normas regulamentares em vigor, tendo em consideração os caudais de cálculo, as inclinações das tubagens, a rugosidade do material, e as taxas de ocupação necessárias à dispensa da ventilação secundária [10].

- Ramais de descarga não individuais

Os ramais de descarga são executados em PVC rígido nos diâmetros indicados nas peças desenhadas, e com inclinações que deverão estar compreendidas entre 1% e 4%. São embutidos na laje de modo a que não seja afetada nem a resistência da laje nem a das canalizações.

Haverá separação entre os ramais de descarga das águas de sabão, e, os ramais de descarga das bacias de retrete.

A ligação dos ramais de descarga aos tubos de queda deve ser feita por meio de forquilhas, de forma a respeitar a imposição regulamentar que impede a ligação de ramais de descarga de bacias de retrete e de águas de sabão, no mesmo plano horizontal do tubo de queda, com forquilhas de ângulo de inserção superior a 45° [10].

O dimensionamento foi efectuado de acordo com as normas regulamentares em vigor, tendo em consideração os caudais de cálculo, as inclinações das tubagens, a rugosidade do material, e as taxas de ocupação necessárias à dispensa da ventilação secundária.

- Tubos de queda

Os tubos de queda são executados em PVC rígido nos diâmetros indicados nas peças desenhadas, mantendo-se estes diâmetros ao longo de todo o seu desenvolvimento. De acordo com os desenhos, o traçado dos tubos de queda deve ser vertical, formando preferencialmente um único alinhamento reto. No caso de haver necessidade de efetuar mudanças de direcção, estas são executadas por curvas de concordância, de forma a cumprir a imposição regulamentar que impede que o valor da translação exceda 10 vezes o diâmetro do tubo de queda. No caso de exceder aquele valor é respeitado o ponto 3 do artigo 360°, que obriga a tratar o troço intermédio de fraca pendente como coletor predial [10].

Os tubos de queda são prolongados com o mesmo diâmetro, como ventilação primária, para o exterior do edifício, de forma a respeitar os níveis e localizações regulamentares - ponto 5 do artigo 360°.

A localização dos tubos de queda é preferencialmente em galerias verticais facilmente acessíveis, sendo eventualmente embutidos por imposições construtivas. No caso de atravessarem elementos estruturais, ter-se-á o cuidado para que a resistência destes e das canalizações não seja afetada.

São instaladas bocas de limpeza nos seguintes locais:

- Nas mudanças de direcção, próximo das curvas de concordância, havendo necessidade de as fazer.

- Na vizinhança da mais alta inserção dos ramais de descarga no tubo de queda.
- Na sua parte inferior, junto às curvas de concordância com o coletor predial, quando não for possível instalar uma câmara de inspeção, como é o caso dos tubos de queda que terminam no teto da cave do edifício - ver desenhos.

A ligação dos tubos de queda aos coletores prediais é executada por curvas de concordância, sendo a inserção nestas efectuada por meio de forquilhas com as respectivas bocas de limpeza, ou câmaras de inspeção, de acordo com os desenhos.

O dimensionamento foi efectuado de acordo com as normas regulamentares em vigor, tendo em consideração os caudais de cálculo, e as taxas de ocupação necessárias à dispensa da ventilação secundária [10].

- Colunas de ventilação

O dimensionamento efectua-se considerando as taxas de ocupação necessárias à dispensa de ventilação secundária nos tubos de queda. A ventilação primária é obtida pelo prolongamento dos tubos de queda acima da cobertura conforme supra indicado.

- Coletores prediais

O coletor predial é executado em PVC rígido nos diâmetros indicados nas peças desenhadas, e com inclinações que deverão estar compreendidas entre 1% e 4%.

O traçado do coletor predial é retilíneo tanto em planta como em perfil, conforme os desenhos, sendo implantadas câmara de inspeção no seu início, em mudanças de direcção, de inclinação e de diâmetro e nas confluências onde não sejam previstas forquilhas[10].

A câmara de ramal de ligação é instalada no limite da propriedade, junto da fronteira do terreno/habitação com a via pública.

## **5. Cobertura metálica**

As construções de estruturas em aço têm vindo a aumentar nas últimas décadas em Portugal, principalmente para algumas tipologias como: edifícios industriais, comerciais e habitacionais, a competitividade destas estruturas é muito devido à facilidade de execução, rapidez e segurança.

No pré-dimensionamento de uma cobertura metálica em aço é necessário recorrer à determinação das acções e respetivas combinações. No âmbito deste trabalho foram obtidas através dos Eurocódigos Estruturais, desenvolvidos pela comissão Técnica CEN/TC 250 da CEN (comissão Europeia de Normalização), acompanhados pelos respetivos Anexos Nacionais, da responsabilidade dos organismos de normalização nacionais, sendo estes:

NP EN 1990 – Base para projetos estruturais, (EN1990:2009) [11];

NP EN 1991 – Acções em estruturas;

i. Parte 1-1 – Acções gerais: Peso volúmico, pesos próprios, Sobrecargas em edifícios, (EN1991-1-1:2009) [12];

ii. Parte 1-3 – Acções gerais: Acção da neve, (EN1991-1-3:2009) [13];

iii. Parte 1-4 – Acções gerais: Acção do vento, (EN1991-1-4:2010) [14].

### 2.3. Vistorias

Os edifícios durante a sua vida útil vão-se degradando, apresentando anomalias que não são mais do que sintomas das patologias de que estes sofrem. O aparecimento destas patologias pode evitar-se através de uma cuidada execução e manutenção, mas nem sempre se pode prever o aparecimento destas deformidades, uma vez que a utilização do edifício bem como causas originadas por desastres naturais ou humanos são situações impossíveis de antever.

Antes de intervir em algum tipo de patologias é necessário identificar as origens do aparecimento destas anomalias [15]:

- Causas por ação humana – conceção e projeto, execução e utilização;
- Causas por ação natural sobre os próprios materiais – ações físicas, ações químicas e ações biológicas;
- Causas por desastres naturais – sismos, ciclones, tornados, cheias, tsunamis, avalanches, deslizamento de terras, erupções vulcânicas, tempestades marítimas e trovoadas;
- Causas por desastres humanos – fogos, explosões, choques e inundações.

Para uma cuidada inspeção é necessário conhecer as patologias que cada tipo de estrutura pode apresentar, conhecer os diferentes tipos de manifestações bem como as causas e as formas de correção da anomalia. Só depois de conhecer a causa e compreender a forma como esta pode evoluir, se consegue atempada e cuidadosamente intervir e executar técnicas de manutenção para que o tempo de vida útil não seja reduzido.

Assim sendo distinguem-se dois tipos de patologias, patologias estruturais que comprometem a estabilidade da construção, e patologias não estruturais que se relacionam com anomalias de que a obra se recente sem pôr em causa a estrutura a curto e médio prazo.

Só após a identificação da causa da patologia se pode partir para um plano de intervenção, quer este seja de correção, ocultação ou demolição.

As fissuras são um tipo de anomalias inadequadas que surgem numa edificação e são frequentes nas fachadas. Segundo Verçoza (1991), na maior parte das ocasiões elas são uma consequência de outros defeitos, tais como fissuras nas paredes ou deslocamentos ou juntas mal-executadas [16].

Patologias de humidade são as patologias provocadas por fenómenos naturais. Os efeitos mais comuns são decorrentes da penetração de água ou devido à formação de

manchas de humidade, esses defeitos geram problemas bastante graves e de difíceis soluções.

De entre as patologias não estruturais encontramos as patologias de fissuração e as patologias de humidade. Estas patologias subdividem-se nos seguintes grupos [16]:

1. Patologias de fissuração:

- Fissuras causadas por variação de temperatura;
- Fissuras causadas por retração;
- Fissuras causadas por corrosão da armadura;
- Fissuras causadas por movimentação higroscópica;
- Fissuras das paredes de alvenaria.

2. Patologias de humidade:

- Humidade de construção;
- Humidade de precipitação;
- Condensação;
- Higroscopicidade dos materiais;
- Causas fortuitas;
- Humidade ascensionais.

Cada deformabilidade que se encontra em edifícios pode ser devido a uma patologia ou a uma associação de patologias, é por isso necessário executar uma cuidada análise de todos os sintomas de forma a identificar a patologia e as suas causas.

A cada tipo de causas correspondem, em geral, conjuntos bem definidos de sintomas que poderão ser detetados, quer por simples observação visual, quer através de ensaios, análises “in situ” ou cálculos baseados em diversas características dos materiais e dos locais. É então imprescindível um bom conhecimento das patologias em relação aos seus sintomas e causas de forma a executar uma boa avaliação.

### **Inspeção de edifícios**

Quando as condições de habitabilidade se deterioram, maioritariamente fruto da presença de humidade em pavimentos, paredes e ou tetos, é comum recorrer aos serviços de uma empresa de construção, deixando o diagnóstico e a proposta de solução nas suas mãos. O objetivo dessa empresa será certamente a minimização dos riscos de insucesso e a majoração do seu lucro, isto é, não conhecendo com rigor a origem do problema, realizará mais trabalho do que o efetivamente necessário [17].

Se numa situação deste tipo solicitarmos orçamentos a diversas empresas, facilmente verificaremos que as soluções preconizadas são diferentes, sendo difícil, senão impossível comparar os respetivos orçamentos.

Por vezes, concluídos os trabalhos, verificamos que a patologia persiste ou reaparece passado pouco tempo.

A inspeção de um imóvel consiste no levantamento de todas as patologias e defeitos de construção, causados por deficiente execução ou utilização ou pelo desgaste natural

dos materiais, no correto diagnóstico das causas e na proposta de soluções para a reposição das condições de habitabilidade.

O levantamento de patologias é realizado com recurso a instrumentos de análise e medida, devendo os dados recolhidos ser tratados e interpretados por técnicos especializados no âmbito das patologias. Como resultado dessa inspeção devem resultar os seguintes elementos:

- 1 - Registo de patologias e defeitos de construção;
- 2 - Diagnóstico;
- 3 - Proposta de soluções.

Nos dias de hoje ainda se menospreza a importância de uma inspeção, uma vez que se considera em termos gerais dispendiosa e devido à dificuldade de diagnóstico, considerada pouco precisa, enumerando-se de seguida as razões pelas quais se deve optar por uma inspeção atempada no decorrer da utilização das construções [17].:

- 1 - Para identificar claramente a origem dos problemas do imóvel;
- 2 - Para estabelecer as soluções mais corretas;
- 3 - Para diminuir os custos de reparação;
- 4 - Para estabelecer prioridades de intervenção;
- 5 - Para conhecer um imóvel antes de o adquirir;
- 6 - Para valorizar o imóvel que pretende vender;
- 7 - Para suportar uma ação judicial.

## 2.4 Infraestruturas rodoviárias

Tendo presente que a rede rodoviária nacional está praticamente concluída e o estado degradado de muitas infraestruturas rodoviárias nacionais, conjugado com a situação económica atual, impossibilita novos projetos no âmbito rodoviário. Então a manutenção e a reabilitação das vias existentes assumem um papel determinante. Os sistemas de gestão rodoviária e em particular os da gestão da conservação de pavimentos, apoiam-se no conhecimento da qualidade dos pavimentos em serviço, de modo a efetuar uma comparação entre os diferentes trechos da rede, candidatos às ações de conservação [18].

A definição da qualidade dos pavimentos baseia-se em critérios objetivos quanto à análise da interação entre o estado do pavimento, a respetiva capacidade estrutural e o utente da estrada.

O pavimento possui características de elevada resistência e baixa deformabilidade, bem como permeabilidade e aderência adequadas à circulação de veículos, tendo em atenção parâmetros como a intensidade do tráfego, o tipo de tráfego, a velocidade máxima permitida e o tipo de clima predominante na zona em que se localiza a estrada. Os pavimentos rodoviários são estruturas que apresentam uma evolução do estado

funcional e estrutural para o qual foram projetados ao longo da sua vida útil, devido à influência de diversos factores. Para além da modificação das características iniciais e perda de qualidade estrutural e funcional, verifica-se a necessidade de realização de acções de conservação para repor a qualidade, e prolongar a vida útil dos pavimentos [19].

A monitorização ou auscultação de pavimentos rodoviários, surge no âmbito da manutenção de pavimentos e, representa um procedimento fundamental para determinar o estado estrutural e funcional destas estruturas, permitindo determinar a evolução do estado do pavimento e averiguar as intervenções necessárias para assegurar as exigências dos utentes [20].

De forma a prevenir a inviabilidade de recuperação do pavimento e tendo em conta os valores significativos associador à substituição de um pavimento rodoviário, pretende-se como uma monitorização/auscultação, tipificar todas as patologias existentes nos pavimentos, para que o mesmo constitua uma instrução técnica de catalogação, quantificação e classificação dessas patologias.

A metodologia mais utilizada é de observação dado ser a mais simplificada, agrupando as degradações mais relevantes de forma a permitir um elevado rendimento na observação e classificação face à extensão de rede a observar, sendo utilizado o “Catálogo de Degradações dos Pavimentos Rodoviários - Volume 1: Projecto de Reabilitação” para a tipificação das patologias e posterior classificação segundo o seu grau de severidade, grau esse utilizado para o calculo do estado do pavimento.

### **3. Estágio - Trabalho desenvolvido**

#### **3.1 Infraestruturas hidráulicas**

Na reabilitação de infraestruturas hidráulica decorreram três projetos distintos, no qual a estagiária colaborou ativamente. O primeiro projeto, referente à construção de um açude, requereu estudos hidráulicos, bem como aplicação de fundamentos de estabilidade para cálculo do mesmo. O projeto referente à construção de um pontão requereu estudos hidráulicos e hidrológicos e também investigação de componentes para a sua construção, uma vez que se pretendia uma estrutura leve. Na intervenção para criação de uma praia fluvial foi tido em conta o comportamento hidrológico e hidráulico do canal para a reabilitação do açude existente, bem como utilização e adaptação do espaço, garantindo as condições condignas ao usufruto da zona, e ainda garantindo o regadio para as zonas agrícolas adjacentes à área de intervenção.

##### **3.1.1 Açude Ribeira de Rochas - Alameda**

## **Descrição**

O projeto refere-se a uma pequena barragem de gravidade a implantar na Ribeira de Rochas, Almaceda, numa secção da sub-bacia hidrográfica do rio Ocreza, com uma área de aproximadamente 19,15 Km<sup>2</sup>.

A construção desta infraestrutura hidráulica tem como objetivos principais criar uma albufeira de armazenamento de água que possibilite a transferência de água de inverno para o verão, garantindo deste modo a existência de uma reserva de água destinada a apoiar o regadio tradicional existente e, ainda, reforçar o caudal necessário para garantir a manutenção das atividades recreativas e de lazer na denominada piscina fluvial de Almaceda, durante a época do Verão.

## **Proposta**

Pretende-se construir um açude com 6 metros de altura, conseguindo assim um volume de água armazenável de cerca de 20855,175 m<sup>3</sup>, obtido à custa da elevação do plano de água, no local.

## **Descrição geral da obra**

### **1. Fundação**

Após visita efetuada ao local e atendendo à análise geológica dos solos, considerou-se que o solo onde se vai fundar a barragem apresenta boas características mecânicas e suficiente impermeabilidade e indeformabilidade. A construção da fundação deve obedecer a alguns requisitos, nomeadamente o terreno e a fundação devem estar suficientemente compactados e assentes, para conseguirem suportar o peso da barragem, a fundação deve ser homogénea e uniforme em todas as direções, para que a base da barragem assente perfeitamente na fundação.

### **2. Preparação do terreno da albufeira**

A fim de se garantir uma boa qualidade da água a armazenar será necessário proceder-se ao arranque de todas as árvores, desmatção e decapagem do terreno até à cota do nível de máxima cheia, de modo a eliminar todas as matérias orgânicas existentes que poderão afetar a qualidade da água.

### **3. Perfil transversal**

A conceção do açude assenta num perfil de gravidade, que tem a sua estabilidade assegurada pelo peso próprio. É munido de uma soleira descarregadora, com 12 metros de desenvolvimento, com perfil transversal do tipo Creager, com crista à cota do correspondente nível de retenção normal (NPA) e dimensionada para o caudal de ponta de cheia com período de retorno de 100 anos. Será executado em betão tradicional C20/25-s3 devidamente vibrado e betonado, utilizando cofragem.

### **4. Descarga de fundo**

Projetou-se e localizou-se por forma a garantir a permanência de um caudal mínimo (ecológico) que permita a sobrevivência da vida animal existente. No dimensionamento da conduta e na determinação da sua inclinação teve-se em atenção o tempo de

esvaziamento da albufeira. É constituída por orifício de admissão submerso, com secção circular de 700 mm de diâmetro, comandada a montante por válvula de cunha do tipo “Mural” em ferro fundido instalada em base de betão armado (câmara de entrada). A válvula é comandada por um veio que liga a um volante munido de parafuso sem-fim manobrado no coroamento. A válvula, o veio e o volante são protegidos com tinta antiferrugem. A câmara de entrada tem uma grelha de proteção e uma pequena câmara de decantação de forma a evitar a passagem de detritos sólidos e areias.

#### 5. Tomada de água e adutora

Localizada no corpo da barragem, é constituída por uma conduta em PVC de 160 mm com 10 Kg/cm<sup>2</sup>, e munida, na entrada, de um ralo de latão flageado DN150 que se destina a evitar a entrada de quaisquer detritos sólidos e areias. À saída do corpo da barragem, será aplicado um filtro flageado DN150 que ligará a uma válvula do tipo borboleta com redutor GS DN150, que ligará à adutora propriamente dita.

#### 6. Descarregador de superfície

Este órgão foi dimensionado por forma a ter uma secção que permita, sempre que o nível de máxima cheia (NMC) seja atingido, uma descarga automática da albufeira, não sujeitando a barragem a transbordo e conseqüentemente a acidentes associados a esta situação. Este descarregador será localizado e centrado no corpo da barragem, estando dotado de uma entrada de água com perfil do tipo Creager.

### Calculo hidrológico – considerações prévias

O estudo hidrológico do açude teve como principal objetivo a determinação do caudal de ponta de cheia afluyente à secção da barragem para posterior dimensionamento dos órgãos hidráulicos. O período de retorno adotado resultou da legislação em vigor de acordo com o tipo de altura da barragem, adotando-se no caso em estudo, uma probabilidade de ocorrência de uma vez em 100 anos.

#### 1. Bacia Hidrográfica – características geométricas e de relevo

- A bacia hidrográfica tem no local em estudo 19,15 Km<sup>2</sup>;
- O perímetro exterior da bacia, à cota do NMC, é de 13,6 Km. A linha de água apresenta um desnível total, desde as cabeceiras até ao local da barragem, da ordem dos 593 m (935 m - 342 m), o que se traduz num declive médio de 0,053174 m/m;
- O comprimento do curso de água principal é de 11,15 Km;
- Largura média da bacia é de  $\frac{19,15}{11,15} = 1,72 \text{ Km}$ ;
- Fator de forma da bacia:  $Kf = \frac{A}{L^2} = \frac{19,5}{11,15^2} = 0,154$

- Índice de compacidade:  $K_C = \frac{0,28xP}{\sqrt{A}} = \frac{0,28x23,6}{\sqrt{19,15}} = 1,50$
- Inclinação média do leito:  $I_{ml} = \frac{593}{11151} = 0,053174$
- Inclinação média da bacia:  $I_{mb} = \frac{593}{\sqrt{19,5x10^6}} = 0,134288$

## 2. Caudal de ponta de cheia - avaliação do tempo de concentração

Tendo em conta as limitações devido à fragilidade e estrito campo de aplicação das fórmulas empíricas e semi-empíricas disponíveis, e atendendo às características da bacia em estudo, na determinação deste parâmetro utilizaram-se as seguintes fórmulas referenciadas na tabela 3.

Tabela 3 - Caudal de ponta de cheia - avaliação do tempo de concentração.

Bacia	Perímetro Km	Área Km <sup>2</sup>	Estirão Km	Cotas			Inclinação m/m
				Máx m	Min m	Média m	
Ribeira de Rochas Almaceda	23,604	19,154	11,152	935	342	638,5	0,053174
Tempo de Concentração (horas)							
	Kirpich	Giandotti	Ven Chow	Picking	Temez	SCS	Média
	1,31	2,49	1,15	1,17	2,58	1,32	1,67
	Tc, adotado						2,00

Analisando os resultados obtidos de modo automático, constata-se que o tempo de concentração da bacia varia entre 1,15 h e 2,58 h. Efetuando a média obtém-se 1,67 h. Tendo em consideração outros estudos realizados na mesma bacia, e atendendo à geomorfologia do terreno, adota-se para tempo de concentração o valor de 2,00 horas.

## 3. Avaliação do caudal de ponta de cheia

O caudal de ponta de cheia determinou-se utilizando a fórmula racional:

$$Q_p = \frac{C.I.A}{3,6} [Q_p (m^3/s); I(mm/h); A(Km^2)]$$

Relativamente ao parâmetro udométrico recorreu-se ao estudo realizado por Cláudia Brandão, verificando-se os valores constantes na Tabela4.

Tabela 4 - Análise de Fenómenos Extremos Precipitações Intensas em Portugal Continental.

Posto Udométrico	Caudal de ponta de cheia (Fórmula Racional)						Coeficiente Escoamento	Q
	a	b	tc (h)	tc (m)	I (mm/h)			
Gralhas - 13L/02	757,34	-0,660	2,00	120	32,13892	0,47	80,37	
Covilhã - 12L/03	356,92	-0,562	2,00	120	24,21425	0,47	60,55	

Adota-se para caudal de ponta de cheia o valor de  $70,46 \text{ m}^3/\text{s}$ , valor médio dado pelos dois postos udométricos considerados no estudo.

### Dimensionamento dos órgãos de segurança e exploração

#### 1. Descarregador de cheias

A largura da soleira deve ser fixada tendo em consideração a cheia de dimensionamento do descarregador e os condicionalismos eventualmente existentes relativos à altura máxima da barragem, ao volume pretendido para a albufeira e aos custos económicos.

Considerou-se um descarregador frontal de soleira normal, tipo Creager, com uma largura de soleira de 12,00 m. A altura deste foi calculada para uma descarga de um caudal de ponta de cheia igual a  $70 \text{ m}^3/\text{s}$  e para um período de recorrência de 100 anos.

Analisando os valores obtidos na Tabela4, conclui-se que para  $h = 1,30 \text{ m}$  se escoar um caudal de  $71,68 \text{ m}^3/\text{s}$  ligeiramente superior ao caudal de ponta de cheia,  $70,46 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### Determinação do Nível de Máxima Cheia (NMC):

$$\text{NMC} = \text{NPA} + h = 370,00 + 1,30 = 371,30 \text{ m.}$$

Adotando uma folga de 0,20 m obtém-se a cota de coroamento de 371,50 m.

Na Figura 4 apresenta-se o Perfil Creager.

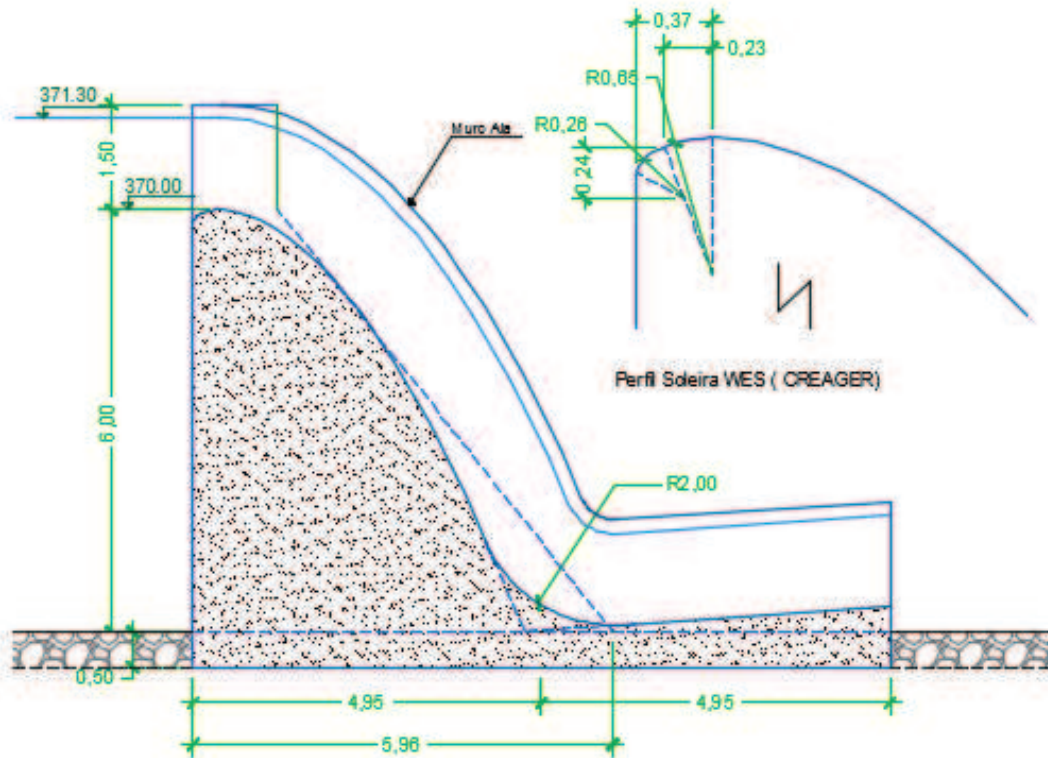


Figura 4 - Descarregador frontal de soleira normal, tipo Creager.

## 2. Bacia de dissipação

Com o objetivo de minimizar os efeitos devido às perturbações introduzidas no regime natural, torna-se necessário que a restituição dos caudais se faça em condições que se aproximem, o mais possível, das condições naturais. Face ao exposto, adota-se uma solução constituída por uma bacia de dissipação por ressalto hidráulico, conforme desenho (Figura 2), seguida de um enrocamento de pedra do tipo D50, com 0,60 m de espessura e 5,00 m de comprimento, a montante e a jusante, incluindo uma manta geotêxtil com 400 g/m<sup>2</sup>.

## 3. Descarga de fundo

O descarregador de fundo, com 700 mm de diâmetro, tem por objetivo o esvaziamento da albufeira até ao nível mínimo (ecológico).

## 4. Determinação do diâmetro da tomada de água

Determinação do Diâmetro através da aplicação da Fórmula de Bresse:

$$\text{Diâmetro} = 1,5 \times Q^{1/2} > 0,140 \text{ m}$$

Adotou-se  $D = 160 \text{ mm}$ .

## Estabilidade

### 1. Perfil básico da barragem de gravidade em estudo (Figura 5)

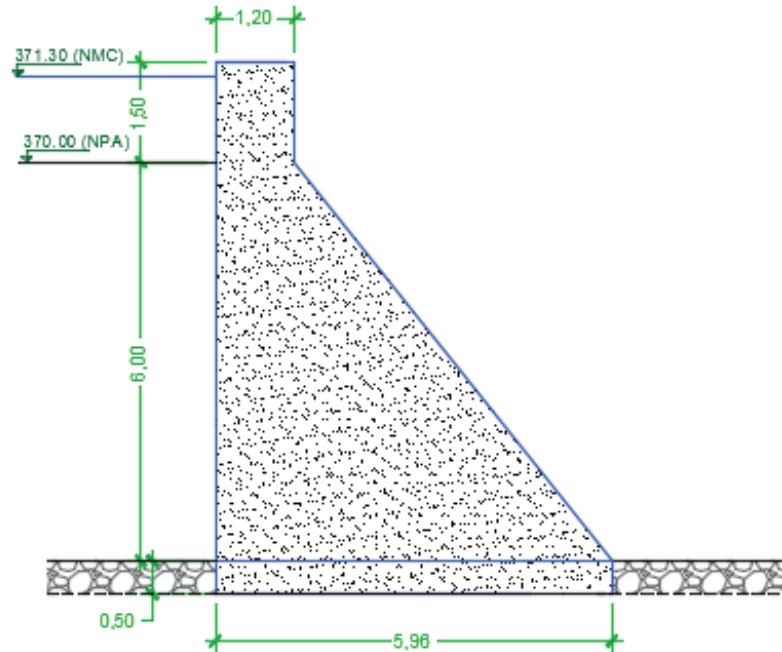


Figura 5 - Perfil básico da barragem de gravidade.

- Tem a estabilidade assegurada pelo peso próprio;
- Executada em betão tradicional (C20/25), utilizando cofragem;
- O betão é vibrado e, como se trata de massas muito grandes, tem que ser refrigerado. A betonagem é lenta e realizada por troços;
- O betão não é armado, pelo que em qualquer secção do paramento de montante só devem existir forças de compressão. A existência de forças de tração provoca fissuras, por onde a água se pode infiltrar;
- A resultante das forças atuantes tem que ter o ponto de atuação dentro do núcleo central de cada secção.

### 2. Solicitações

As solicitações que são diretamente calculáveis pelas leis hidrostáticas e hidrodinâmicas e pelos pesos volúmicos dos materiais são:

- Forças acima da fundação, devidas à água ( $I_m$  e  $I_j$ );
- Peso próprio da barragem e do equipamento ( $W$ );
- Forças de reação na fundação ( $F_a$ ).

As solicitações que dependem das disposições construtivas da barragem e da localização desta são:

- Forças de subpressão na fundação ( $S$ );
- Impulsos devidos aos sedimentos depositados na albufeira ( $I_s$ );

- Forças devidas ao gelo;
- Forças sísmicas.

### 3. Derrubamento

Devido às solicitações da pressão hidrostática e da subpressão, a barragem tem tendência para rodar em torno da extremidade de jusante da fundação. O facto de não se admitir forças de tração a montante implica que a resultante das forças atuantes passe pelo terço central da fundação. Assim o momento resultante é sempre estabilizante, pelo que não é necessário verificar a estabilidade da barragem de gravidade em relação ao derrubamento (critério de Maurice – Levy, 1895).

$$\text{Em todo o caso, verifica-se a condição, } F_s = \frac{M_{est}}{M_{derr}} = \frac{5514}{1988} = 2,8 \geq 1,50$$

### 4. Deslizamento

A resultante das solicitações horizontais tende a deslocar a barragem para jusante, o que é contrariado pelas forças tangenciais de atrito e de coesão no contacto betão – fundação.

Em barragens de gravidades fundadas em rocha considera-se que a estabilidade ao deslizamento está assegurada, desde que se verifique a condição (Fator de segurança,  $F_s > 1,5$ ):

$$\begin{aligned} & (\sum V - S) \cdot \tan \varphi > \sum H \\ & ((1005,32 - 241,51) \times \tan 0,70 > 320) \\ & 641,33 > 320 \\ & F_s = 2,00 > 1,50 \end{aligned}$$

Em que,

V é o somatório das forças verticais;

S é a subpressão;

H é o somatório das forças horizontais;

$\varphi$  é o ângulo de atrito entre a barragem e a fundação (toma o valor entre 0,65 a 0,75)

### Elaboração de concurso

Na sequência do projeto descrito acima, procedeu-se à elaboração das peças de concurso, nomeadamente:

1. Plano de Segurança e Saúde;
2. Plano de Gestão de Resíduos;

3. Aprovação por parte da agência do ambiente;
4. Peças desenhadas (ver Anexo I);
5. Memória descritiva;
6. Estimativa orçamental;
7. Mapa de quantidades;
8. Documento de abertura de procedimento.

### **3.1.2 Projeto do pontão - Sarzedas**

#### **Descrição**

A presente descrição refere-se ao projeto de consolidação estrutural e alargamento do pontão localizado na Ribeira da Magueija, Pé da Serra, freguesia de Sarzedas. A construção original data da década de 1940/1950, e mais recentemente sofreu obras de beneficiação a nível do tabuleiro e encontro da margem direita.

O pontão referido é composto por uma estrutura de dois vãos, constituída por uma laje de betão armado assente em duas longarinas (vigas) executadas em betão armado, que descarregam a meio vão num pilar executado em alvenaria de pedra, e nos encontros em dois maciços mistos de alvenaria de pedra e betão. A largura original é de aproximadamente 2,90 m e corresponde aproximadamente à largura das vias de acesso.

#### **Proposta**

Da análise visual efetuada à estrutura do pontão, foram detetadas as seguintes anomalias:

1. Corrosão de armaduras na face inferior da laje;
2. Várias fendas no pilar e encontros;
3. Ausência de guardas de segurança (guarda corpos).

A intervenção proposta surge da necessidade de conferir e garantir, no local, as indispensáveis condições de segurança para a circulação rodoviária, de pessoas e de bens. Nesse contexto, propõem-se os seguintes trabalhos:

1. Alargamento do perfil transversal do tabuleiro para 4,00 m;
2. Reforço estrutural da estrutura existente e correção de anomalias;
3. Aumento da sobrecarga para 300 KN (30 toneladas);
4. Beneficiação dos acessos.

#### **Estudo hidrológico**

De forma a verificar as condições hidrológicas definiu-se a bacia hidrográfica representada na Figura 6.



Figura 6 - Bacia hidrográfica

### 1. Bacia Hidrográfica – características geométricas e de relevo

A bacia hidrográfica tem no local em estudo 3,43 Km<sup>2</sup>; O perímetro exterior da bacia é de 8,38 Km; O comprimento do curso de água principal é de 3,58 Km. A linha de água apresenta um desnível total, desde as cabeceiras até ao local do pontão, da ordem dos 52 m (441 m - 389 m), o que se traduz num declive médio de 0,0300560 m/m.

Largura média da bacia:	$\frac{3,43}{3,580} = 0,958Km$
Fator de forma da bacia:	$K_f = \frac{A}{L^2} = \frac{3,43}{3,580^2} = 0,27$
Índice de compacidade:	$K_c = \frac{0,28 \times P}{\sqrt{A}} = \frac{0,28 \times 8,38}{\sqrt{3,43}} = 1,267$
Inclinação média do leito:	$I_{ml} = \frac{52}{3580} = 0,0145251$
Inclinação média da bacia:	$I_{mb} = \frac{52}{\sqrt{3,43 \times 10^6}} = 0,0281$

### 2. Caudal de máxima cheia – avaliação do tempo de concentração

Tal como mencionado no anteriormente na determinação deste parâmetro, utilizaram-se as fórmulas representadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Caudal de máxima cheia - avaliação do tempo de concentração.

Bacia	Perímetro	Área	Estirão	Cotas	Inclinação
-------	-----------	------	---------	-------	------------

	Km	Km <sup>2</sup>	Km	Máx	Min	Média	m/m
				m	m	m	
<b>Ribeira da Magueija - Pé da Serra</b>	8,38	3,43	3,58	441	389	415	0,01453
<b>Tempo de Concentração (horas)</b>							
	Kirpich	Giandotti	Ven Chow	Picking	Temez	SCS	Média
	0,90	3,13	0,84	0,85	0,85	0,91	1,25
	Tc, adotado (horas)						1,50

Analisando os resultados obtidos de modo automático, constatou-se que o tempo de concentração da bacia varia entre 0,84 h e 3,13 h. Efetuando a média obtêm-se 1,25 h. Tendo em consideração outros estudos realizados na mesma bacia, adota-se para tempo de concentração o valor de 1,25 horas.

### 3. Avaliação do caudal de ponta de cheia

O caudal de ponta de cheia determinou-se utilizando a fórmula racional:

$$Q_p = \frac{C.I.A}{3,6} [Q_p (m^3/s); I(mm/h); A(Km^2)]$$

No que diz respeito à intensidade média de precipitação recorreu-se mais uma vez ao estudo realizado por Cláudia Brandão, no qual se analisa os fenómenos extremos de precipitação intensa em Portugal Continental [3].

Tabela 6 - Análise de Fenómenos Extremos Precipitações Intensas em Portugal Continental [3]

<b>Caudal de ponta de cheia (Fórmula Racional)</b>								
<b>Posto Udométrico</b>		a	b	tc (h)	tc (m)	I (mm/h)	Coeficiente escoamento	Q
<b>Gralhas 13L/02</b>	-	757,34	-0,660	1,50	90	38,85893	0,47	17,40
<b>Covilhã 12L/03</b>	-	356,92	-0,562	1,50	90	28,46339	0,47	12,75
Média (m <sup>3</sup> /s)								<b>15,07</b>

Adota-se para caudal de ponta de cheia o valor de 15 m<sup>3</sup>/s, valor médio dado pelos dois postos udométricos considerados no estudo.

## Estudo hidráulico

Com este estudo pretende-se verificar se a secção onde está implantado o pontão tem ou não capacidade de escoar o caudal de ponta de cheia centenária, determinado no ponto anterior, sem afogamento do pontão.

De salientar que a proposta de intervenção descrita neste projeto não altera a secção de vazão existente, pelo que se pretende somente, com este cálculo, fazer uma verificação expedita.

Admitindo na secção referida um movimento uniforme, e utilizando a fórmula de Manning, a profundidade normal que corresponde a este movimento é o valor que satisfaz a seguinte igualdade:

$$\frac{A \cdot R^{2/3}}{n} = \frac{Q}{\sqrt{i}}$$

Sendo,

A, área da secção transversal da ribeira, na secção em estudo;

R<sub>n</sub>, raio hidráulico;

n, coeficiente de Manning (adimensional);

Q, caudal;

i, inclinação do fundo.

Considerando a secção retangular, com largura b, obtém-se para a curva de vazão (de transporte) a seguinte equação:

$$h = 0,47 \cdot \left(\frac{Q}{b}\right)^{2/3}$$

Para b= 5 m, obtém-se a seguinte curva de vazão (Figura 7):

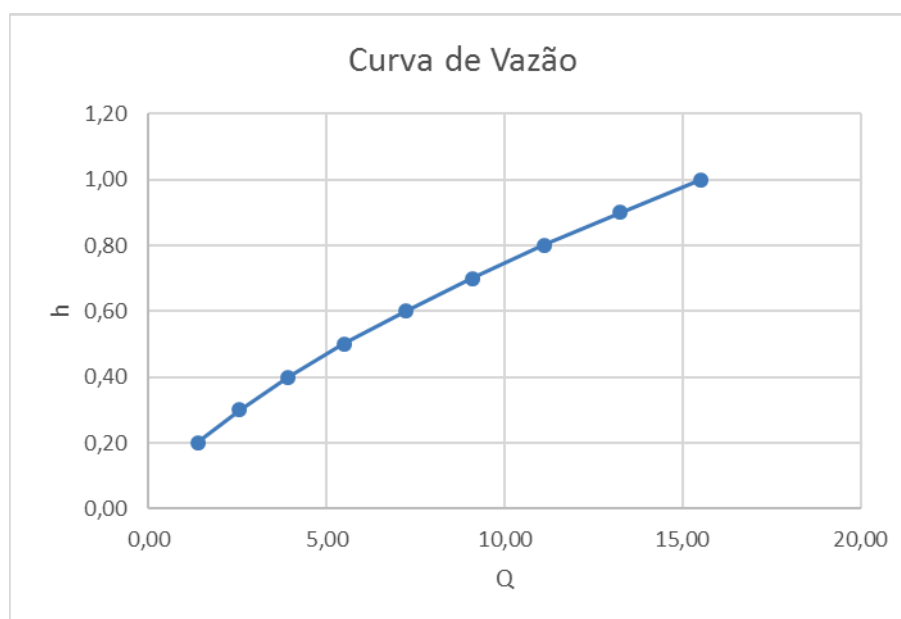


Figura 7 - Curva de vazão

Da análise da curva (ver Figura 7) constata-se que a secção em estudo tem capacidade para escoar o caudal de ponta de cheia ( $15 \text{ m}^3/\text{s}$ ), considerando que a cota inferior do tabuleiro se situa a 3,60 metros acima do leito da ribeira (verificação no local).

Constata-se ainda, pela análise da curva de regolfo, que o leito menor da ribeira não tem capacidade suficiente para escoar o mesmo caudal sem provocar a inundação das margens.

## Cálculo estrutural

### 1. Solução adotada

Como se referiu no enquadramento geral do projeto, a solução adotada consiste no alargamento do tabuleiro em 1,50 m para jusante, permitindo obter uma largura de via útil de 4,00 metros, como representado na Figura 8.

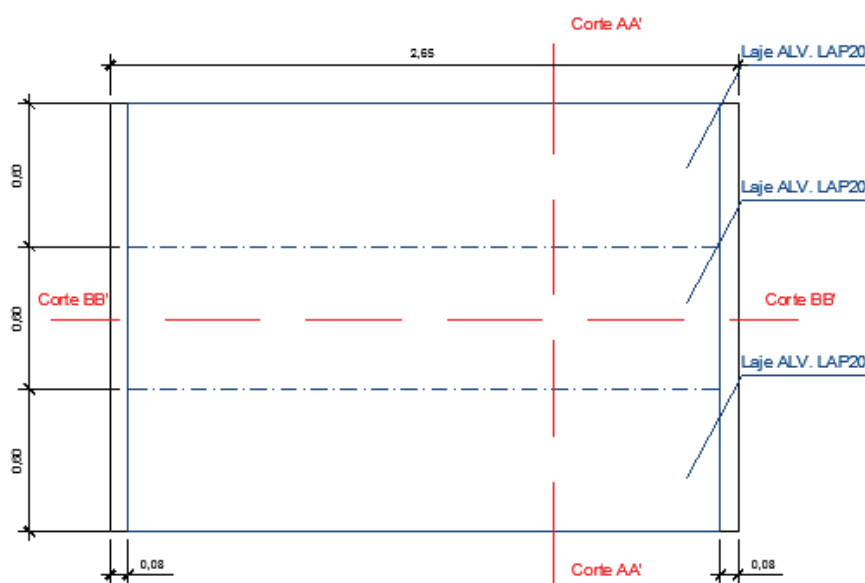


Figura 8 - Vista em planta, alargamento do pontão

Desta forma optou-se para o tabuleiro a colocação de laje alveolar como representado na Figura 9.

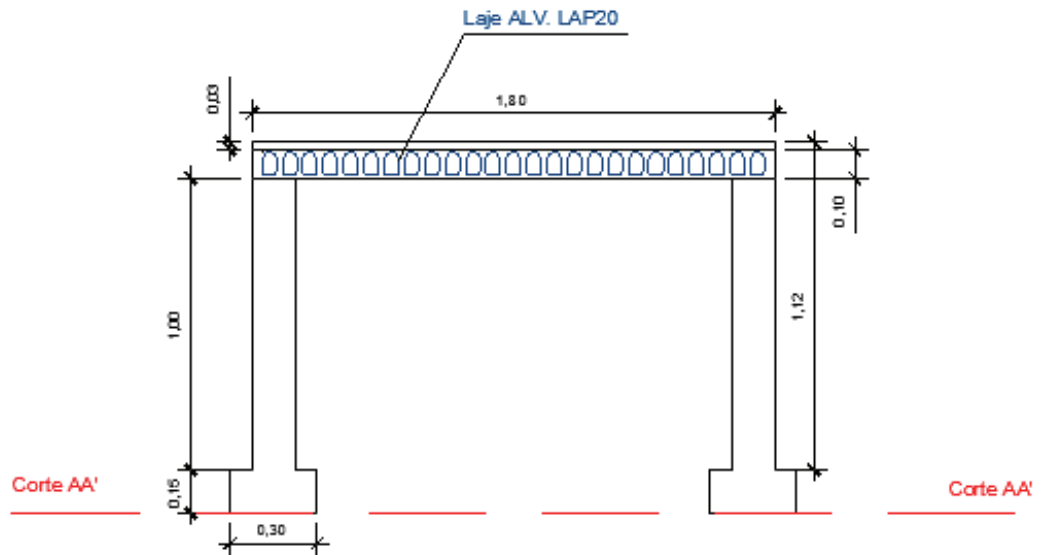


Figura 9 - Corte AA', laje alveolar.

## 2. Ações

Na ação permanente foi considerado o peso próprio dos diversos elementos estruturais obtido com base no art.º 14.º do R.S.A. Nas sobrecargas, em conformidade com o art.º 40.º e seguintes do R.S.A., e para a classe de ponte do Tipo II, considerou-se:

Classe II:  $Q=100$  KN;  $a=0,20$  m;  $b=0,40$  m ( $Q$  é carga transmitida por cada eixo; considerou-se um veículo de três eixos equidistantes, cada um de duas rodas,  $a$  e  $b$  são as dimensões das superfícies de contacto das rodas);

Classe II:  $q_1 = 3$  KN/m<sup>2</sup>;  $q_2 = 30$  KN/m.

Os valores reduzidos das sobrecargas indicadas devem ser obtidos através dos seguintes coeficientes:  $\Psi_0=0,6$ ;  $\Psi_1=0,4$ ;  $\Psi_2=0,2$ .

A ação sísmica foi considerada nas combinações de ações conforme se preconiza no R.S.A.

Foi dispensado o efeito das variações uniformes de temperatura.

Em conformidade com o art.º 9.º do RSA, foram consideradas as combinações de ações cuja atuação simultânea seja verosímil e que produzam na estrutura os efeitos mais desfavoráveis.

Nas lajes, vigas e pilares, os esforços e o dimensionamento foram obtidos diretamente, utilizando um sistema integrado de programas de cálculo de estruturas de betão armado. O programa recorre às especificações estabelecidas na norma vigente sobre o cálculo de estruturas de betão armado (R.E.B.A.P.), acrescentando-se, quando necessário, critérios obtidos de outras normas de reconhecido prestígio e ainda outras recomendações e/ou precauções adquiridas da prática construtiva habitual.

As fundações constituídas por sapatas de betão armado, piramidais, isoladas ou contínuas, interligadas por lintéis de fundação e/ou muros de suporte e/ou vigas de

equilíbrio, conforme plantas de distribuição, foram dimensionadas com base no teorema estático da teoria da plasticidade e armadas pelo método das bielas, sujeitas às ações de serviço para combinações raras do pilar que suportam. São assentes sobre camada de regularização e irão à profundidade necessária de forma a transmitir ao terreno uma tensão por unidade de superfície menor ou igual que a tensão de segurança do solo, que se considerou de 0,45 MPa. Caso durante a execução se verifique que, à cota de trabalho, a tensão admissível do solo de fundação é inferior ao valor indicado, o autor do projeto será informado para reformular o cálculo das fundações em conformidade com a situação existente.

### 3. Terraplenagem

O movimento de terras necessário à implantação da obra deverá obedecer às melhores regras de construção e segurança, nomeadamente, quando aplicável, no que se refere ao teor de humidade ótimo, grau de compactação mínimo e contenção periférica. Nas zonas de escavação, o terreno natural deve ser escavado até à cota necessária que servirá de leito do pavimento, caso tenha capacidade de suporte, e nas zonas de aterro, a menos de um estudo mais rigoroso que inclua os equipamentos e solos a utilizar, este será feito, após a decapagem do terreno superficial, por camadas de 0,20 m, com solos com baridade seca maior ou igual a 1,65 g/cm<sup>3</sup> e de modo a atingir uma compactação relativa mínima de 100%.

### 4. Materiais

O tipo de aço a utilizar deve satisfazer as condições estabelecidas no art.º 22.º do R.E.B.A.P. relativas ao A400ER ou A400NR, (A500 quando utilizada malhasol), e a execução e colocação das armaduras deve ser cuidadosa e respeitar o que se encontra definido nos desenhos do projeto e nas especificações regulamentares, como Figura 8.

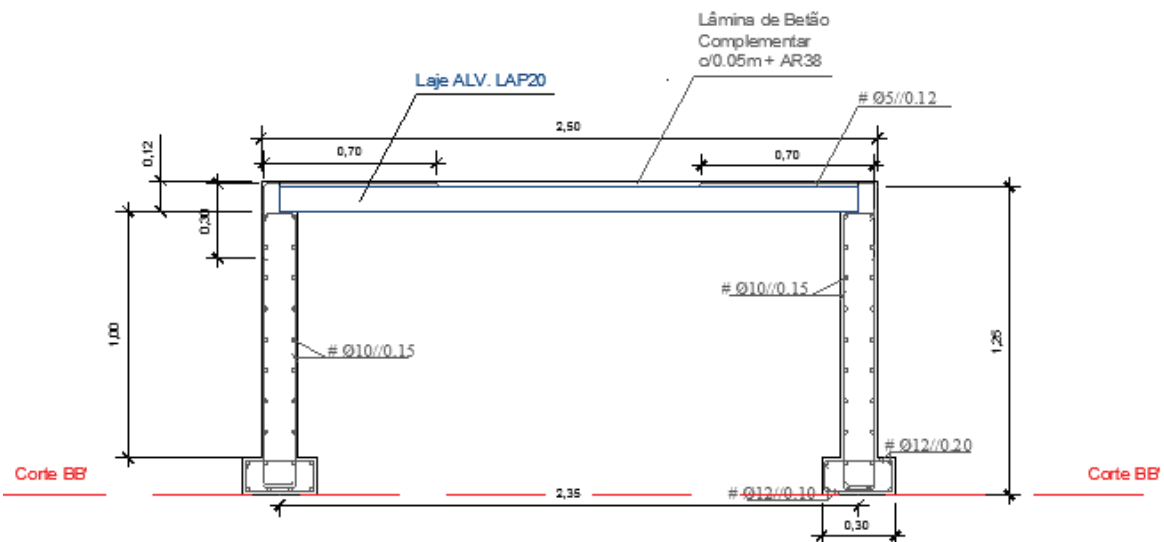


Figura 10 - Corte BB', pormenor de armadura.

O betão a obter na obra deve satisfazer as condições estabelecidas no art.º 13.º do R.E.B.A.P. para a classe C20/25, devendo o seu fabrico, transporte, colocação em obra,

vibração ou apiloamento, moldagem, desmoldagem, cura, etc., ser realizado de acordo com as especificações regulamentares.

### **Elaboração de Concurso**

Na sequência do projeto descrito acima, procedeu-se à elaboração das peças de concurso, nomeadamente:

- Plano de Segurança e Saúde;
- Plano de Gestão de Resíduos;
- Aprovação por parte da agência do ambiente;
- Peças desenhadas (Anexo II);
- Memória descritiva;
- Estimativa orçamental;
- Mapa de quantidades;
- Documento de abertura de procedimento.

Após aprovação por parte da agência do ambiente, procedeu-se ao início do concurso com elaboração do processo de ajuste direto a várias entidades, para a qual se convidaram 3 empresas, que apresentaram o respetivo orçamento através da plataforma de concursos públicos utilizada na altura “Plataforma gateway”. Foi selecionada a empresa de acordo com factores económicos e de qualidade, que realizou a obra como representado na Figura 9.



Figura 11 - Pontão das Sarzedas, obra em finalização.

### **3.1.3 Projeto - Praia Fluvial de Pomar**

#### **Descrição**

Na aldeia de Pomar, Freguesia das Sarzedas, verifica-se a existência de um parque de merendas junto às margens da ribeira do Alvito (Figura 12), próximo do açude que garante o regadio às zonas agrícolas próximas, contudo não se verificam condições para o usufruto balnear do mesmo espaço.



Figura 12 -Parque de merendas junto à ribeira do Alvito, Pomar.

Nesse sentido e de forma a proporcionar um espaço de lazer adequado, desenvolveu-se um projeto para criação de uma praia fluvial na zona em causa, reabilitando assim o açude já degradado e proporcionando uma zona verde segura para usufruto da população, a zona de intervenção bem como o açude encontram-se representados na Figura 13.

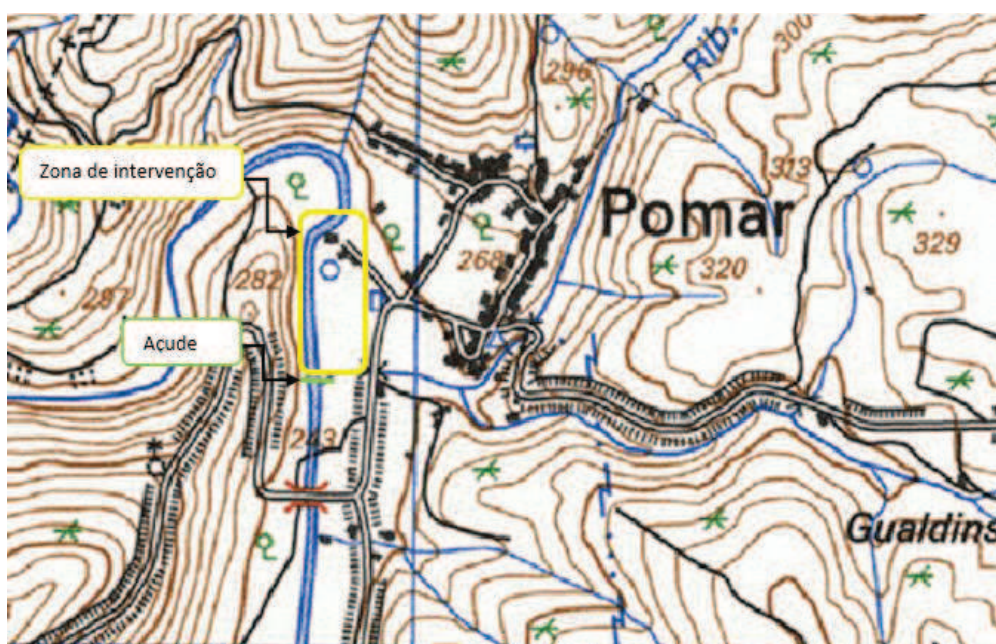


Figura 13 - Zona de intervenção, praia fluvial de Pomar.

## Proposta

A zona de lazer do Açude do Pomar na Freguesia das Sarzedas pretende dotar o local de condições condignas de permanência e usufruto de uma área verde que é atravessada pelo referido açude. Deste modo e como já referido, a proposta de intervenção pretende ser mínima, visando apenas melhorar e dignificar a zona em questão.

## 1. Muro de contenção

Limpeza e desmatização, canalização do leito do Ribeiro/Rio para a zona central do mesmo, com a criação de uma estrutura de contenção de águas, com capeamento em madeira, conforme peças desenhadas, representada na Figura 14.

## 2. Zona Relvada

Introdução de uma zona de relva para estadia e banhos de sol, entre a estrutura de contenção de águas e a zona de passadiço (madeira) de circulação.

Na imediação da zona de estacionamento e circulação pedonal, os muros em pedra aí existentes terão de ser consolidados e completados, nos mesmos materiais e acabamentos dos pré-existências.

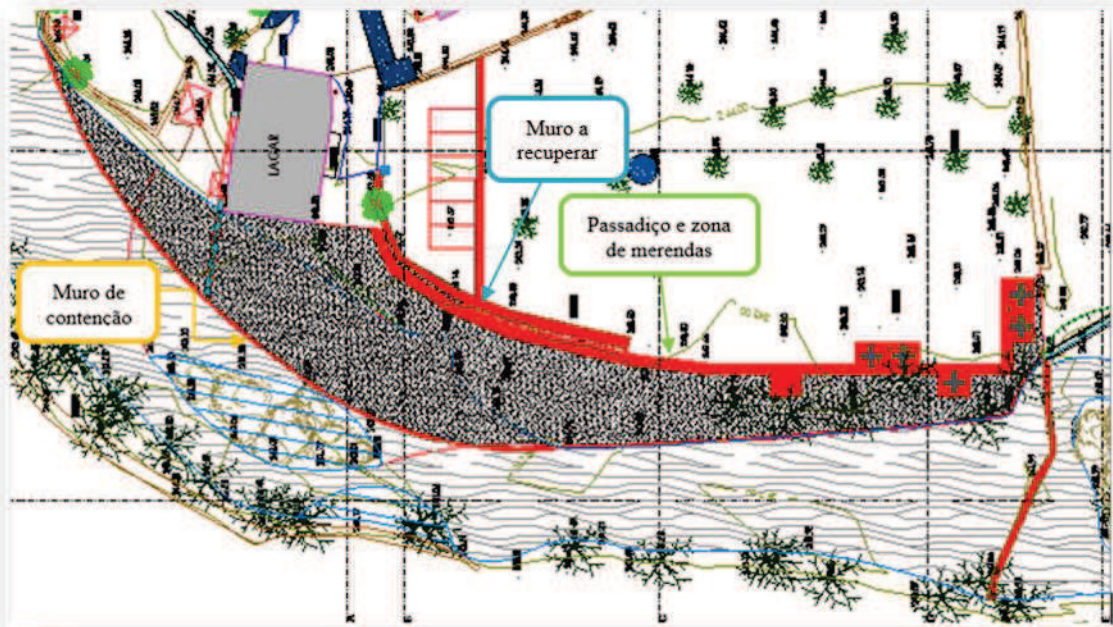


Figura 14 - Proposta de intervenção.

## 3. Passadiço e zona de merendas

Criação de zonas de estadia e de circulação, em estrutura de madeira (decks) com acabamento próprio para exterior, que sejam amovíveis, ou seja, que no final de cada época balnear possam ser retiradas e guardadas para reutilização no ano seguinte. Esta estrutura tem o desenho conforme consta nas peças desenhadas, com 1,20 m de largura nas zonas de circulação e maior nas zonas de estadia onde se localizam as mesas e os bancos, também eles em madeira e com o mesmo acabamento e tratamento. Estes passadiços terão que se apoiar no terreno, e ser fixados de forma a não apresentar risco de acidente para quem deles usufrua.

## 4. Parque de estacionamento

Na zona de entrada para a área de lazer existirá uma faixa de estacionamento para seis veículos, zona essa que tem de ser desmatada e nivelada com gravilha para permitir o acesso e estacionamentos dos referidos veículos. Deste modo a proposta com intervenções pontuais e reversíveis, pretende melhorar o uso, o acesso, a permanência e o estacionamento nesta zona. O espaço será ainda equipado com duas papeleiras, uma na zona de estacionamento e outra junto ao parque de merendas, conforme localização das peças desenhadas.

## Elaboração de Concurso

Na sequência do projeto descrito acima, procedeu-se à elaboração das peças de concurso, nomeadamente:

- Plano de Segurança e Saúde;
- Plano de Gestão de Resíduos;
- Aprovação por parte da agência do ambiente;
- Peças desenhadas (Anexo III);
- Memória descritiva;
- Estimativa orçamental;
- Documento de abertura de procedimento;
- Mapa de quantidades (ver Tabela 7).

Tabela 7 - Mapa de quantidades, Praia Fluvial de Pomar.

Código	Descrição	Unid.	Quant.
1	ESTALEIRO		
1.1	Fornecimento e montagem, manutenção e desmontagem de estaleiro para execução da empreitada, de acordo com artigo 350.º do CCP, satisfazendo as prescrições relativas à Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho, em conformidade com o Dec - Lei n.º 273/2003, de 29 de Maio.	vg	1,00
1.3	Desenvolvimento e implantação do Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição, de acordo com a legislação em vigor.	vg	1,00
2	MOVIMENTOS DE TERRAS		
2.1	Abertura de passagem no açude para baixar o nível da água.	vg	1,00
2.2	Desaçoreamento da ribeira a montante e a jusante da ribeira, de acordo com o projeto e espalhamento dos materiais resultantes nos terrenos contíguos propriedade do município.	vg	200,00
2.3	Colocação de terra crivada misturada com terra vegetal na zona de relvamento, com terra recolhida no local.	m2	944,94
2.4	Sementeira de grama na zona entre o muro e o deck.	m2	944,94
2.5	Regularização do solo na zona do parque de estacionamento e fornecimento e espalhamento de tout-venant com espessura média de 0,15m, devidamente compactado	m2	208,00

3	MUROS E ESTRUTURAS		
3.1	Limpeza dos muros do açude	m2	42,00
3.2	Levantamento do muro do açude em 0,20m, com cantaria de pedra igual à existente.	m2	5,60
3.3	Construção de muro em betão ciclópico, com pedra oriunda da ribeira e da escavação, com altura média de 1,20m e espessura de 0,30m	ml	133,89
3.4	Recuperação do muro de pedra existente, incluindo limpeza e capeamento em cantaria de pedra semelhante à existente.	ml	36,40
3.5	Construção de muro em pedra de xisto semelhante à existente, ao fundo do parque de estacionamento, com altura de 1,00m, incluindo fundação em betão ciclópico.	ml	26,00
3.6	Execução de base para o deck constituída por uma camada de enrocamento de pedra devidamente compactada com espessura média de 15cm e uma laje de betão armada com malhasol com espessura média de 10cm e acabamento afagado.	m2	149,00
4	CARPINTARIA E MOBILIÁRIO		
4.1	Fornecimento e montagem de deck em madeira de ipê, com largura de 1,20m construído em secções desmontáveis, tratado com óleo de teka e todos os acessórios e fornecimentos necessários a um bom funcionamento.	m2	149,00
4.2	Fornecimento e montagem de conjuntos mesa com bancos em madeira do tipo GARDEN 200B da PLANFOR ou equivalente, desmontáveis, tratados com óleo de teka e todos os acessórios e fornecimentos necessários a um bom funcionamento.	un	6,00
4.3	Fornecimento e montagem de papeleiras SOINCA refª 1902 ou equivalente, com montagem amovível, e todos os acessórios e fornecimentos necessários a um bom funcionamento.	un	4,00

### 3.2 Intervenção no edificado

Os edifícios necessitam de atenção e manutenção para que seja possível aumentar o seu tempo de vida útil em segurança, desta forma no presente capítulo apresenta-se dois tipos de intervenção, intervenção de adaptação e de reabilitação.

Em relação à intervenção de adaptação, tem em vista atuar de acordo com as necessidades dos utilizadores dos edifícios, nomeadamente um projeto de acessibilidades para uma escola pré-primária e adaptação das instalações sanitárias de uma associação. No que toca a intervenção de reabilitação apresentam-se dois projetos no qual se interveio na substituição de uma cobertura e no dimensionamento da rede de abastecimento de águas e drenagem de águas residuais.

### 3.2.1 Projeto de acessibilidades para a Escola pré-primária de S. Tiago

#### Descrição

O presente projeto diz respeito à Escola pré-primária de S. Tiago, construída em 1995, pela Câmara Municipal de Castelo Branco, (Figura 15).

A escola é constituída por 8 salas de atividades, servindo cerca de 160 crianças e utilizando serviços de apoio comuns. Possui ainda espaço de utilização polivalente comum, nomeadamente um ginásio, refeitório, sala de exposições e biblioteca. Para além de funções letivas, este edifício pode ser utilizado pela comunidade como polo de dinamização cultural e de relacionamento entre a Escola e a sociedade.

O espaço interior da escola distribui-se por 3 pisos, dispendo-se as salas de aula em torno de um espaço polivalente e de circulação, ao nível da entrada principal, piso 1.

No que diz respeito ao piso zero é maioritariamente constituído por 26 garagens individuais que, para além de contribuírem para a rentabilização da obra, ainda resolvem os problemas de estacionamento verificados na zona.

Os espaços comuns do referido estabelecimento de ensino situam-se essencialmente no piso 1, a biblioteca e salas de apoio especial no piso 2.

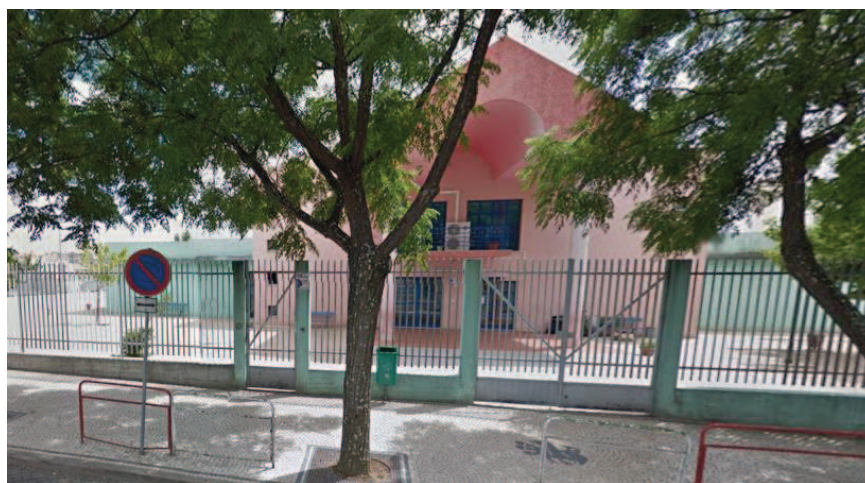


Figura 15 - Escola Pré-Primária De S. Tiago.

Neste momento devido às necessidades que se verificam, a Câmara Municipal de Castelo Branco decidiu intervir sobre a mesma com vista a uma abordagem de inclusão e adaptação das condições de acessibilidade da instituição de ensino. Desta forma decidiu intervir a nível da construção civil, através da adaptação de uma instalação sanitária para adultos, uma instalação sanitária para mobilidade reduzida e a nível de instalações com a aplicação de uma plataforma elevatória que garanta o acesso ao piso superior.

#### **Adaptação de instalação sanitária para utentes com mobilidade condicionada**

A nível dos trabalhos de construção civil projetou-se a demolição do interior de uma divisão destinada a instalações sanitárias para docentes e funcionários, com o objetivo de se construir uma divisão de instalações sanitárias com condições que permitam a sua utilização segura por utentes com mobilidade condicionada. Para além da intervenção verificada na instalação sanitária, procurou-se ainda vencer outros desníveis presentes na escola, através da criação de rampas.

Na elaboração deste projeto recorreu-se ao Decreto Lei nº 163/2006 e, posteriormente, ao “Manual de Projeto para a Acessibilidade nas Escola – Edição Parque Escolar E.P.E., LPDM-CRS, CPD”. A Figura 11 apresenta a solução para a instalação sanitária.

De forma a responder às necessidades da instituição de ensino e também dotando o espaço de condições condignas à utilização por utentes de mobilidade condicionada, verificou-se junto das auxiliares de educação e professoras as condições que o espaço deve ter para responder às necessidades dos envolvidos, nesse sentido enumerou-se:

- Bancada / marquesa, para efeito de fraldário, com dimensões de pelo menos 1,2m de comprimento;
- Espaço amplo para a colocação de mobiliário de apoio à zona de fraldário;
- Possibilidade de utilização para adultos e crianças;
- Barras de apoio flexíveis;
- Porta de correr.

De forma a corresponder às carências do espaço, lavrou-se o projeto descrito na Figura 16, com as condições legais verificadas e ainda dotando o espaço das condições enumeradas pelos envolvidos.

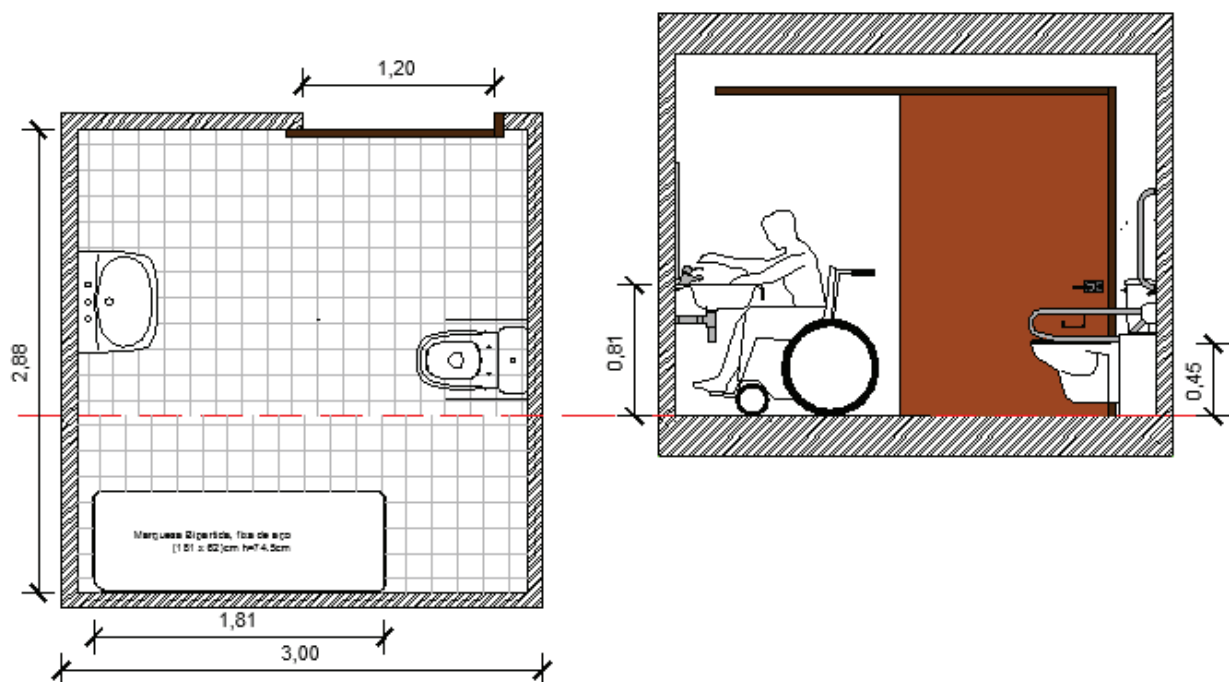


Figura 16 - Projeto de adaptação de instalações sanitárias para acessibilidades

Com o projeto a cima referido (ver Anexo IV), foi ainda elaborado mapa de quantidades como verificado na Tabela 8, bem como estimativa orçamental, e elaborado um procedimento de prestação de serviços.

Tabela 8 - Mapa de quantidades, instalação sanitária.

Código	Descrição	Unid.	Quant.
1	Estaleiro		
1,1	Fornecimento e montagem, manutenção e desmontagem de estaleiro para execução da empreitada, de acordo com artigo 350.º do CCP, satisfazendo as prescrições relativas à Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho, em conformidade com o Dec - Lei n.º 273/2003, de 29 de Maio.	vg	1,00
1,2	Implementação do Plano de Segurança e Saúde, incluindo os meios humanos, materiais e equipamentos.	vg	1,00
1,3	Desenvolvimento e implantação do Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição, de acordo com a legislação em vigor.	vg	1,00
1,4	Colocação de placas identificadoras da obra com informação das entidades financiadoras.	un	1,00
2	Demolições		
2,1	Demolição de paredes de alvenaria de tijolo, incluindo carregamento, transporte a vazadouro e todos os trabalhos e materiais complementares	m2	8,00
2,2	Remoção de vãos de madeira, incluindo carregamento, transporte a vazadouro e todos os trabalhos e materiais complementares	m2	3,20

2,3	Remoção de pavimentos em mosaico, incluindo carregamento, transporte a vazadouro e todos os trabalhos e materiais complementares	m2	8,50
2,4	Remoção de revestimento em azulejo, incluindo carregamento, transporte a vazadouro e todos os trabalhos e materiais complementares	m2	16,20
2,5	Remoção de elementos e aparelhos sanitários, incluindo carregamento, transporte a vazadouro e todos os trabalhos e materiais complementares		
	Bancada de Lavatório	un	1,00
	Lavatório	un	1,00
	Sanita	un	1,00
	Mictório	un	1,00
	Chuveiro	un	1,00
3	Revestimentos		
3,1	Fornecimento e aplicação de reboco desempenado para aplicação de revestimento em azulejo, incluindo todos os trabalhos e materiais complementares	m2	16,20
3,2	Fornecimento e aplicação de azulejo vitrificado de pasta branca, incluindo todos os trabalhos e materiais complementares	m2	16,20
4	Rede de águas		
4,1	Execução de novas redes de água e esgotos, com ligação à rede existente e tapagem de roços e todos os trabalhos necessários.	vg	1,00
5	Pinturas		
	Fornecimento e aplicação de tinta plástica do tipo "HEMPEL" branco 10000 anti-fungos, com as demãos necessárias para um perfeito acabamento, incluindo todos os trabalhos e materiais complementares		
5,1	Em paredes interiores	m2	16,20
5,2	Em tetos	m2	10,00
6	Equipamento		
6,1	Fornecimento e aplicação de lavatório de parede mobilidade com fixação pneumática, tipo "Lavatório 65, Indusa Wccare" ou equivalente, incluindo todos os acessórios, trabalhos e materiais complementares		
	Lavatório	Un	1,00
	Fixação pneumática	Un	1,00
6,2	Fornecimento e aplicação de sanita mobilidade do tipo "Pack Aveiro Confort" ou equivalente, incluindo todos os materiais e trabalhos complementares	un	1,00
6,3	Fornecimento e aplicação de material acessório em aço inox para instalações sanitárias, incluindo todos os materiais e trabalhos complementares		
	Suporte de toalhas descartáveis	un	1,00
	Suporte de papel higiénico	un	1,00
	Cabide metálico simples	un	1,00
	Balde do lixo	un	1,00
	Suporte de sabonete líquido	un	1,00
	Espelho, 0,50x1,00 m2	un	1,00
	Piaçabe moral	un	1,00

6,4	Barra de apoio para mobilidade, apoio simples 70 tipo "Indusa wccare" ou equivalente	un	1,00
6,5	Barra de apoio para mobilidade, apoio basculante 83 com porta rolos para sanita, tipo "Indusa wccare" ou equivalente	un	1,00
6,6	Marquesa bipartida, fixa de estrutura de aço, (181x62x74,5cm) do tipo vitabasic ou equivalente.	un	1,00
7	Madeiras		
7,1	Porta corrida em madeira mogno, incluindo aros, guarnições e ferragens - de correr (1,2m x 2 m)	un	1,00
8	Instalações elétricas e de segurança		
8,1	Fornecimento e aplicação de sistema de chamada de emergência de deficientes, incluindo controlador de chamada, botão de comando "reset" e sinalética wc de deficientes.	vg	1,00
8,2	Execução de alteração na rede elétrica, com aplicação de luminária de emergência (sinalética de saída incluída), aplicação de globo com sensor temporizado.	vg	1,00
9	Acessos		
9,1	Fornecimento e aplicação de rampa em chapa de xadrez galvanizada com espessura de 4mm, com quinagem e aparafusada ao chão do pavimento inferior.	vg	1,00

### Instalação de plataforma elevatória

De forma a garantir a acessibilidade a toda a envolvente e aos pisos superiores onde se localiza a biblioteca e salas de ensino especial, procedeu-se à aplicação de uma plataforma elevatória diretamente para a entrada da biblioteca, permitindo uma maior autonomia para os utilizadores com mobilidade condicionada. Na Tabela 9 é apresentado o mapa de quantidades.

Tabela 9 - Mapa de quantidades, plataforma elevatória.

Código	Descrição	Unid.	Quant.
1	Equipamento		
1,1	Fornecimento e montagem de plataforma elevatória hidráulica de coluna simples sem cabine, com estrado de 1100 x 900 mm. A plataforma com velocidade de elevação de 9m/min, grupo hidráulico e quadro elétrico, comando automático e botoneiras de comando.	vg	1,00
1,2	Cabine em chapa inox	vg	1,00
2	Construção Civil		
2,1	Envolvente em pladur com as dimensões de 1140 x 1150 mm por 5500mm de altura.	un	1,00
2,2	Duas portas em chapa de abertura manual equipadas com fecho eletromecânico de segurança.	un	1,00

### 3.2.2 Reabilitação Centro Artístico Albicastrense

O Centro Artístico Albicastrense foi fundado a 23 de fevereiro de 1908, sob a ideia do artista Manuel de Oliveira Leitão. A sua fundação destina-se a albicastrenses de classe baixa, em contraste com outras associações existentes nessa época na nossa cidade. O Centro Artístico Albicastrense instalou-se após a sua fundação em 1908 numa casa arrendada no Largo de S. João (Figura 17). Na década seguinte, por volta de 1912, instalou-se na rua de Santa Maria, onde ainda hoje tem sede própria, (comprada nessa mesma década). Nas décadas de trinta a sessenta o Centro Artístico Albicastrense, juntamente com a Assembleia de Castelo Branco e o Clube de Castelo Branco, eram as três grandes associações albicastrenses e tinham inclusive prioridades sociais. Contudo, com o passar dos anos assistiu-se degradação das instalações.



Figura 17 - Centro Artístico Albicastrense.

De forma a recuperar o espaço procedeu-se ao levantamento das necessidades verificadas para o espaço de acordo com a utilização a que se destina, de forma a dinamizar e dotar o espaço de condições essenciais para o seu desenvolvimento.

No levantamento, questionaram-se os utilizadores e funcionários em relação aos que consideravam necessário para reorganizar as instalações, para a qual se verificaram as seguintes carências:

- Instalações sanitárias masculinas no piso 0 e instalações sanitárias femininas / balneário no piso 2 (Figura 18 e 19);
- Divisória inexistente entre o bar da associação/ hall de entrada e o auditório de concertos.
- Requalificação do espaço bar no piso 1

Relativamente à separação entre os espaços definidos, optou-se pela colocação de uma lamina de vidro duplo temperado, na continuidade da antecâmara existente à entrada, com porta de acesso interior (Figura 20). Relativamente ao piso 1 definiu-se a necessidade de construção de um bar de apoio à sala de espetáculos, sendo ambas as construções e soluções da responsabilidade da associação, Centro Artístico Albicastrense sem intervenção do Departamento de Divisão de Gestão Patrimonial e Instalações Municipais.



Figura 18 - Instalação sanitária piso 0



Figura 19 - Instalação sanitária piso 2.



Figura 20 - Hall de entrada, piso 0.

Visando ultrapassar os constrangimentos verificados, e de forma a garantir que tanto o espaço recreativo onde se encontra o bar da associação bem como a zona de concertos tem acesso a instalações sanitárias adequadas e adjacentes ao espaço,

realizou-se o levantamento das medições do espaço disponível em cada instalação sanitária, resultando as medições presentes na Figura 21.

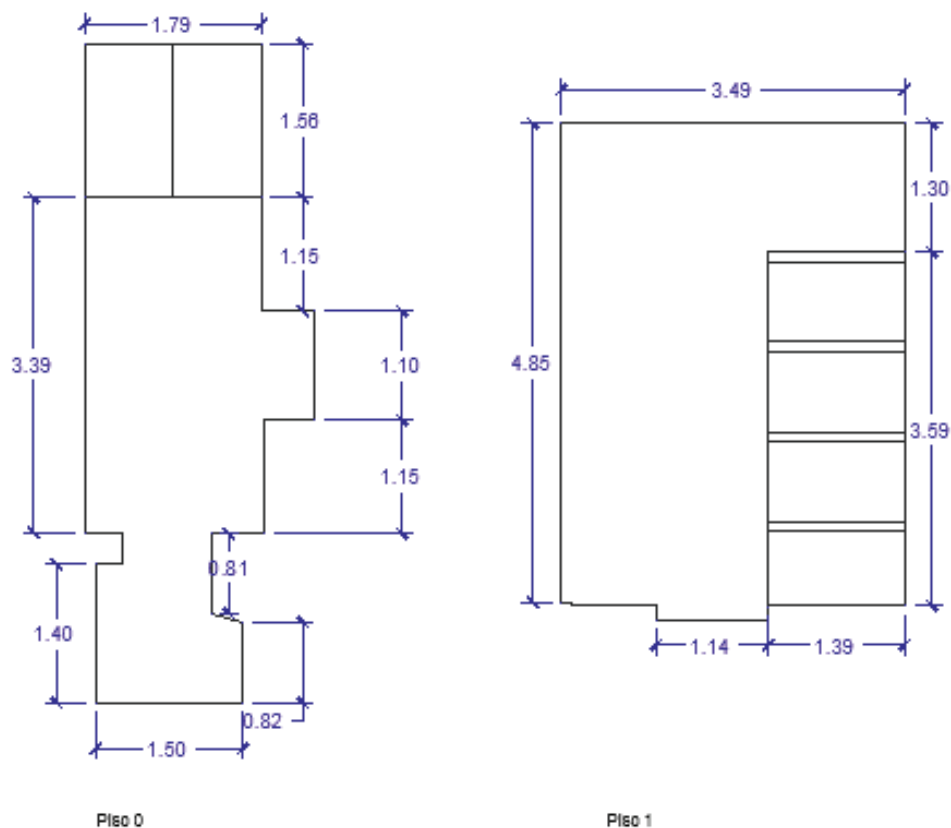


Figura 21 - Levantamento, instalações sanitárias do Centro Artístico Albicastrense.

## Proposta

Tendo em conta o espaço disponível e as diretrizes existentes relativamente a instalações sanitárias públicas, desenvolveu-se a divisão representada na Figura 22, no que diz respeito às instalações do piso 0, procurou-se reorganizar o espaço de forma a garantir instalações sanitárias distintas para Homens (H) e Mulheres (M).

Em relação ao piso 2, procurando manter também a funcionalidade de balneário para artistas convidados, definiu-se a ala feminina e a ala masculina, ambas com uma zona de duche.

Procedeu-se à elaboração do orçamento e respetiva entrega à associação privada, uma vez que não se tratando de uma entidade pública não se encontra sujeito ao Regime da Contratação pública, existindo, contudo, consulta prévia a três empresas, sendo a adjudicação da responsabilidade da Associação Centro Artístico Albicastrense (ver Tabela 10).

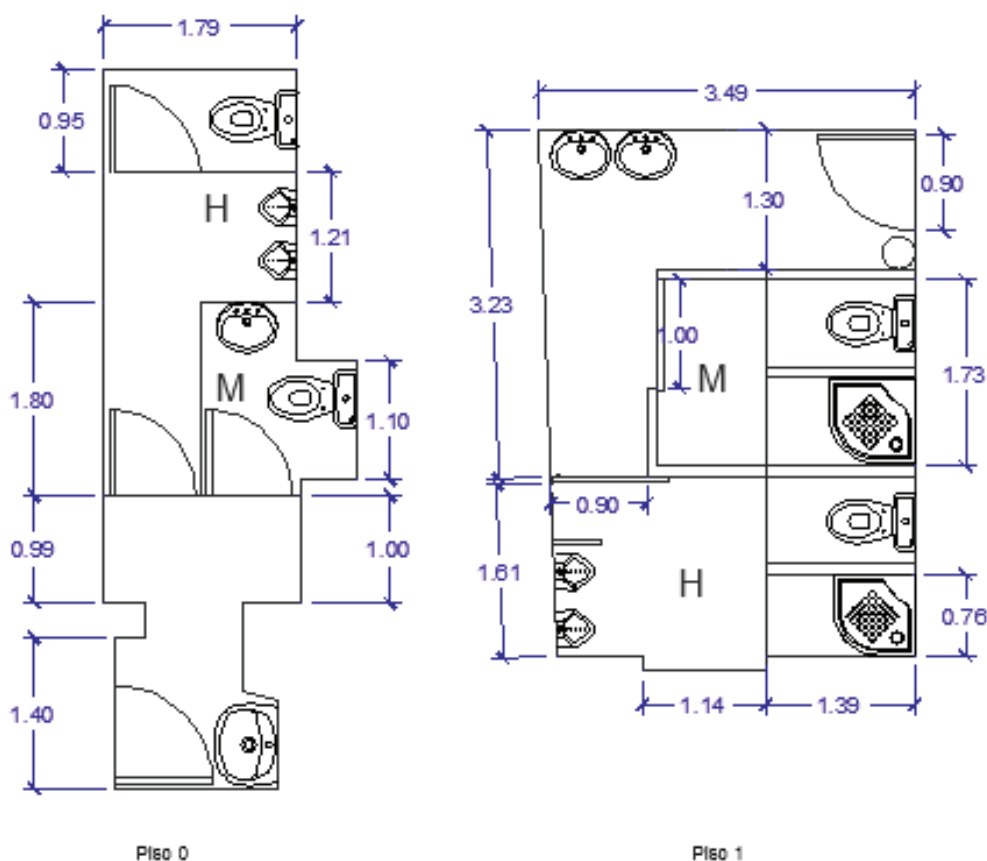


Figura 22 - Proposta de alteração ao Projeto do Centro Artístico Albicastrense.

Tabela 10 -Mapa de quantidades, aplicação de plataforma elevatória, Centro Artístico Albicastrense.

CMCB Centro Artístico Albicastrense		MAPA DE TRABALHOS	
Refª	Designação	Un	QUANTIDADE
1	Instalações sanitárias		
1.1	Remoção das loiças existentes, remoção de portas, demolição de paredes e transporte a vazadouro dos produtos sobrantes.	vg	1,00
1.2	Execução de novas redes de água e esgoto, com ligação à rede existente, incluindo abertura e tapamento de roços e todos os trabalhos necessários.	vg	1,00
1.3	Execução de paredes divisórias em gesso cartonado	m2	31,85
1.4	Reposição de azulejos partidos na zona de roços e pintura de paredes com tinta de esmalte cor clara, nas demãos necessárias.	´m 2	142,30
1.5	Fornecimento e assentamento de mosaico cerâmico a definir, incluindo colas e betumes	m2	29,00

1.6	Fornecimento e assentamento de portas em madeira de mogno, incluindo aros, guarnições e ferragens:		
1.6.1	De abrir com 0,80x2,00	un	3,00
1.6.2	De correr à face com 0,80x2,00	un	2,00
1.7	Fornecimento e assentamento de loiças sanitárias:		
1.7.1	Sanita com tanque e tampo POP da SANITANA	un	4,00
1.7.2	Urinol PINK da SANITANA, incluindo fluxometro	un	4,00
1.7.3	Lavatório de coluna POP da SANITANA	un	4,00
1.7.4	Base de duche JULIA da SANITANA	un	2,00
1.7.5	Torneira de lavatório UNO da SANITANA	un	4,00
1.7.6	Torneira de duche UNO da SANITANA	un	2,00
1.7.7	Espelho 60x80	un	4,00
1.7.8	Dispensador de papel higiénico em plástico	un	4,00
1.7.9	Dispensador de sabão em plástico	un	4,00
1.7.10	Dispensador de toalhas de papel em plástico	un	4,00
1.8	Pintura de tetos a tinta plástica cor branco nas demãos necessárias a um perfeito acabamento.	m2	29,00

### 3.2.3 Reabilitação de cobertura - Lagar de Calvos

Com o intuito de dinamizar as zonas rurais e dota-las de condições condignas às práticas agrícolas, procedeu-se à reabilitação do Lagar Cooperativo de Calvos, que anualmente é responsável pela produção de azeite recolhido pela população. Na análise à estrutura verificaram-se anomalias que condicionam a utilização do espaço, bem como a produção de azeite, uma vez que devido ao elevado teor de humidade não se verificam as condições ideais para o propósito a que se destina. A Figura 23, encontra-se representada a fachada do edifício onde se denota grande degradação bem como sinais de humidades por infiltração, para além dos destroços do que foi um dia as “tulhas” compartimentos para o armazenamento da colheita.

De forma a verificar a extensão da degradação do edifício, procedeu-se a uma inspeção visual na qual se identificou:

- Cobertura com deformações geométrica (Figura 24);
- Fratura e deslocamento das telhas;
- Descasque das telhas por ação do gelo-degelo;
- Acumulação de lixos na cobertura (musgos e detritos);
- Danificação dos sistemas de drenagem de águas pluviais
- Teto falso danificado devido a infiltrações;
- Fissuras por sobrecarga;



Figura 23 - Lagar de Calvos



Figura 24 - Lagar de Calvos, deformação da cobertura.

Verificadas as patologias apresentadas pelo edificio bem como as causas procedeu-se ao levantamento das medições de forma a substituir a cobertura e garantir condições de uso ao local. Definiu-se uma cobertura de estrutura metálica formada por estrutura perfilada em aço galvanizado, e painel sandwich com 5 ondas, com 50mm de espessura de isolamento (Figura 225).

Esta opção deveu-se às seguintes características:

- Construção sustentável, pois melhora a pegada ecológica do edificio;
- Menor tempo de execução;
- Maior confiabilidade;
- Maior limpeza de obra;
- Maior facilidade de transporte e manuseamento;
- Maior facilidade de ampliação;
- Maior facilidade de montagem;

- Facilidade de vencer grandes vãos;
- Facilidade de desmontagem e reaproveitamento;
- Precisão das dimensões e dos componentes estruturais;
- Maior facilidade de reforço;
- Resistência à corrosão;
- Redução das cargas nas fundações;
- Menores dimensões das peças.

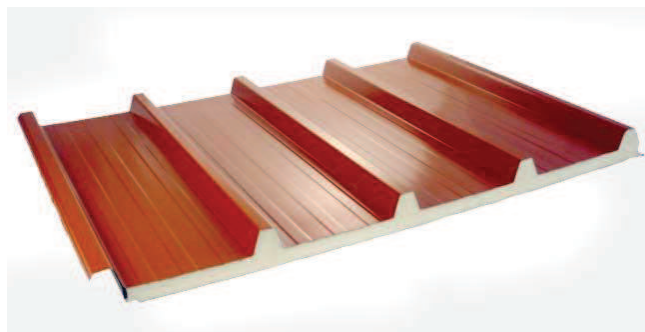


Figura 25 - Painel sandwich, 5 ondas com 50mm de isolamento [21].

Para a execução do projecto recorreu-se a um programa de elementos finitos, “Autodesk Robot Structural Analysis Professional” e confirmado através do programa “CYPE”.

Condições a ter em conta na execução do projecto:

- Edifício construído no concelho de Castelo Branco;
- Altitude 311m;
- Dimensões de acordo com Figura 26;
- A acção do sismo foi desprezada atendendo ao facto do edifício se encontrar em Castelo Branco, cidade situada na Zona 1.6 para acção Sísmica Tipo 1 e Zona 2.4 para a acção Sísmica Tipo 2;
- A verificação à resistência ao fogo não foi efectuada;
- As acções consideradas no edifício foram determinadas atendendo às diferentes partes da norma EN1991 – Acções em Estruturas.
- A classe de resistência do aço utilizada foi S355J0;

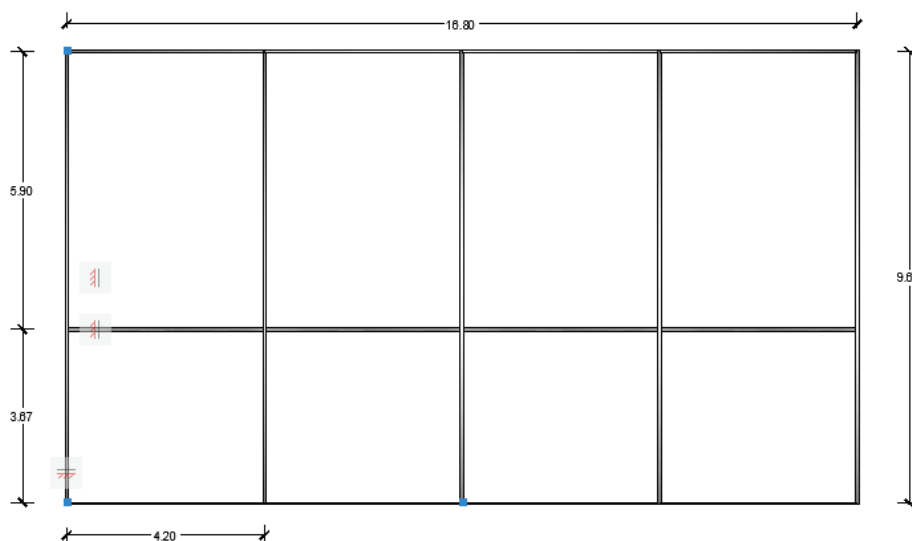


Figura 26 - Medições em planta.

**Definição das Ações:**

- Sobrecarga da cobertura

De acordo com o Quadro 6.9 do Eurocódigo 1 parte 1-1, (NP EN 1991-1-1:2009), considerou-se o valor de 0.4 KN/m<sup>2</sup> para sobrecarga na cobertura atendendo que a cobertura do edifício é não acessível, excepto para operações de manutenção e reparações correntes. Quanto aos valores recomendados para os coeficientes de combinação  $\psi$  da sobrecarga em coberturas o Quadro A1.1 do Eurocódigo 0 (EN1990) indica os seguintes valores:  $\psi_0 = \psi_1 = \psi_2 = 0$ .

- Vento

A acção do vento é calculada segundo o Eurocódigo 1 parte 1-4 (EN1991-1-4:2010). A acção do vento sobre as construções é representada por um conjunto de pressão ou de forças cujos efeitos são equivalentes aos efeitos extremos do vento, tendo em conta a turbulência atmosférica, (EN1991-1-4:2010).

Os valores característicos das pressões exercidas pelo vento nas superfícies, exteriores e interiores ( $W_e$  e  $W_i$ , respetivamente), de uma construção são determinados de acordo com a equação 14 e 15:

$$W_e = c_{pe} \times q_p(z_e) \quad (14)$$

$$W_i = c_{pi} \times q_p(z_i) \quad (15)$$

Em que:

$z_e, z_i$  – correspondem às alturas de referência para a pressão em causa na superfície exterior e interior;

$c_{pe}, c_{pi}$  – são os coeficientes de pressão apropriados;

$q_p$  – a pressão dinâmica de pico para a altura  $z_e$  e  $z_i$ .

A secção 4 do Eurocódigo 1 parte 1-4 (EN1991-1-4:2010) indica como se pode determinar a velocidade do vento e a pressão dinâmica.

i) Valor de referência da velocidade do vento - $V_b$ :

$$V_b = c_{dir} \times c_{season} \times V_{b,0} \quad (16)$$

Em que  $V_{b,0}$  corresponde ao valor básico da velocidade média dada por:  $V_{b,0}$  (Zona A) = 27 m/s e/ou  $V_{b,0}$  (Zona B) = 30 m/s.

A zona A corresponde à generalidade do território, excepto as regiões pertencentes à zona B que são os arquipélagos dos Açores e da Madeira e as regiões do continente situadas numa faixa costeira com 5 Km de largura ou a altitudes superiores a 600 m, uma vez que a altitude admitida para dimensionamento é de 250 m obtém-se então  $V_{b,0} = 27 \text{ m/s}$ , segundo o Quadro NA.I do Eurocódigo 1 parte 1-4 (EN1991-1-4:2010), já o coeficiente  $c_{dir}$  corresponde ao coeficiente de direcção (= 1,0) e o  $c_{season}$  ao coeficiente de sazão (= 1,0).

$$V_b = 1 \times 1 \times 27 = 27 \text{ m/s} \quad (17)$$

Velocidade média do vento a uma altura  $z$  acima do solo -  $V_m(z)$  (equação 18):

$$V_m(z) = c_r(z) \times c_0(z) \times V_b \quad (18)$$

$$V_m(6,16) = 0,913 \times 1 \times 27 = 24,65 \text{ m/s}$$

Em que  $c_r(z)$  corresponde ao coeficiente de rugosidade é determinado pela equação 19:

$$c_r(z) = k_r \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \rightarrow \text{para } z_{min} \leq z \leq 200 \text{ m} \quad (19)$$

$$c_r(6,10) = 0,19 \times \ln\left(\frac{6,10}{0,05}\right) \Leftrightarrow c_r(z) = 0,913$$

Onde  $z_0$  é o comprimento de rugosidade, e  $z_{min}$  – altura mínima definida no quadro 4.1, ambos os factores dependem da categoria do terreno, e para retirar esses valores

recorreu-se ao Quadro 4.1- categorias e parâmetros de terreno do Eurocódigo 1 parte 1-4 do Eurocódigo 1 parte 1-4 (EN1991-1-4:2010). Pertencendo então a uma categoria de terreno III, assim sendo conclui-se que  $z_0=0,05m$  e  $z_{min}=2m$

O Anexo A do Eurocódigo 1 parte 1-4 (EN1991-1-4:2010), define as seguintes categorias de terreno apresentadas na Figura 27.

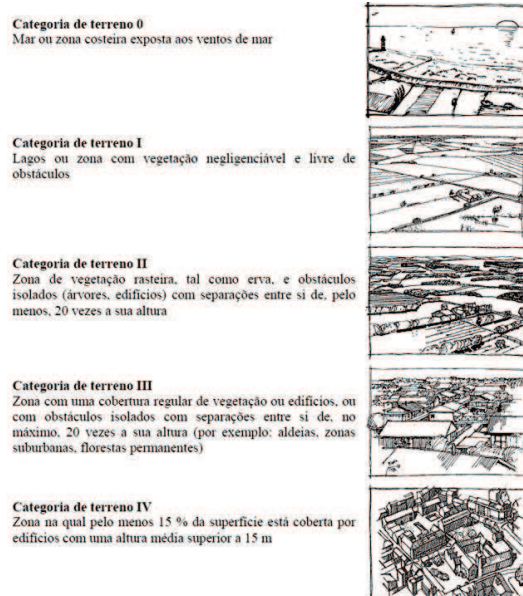


Figura 27 - Categorias de terreno, Eurocódigo 1991-1-4 de2010, Anexo A (EN1991-1-4:2010) [13].

Quanto a  $k_r$  é denominado coeficiente de terreno e determinado pela expressão que se apresenta a baixo:

$$k_r = 0,19 \times \left( \frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} \quad (20)$$

$$k_r = 0,19 \times \left( \frac{0,05}{0,05} \right)^{0,07} = 0,19$$

Em que  $z_0$  e  $z_{0,II}$ , são valores retirados a partir do quadro 4.1 do Eurocódigo 1 parte1-4 de2010, (EN1991-1-4:2010).

Pressão dinâmica de pico -  $q_p(z)$ :

$$q_p(z) = [1 + 7 \times I_v(z)] \times \frac{1}{2} \times \rho \times v_m^2(z) = c_s(z) \times q_b \quad (21)$$

Onde  $q_b$  corresponde à pressão dinâmica de referência e  $c_s(z)$  ao coeficiente de exposição. Estes valores são determinados de acordo com as expressões que se seguem:

$$c_s(z) = \frac{q_p}{q_b} \quad (22)$$

$c_s(z)$  → para o caso de um terreno plano em que  $c_0(z) = 1,0$ , o coeficiente de exposição pode obter-se a partir da figura 4.2 do Eurocódigo 1 parte 1-4 de 2010, (EN1991-1-4:2010), e tendo em conta a categoria de terreno definida anteriormente, resulta assim  $c_s(z) = 1,56$

$$q_b = \frac{1}{2} \times \rho \times v_b^2 \quad (23)$$

Em que  $\rho = 1,25 \text{ Kg/m}^3$  → Valor recomendado pelo Anexo Nacional do Eurocódigo 1 parte 1-4, (EN1991-1-4:2010),  $v_b = 27 \text{ m/s}$ , como referido anteriormente.

$$q_p(6,10) = [1 + 7 \times 0,208] \frac{1}{2} \times 1,25 \times 24,65^2 = 932,701 \text{ N/m}^2$$

A determinação de turbulência ( $I_v(z)$ ) é efetuada com as seguintes expressões:

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{k_I} = \frac{k_I}{c_0(z) \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \rightarrow \text{para } z_{min} \leq z \leq z_{max} \quad (24)$$

$$I_v(z) = I_v(z_{min}) \rightarrow \text{para } z < z_{min} \quad (25)$$

$$I_v(6,10) > I_v(2) \rightarrow \text{logo,}$$

$$I_v(z) = \frac{5,13}{24,65} = 0,208$$

Em que  $k_I$  corresponde ao coeficiente de turbulência (= 1,0), e considerando os efeitos de orografia desprezáveis devido a um declive médio a barlavento inferior a 3°,  $c_0 = 1$

A componente de turbulência da velocidade do vento tem um valor médio nulo e um desvio padrão  $\sigma_v$ . O desvio padrão da turbulência,  $\sigma_v$ , poderá ser determinado através da expressão 4.6 do Eurocódigo 1 parte 1-4, (EN1991-1-4:2010), aqui referida equação 26:

$$\sigma_v = k_R \times v_b \times k_I \quad (26)$$

$$\sigma_v = 0,19 \times 27 \times 1 = 5,13$$

- Neve

A acção da neve é determinada de acordo com o Eurocódigo 1 parte 1-3 (EN1991-1-3:2009) O edifício em análise encontra-se na cidade de Castelo Branco, a uma altitude de 250m m. Esta acção é classificada como sendo uma acção variável de carácter estático. Atendendo à zona onde se encontra o edifício, as acções da neve também estão classificadas como acções acidentais, associadas a uma carga excepcional e a um deslocamento excepcional (eventos com baixa probabilidade de ocorrência).

Zonamento do território:

Para que possamos determinar os valores das cargas devidas à neve, o território nacional é dividido em 3 zonas, zona Z<sub>1</sub>, zona Z<sub>2</sub> e zona Z<sub>3</sub>, de acordo com o seguinte mapa (ver Figura 28).

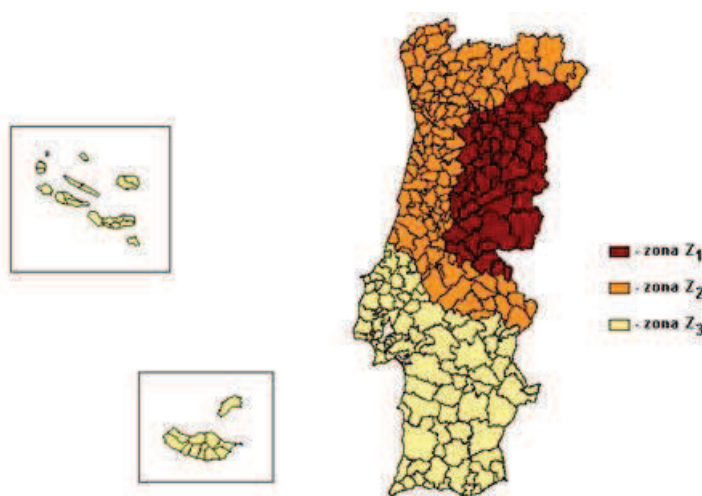


Figura 28 - Zonamento do território, Eurocódigo 1991-1-3 de 2009, (EN1991-1-3:2009) [14].

Situações de projecto:

Em todo o território nacional considera-se ocorrências de queda de neve normais o que corresponde a situações de projecto persistentes/transitórias, no caso da zona Z<sub>1</sub>, onde se situa a cidade de Castelo Banco, há que considerar também situações de projecto acidentais, conforme referido anteriormente em 3.3.3.

Carga da neve ao nível do solo:

Os valores característicos da carga da neve ao nível do solo ( $S_k$ ), deverá ser expresso em kN/m<sup>2</sup> e determinado por equação 27:

$$s_k = c_z \times \left(1 + \left(\frac{H}{500}\right)^2\right) \quad (27)$$

Em que: H é a altitude em metros do local; C<sub>z</sub> o coeficiente dependente da zona, que toma o valor de 0.3 (de acordo com a secção NA-4.1(1) do Eurocódigo 1 parte 1-3. Desta forma tendo em conta que H é 250m obtém-se para S<sub>k</sub> o valor de 0,42 KN/m<sup>2</sup>.

$$s_k = 0,3 \times \left(1 + \left(\frac{311}{500}\right)^2\right) = 0,42 \text{ KN/m}^2$$

Carga da neve em coberturas:

De acordo com o Quadro NA-A.1 do Eurocódigo 1 parte 1-3 (Figura 29), tendo em conta as situações de projecto definiu-se este projecto como sendo Caso B2, tendo deslocamentos excepcional como acção accidental, realizando os cálculos de acordo com as indicações fornecidas pelo Quadro NA-A.1

Tendo em conta uma cobertura de duas vertentes com 25° de inclinação e de acordo com a secção 5.3.3 e o Quadro 5.2 do Eurocódigo 1 parte 1-3, retira-se os seguintes valores:

$$\begin{aligned} \mu_1 &= 0,8 \\ \mu_2 &= 0,8 + 0,8 \times \frac{\alpha}{30} \Leftrightarrow \mu_2 = 0,8 + 0,8 \times \frac{25}{30} = 1,47 \end{aligned}$$

A disposição de cargas deve ainda ter em conta para as situações de projeto persistentes/transitórias:

$$\begin{aligned} S &= \mu_i \times C_e \times C_t \times s_k \\ &= 0,8 \times 1 \times 1 \times 0,42 = 0,336 \text{ KN/m}^2 \end{aligned} \tag{28}$$

Quanto aos valores recomendados para os coeficientes de combinação  $\psi$  da acção do vento o Quadro A1.1 do Eurocódigo 0 (EN1990) indica os seguintes valores:  $\psi_0=0,5$ ;  $\psi_1=0,2$ ;  $\psi_2=0$  [11].

Condição normal	Condições excepcionais		
Caso A	Caso B1	Caso B2	Caso B3
sem neve como acção de acidente (ver 3.3(1))	queda excepcional como acção de acidente (ver 3.3(1))	deslocamento excepcional como acção de acidente (ver 3.3(2))	ou queda excepcional ou deslocamento excepcional como acção de acidente (ver 3.3(3))
a) Situações de projecto persistentes/transitórias  [1] não deslocada $s = \mu_i C_e C_1 s_k$ [2] deslocada $s = \mu_i C_e C_1 s_k$  coef. $\mu_i$ de acordo com: - secção 5.3 (ef. globais) - secção 6 (ef. locais)	a) Situações de projecto persistentes/transitórias  [1] não deslocada $s = \mu_i C_e C_1 s_k$ [2] deslocada $s = \mu_i C_e C_1 s_k$  coef. $\mu_i$ de acordo com: - secção 5.3 (ef. globais) - secção 6 (ef. locais)  b) Situações de projecto acidentais  [3] não deslocada $s = \mu_i C_e C_1 C_{ext} s_k$ [4] deslocada $s = \mu_i C_e C_1 C_{ext} s_k$  coef. $\mu_i$ de acordo com: - secção 5.3 (ef. globais) - secção 6 (ef. locais)	a) Situações de projecto persistentes/transitórias  [1] não deslocada $s = \mu_i C_e C_1 s_k$ [2] deslocada $s = \mu_i C_e C_1 s_k$  coef. $\mu_i$ de acordo com: - secção 5.3 (ef. globais) - secção 6 (ef. locais)  b) Situações de projecto acidentais  [5] $s = \mu_i s_k$  coef. $\mu_i$ de acordo com o Anexo B	a) Situações de projecto persistentes/transitórias  [1] não deslocada $s = \mu_i C_e C_1 s_k$ [2] deslocada $s = \mu_i C_e C_1 s_k$  coef. $\mu_i$ de acordo com: - secção 5.3 (ef. globais) - secção 6 (ef. locais)  b) Situações de projecto acidentais  [3] não deslocada $s = \mu_i C_e C_1 C_{ext} s_k$ [4] deslocada $s = \mu_i C_e C_1 C_{ext} s_k$  coef. $\mu_i$ de acordo com: - secção 5.3 (ef. globais) - secção 6 (ef. locais)  [5] $s = \mu_i s_k$  coef. $\mu_i$ de acordo com o Anexo B
<p><b>NOTA 1:</b> O caso A aplica-se aos locais situados nas zonas Z<sub>2</sub> e Z<sub>3</sub>, definidas em NA-4.1(1). O caso B3, equivalente à aplicação simultânea dos casos B1 e B2, aplica-se aos concelhos de Aguiar da Beira e de Fornos de Algodres do distrito da Guarda e aos concelhos de Mangualde, Nelas, Penha do Castelo, Sátão e Viseu do distrito de Viseu da zona Z<sub>1</sub>, definida em NA-4.1(1). O caso B2 aplica-se aos restantes concelhos da zona Z<sub>1</sub>.</p> <p><b>NOTA 2:</b> As verificações dos efeitos locais referidos na secção 6 são feitas nas situações de projecto persistentes/transitórias (ver 3.1(2) e 6.1(2)) e nas situações de projecto acidentais em que a acção de acidente seja a queda de neve excepcional (casos B1 e B3).</p>			

Figura 29 - Quadro NA - A.1 - Situações de projeto e disposição de carga a utilizar de acordo com as condições locais [14].

## Cálculo

De forma a proceder ao pré-dimensionamento dos elementos através do software de cálculo Robot Structural Analysis, definiu-se a estrutura representada na Figura 30, com espaçamento entre vigas de 4,20m, relativamente às madres no maior vão optou-se por um espaçamento de 1,43m e no menos vão de 1,85m.

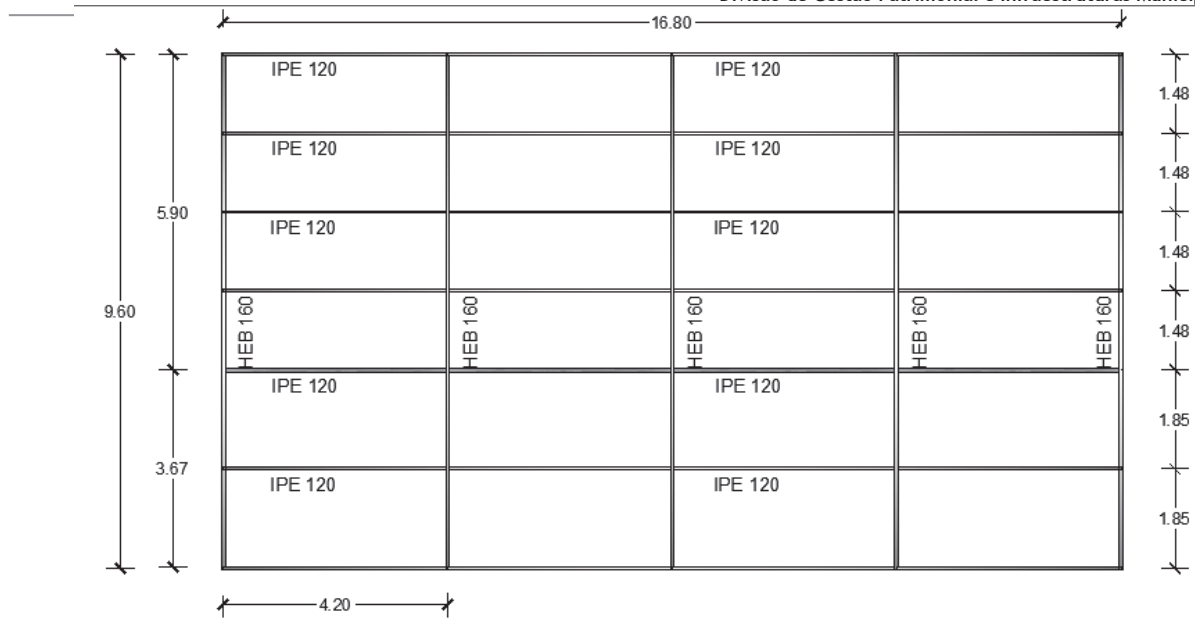


Figura 30 - Disposição da estrutura metálica, vista em planta.

As ações definidas anteriormente bem como os valores para os coeficientes de combinação foram introduzidos no programa, Robot Structural Analysis, no qual se procedeu à análise dos maiores esforços verificados na cobertura, e posteriormente verificado o perfil adequado.

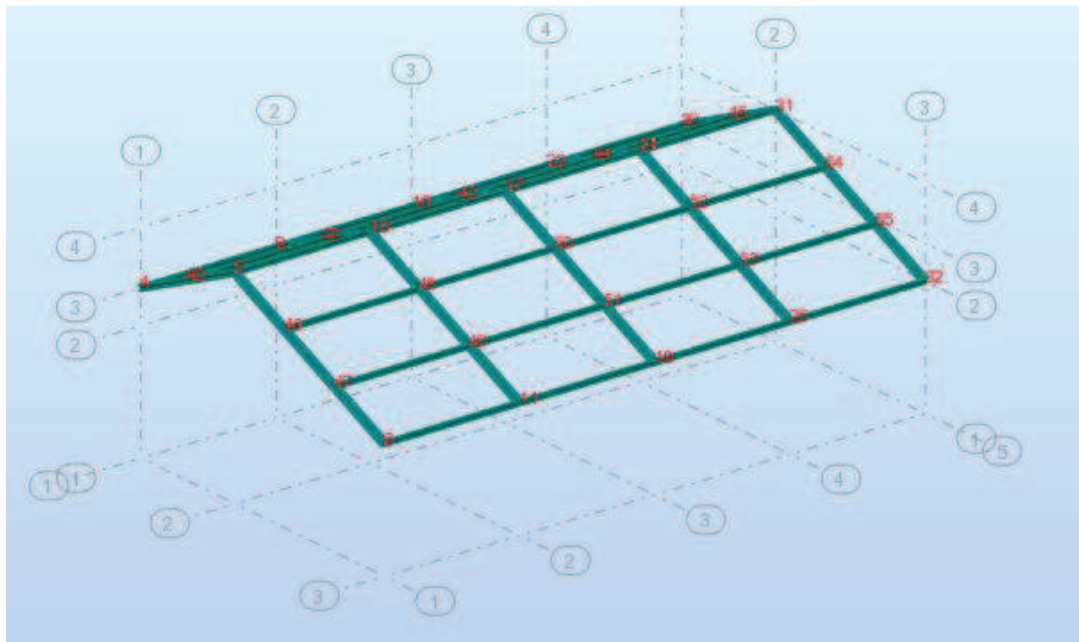


Figura 31 - Modelação em Robot Structural Analysis, cobertura Lagar de Calvos.

Tendo em conta o modelo e os esforços retirados a partir do programa Robot Structural Analysis, desenvolveu-se a folha de cálculo representada no Anexo VI, no qual através dos elementos mais solicitados se procedeu à análise do perfil adequado para

suportar esses mesmos esforços, desenvolvendo-se a verificação aos estados limites últimos e aos estados limites de utilização.

No Anexo IV está representada a folha de cálculo referente à introdução de dados para a avaliação e respetivas verificações, no que diz respeito às vigas principais tendo sido também desenvolvido um modelo semelhante para o cálculo do perfil adequado para as vigas secundárias / madres.

Resultado para as vigas principais perfil HEB160 e para as vigas secundárias o perfil IPE 120.

De acordo com os resultados obtidos através do programa Robot Structural Analysis e os cálculos realizados, resultou a estrutura definida na Figura 32, corte da planta inerente ao projeto do Lagar de Calvos, cujas medições contabilizadas para o orçamento se encontram na Tabela 12.

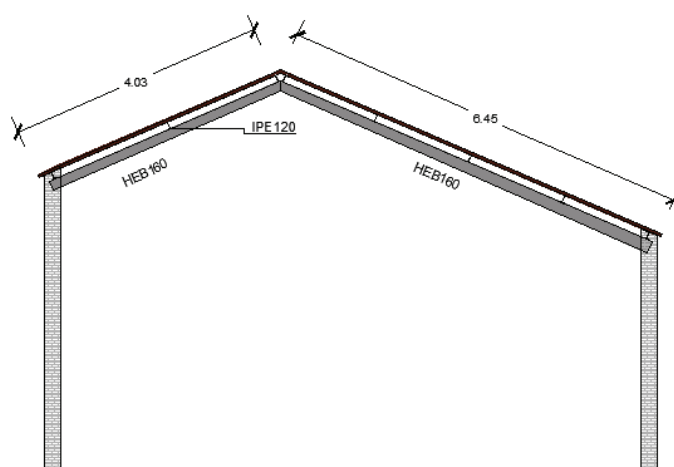


Figura 32 - Corte, cobertura metálica.

## Elaboração de Concurso

Na sequência do projeto descrito acima, procedeu-se à elaboração das peças de concurso, nomeadamente:

- Plano de Segurança e Saúde;
- Plano de Gestão de Resíduos;
- Peças desenhadas (Anexo V);
- Memória descritiva;
- Memória de cálculo (Anexo VI);
- Estimativa orçamental;
- Documento de abertura de procedimento;
- Mapa de quantidades (ver Tabela 12).

Tabela 11 - Mapa de medições, Lagar de Calvos.

Designação dos trabalhos	Un.	Quant.
1 Estaleiro e Trabalhos Preparatórios		

1.1	Montagem, instalação, manutenção e desmontagem de estaleiro de obra junto ao local, incluindo instalações para a Fiscalização/Dono de Obra conforme definido no caderno de encargos, ligação às infra-estruturas existentes, abertura de vias de acesso, vedações e desmatação se necessário.	Vg	1,00
1.2	Plano de segurança, Saúde e Higiene e sua implementação em obra de acordo com a legislação vigente.	Vg	1,00
1.3	Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição e sua implementação em obra de acordo com a legislação vigente.	Vg	1,00
2	Demolições		
	Execução de demolição das estruturas adjacentes às paredes exteriores, "tulhas", incluindo carga, transporte e descarga a vazadouro autorizado e da responsabilidade do empreiteiro e/ou depósito do dono de obra.		50,00
2.1	Execução de demolição de coberturas e suas estruturas existentes, bem como da telha e respetivo ripado de suporte e fixação, chaminés, incluindo carga, transporte e descarga a vazadouro autorizado e da responsabilidade do empreiteiro e/ou depósito do dono de obra.	m2	176,06
2.2	Remoção do teto falso existente incluindo carga, transporte e descarga a vazadouro autorizado e da responsabilidade do empreiteiro.	m2	161,28
2.3	Desativação e remoção da rede elétrica e de telecomunicações existente incluindo carga, transporte e descarga a vazadouro autorizado e da responsabilidade do empreiteiro.	Vg	1,00
3	Cobertura		
3.1	Fornecimento e colocação de estrutura metálica para cobertura inclinada sobre espaço habitável, formada por estrutura tubular em aço galvanizado, incluindo todos os trabalhos inerentes à sua correta fixação.	m2	176,06
3.2	Fornecimento e colocação em cobertura inclinada, de painel sandwich com 5 ondas, com 50mm de espessura de isolamento, incluindo todos os trabalhos necessários à boa execução.	m2	176,06
3.3	Fornecimento e execução de caleira em chapa galvanizada com 8mm, incluindo remates e isolamento contra a parede contígua em tela asfáltica revestida a alumínio, e todos os trabalhos necessários à boa execução.	m	17,00
3.4	Execução de cumeeira, algeroz e rincões, e todos os trabalhos e acessórios necessários a uma boa execução.	m	54,56
3.5	Execução de lintel de coroamento em betão armado com 25cm de altura, incluindo todos os trabalhos inerentes à boa execução.	m3	3,41
4	Rede elétrica		

	Fornecimento e aplicação de instalação elétrica, bem como todos os trabalhos necessários à boa execução.	vg	1,00
5	Pinturas		
5.1	Execução de pintura para paredes exteriores com tinta plástica, cor branca, incluindo lavagem a jato de água e reparação de rebocos onde necessário e todos os trabalhos	m2	169,6
5.2	Execução de pintura para paredes interiores com tinta lavável, cor branca, incluindo lavagem a jato de água e reparação de rebocos onde necessário e todos os trabalhos	m2	276,4

### 3.2.4 Projeto de recuperação de moradia - Casa do Castelo

A habitação situada na rua dos Peleteiros, nº 32 e 34 é um exemplo da degradação e abandono dos centros urbanos, que com o passar dos anos acabou por ruir todo o seu interior permanecendo apenas as fachadas que também já apresentam sinais de desgaste e falta de manutenção (Ver Figura 33). Nesse sentido a Câmara Municipal de Castelo Branco tem vindo a intervir nesta área de forma a dinamizar o centro e evitar o seu abandono, dotando o espaço de condições favoráveis à habitação. Ao recuperar estas habitações desenvolve-se o centro urbano e ainda gera-se espaços para o arrendamento social de forma a garantir alojamento a famílias mais carenciadas.



Figura 33 - Rua dos Peleteiros nº32 e 34, edifício a recuperar.

Com vista à recuperação do espaço para fins habitacionais, desenvolveu-se a proposta exterior presente na Figura 34.



Figura 34 - Proposta Fachada, habitação rua dos Peleteiros, nº32 e 34.

A presente descrição refere-se ao projeto da Rede de abastecimento de águas e Rede de drenagem de águas residuais, para um edifício de habitação que se pretende recuperar, sito na Rua dos Peleteiros lote 34 e 32, em Castelo Branco, cujo requerente é a Câmara Municipal de Castelo Branco.

Deste estudo fazem parte as seguintes redes:

- Rede de abastecimento de água;
- Rede de drenagem de águas residuais domésticas.

Todas as soluções propostas no estudo respeitam a regulamentação nacional vigente, normas técnicas e bibliografia seguinte:

- Regulamentação Geral de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais – Decreto-Lei n.º 23/95 de agosto de 1995;
- Disposição dos Serviços Municipalizados.

### **Descrição geral do edifício**

O projeto trata a recuperação de um edifício de habitação abandonado, ao qual se destina exclusivamente a habitação. O edifício é composto por 3 (três) pisos: pisos 0, piso 1 e piso 2, a habitação de tipologia T3, inclui 2 instalações sanitárias, lavandaria e cozinha / sala, como se dispõe na figura que se apresenta em seguida, Figura 35.



Figura 35 - Projeto de arquitetura, habitação rua dos Peleteiros nº 32 e 34.

## Rede de abastecimento de águas

Para o dimensionamento da rede de abastecimento de águas, foi tido em conta o dispositivo mais desfavorável do edifício, traçada a rede e por fim verificados os diâmetros. Os diâmetros são calculados a partir dos diversos tipos de dispositivos a instalar, aos quais se atribuirão caudais instantâneos conforme o previsto no anexo IV – Regulamento [10].

Conforme planta, figura 36, foi realizada a distribuição de águas pelo edifício, cujo material selecionado é tubagem flexível.

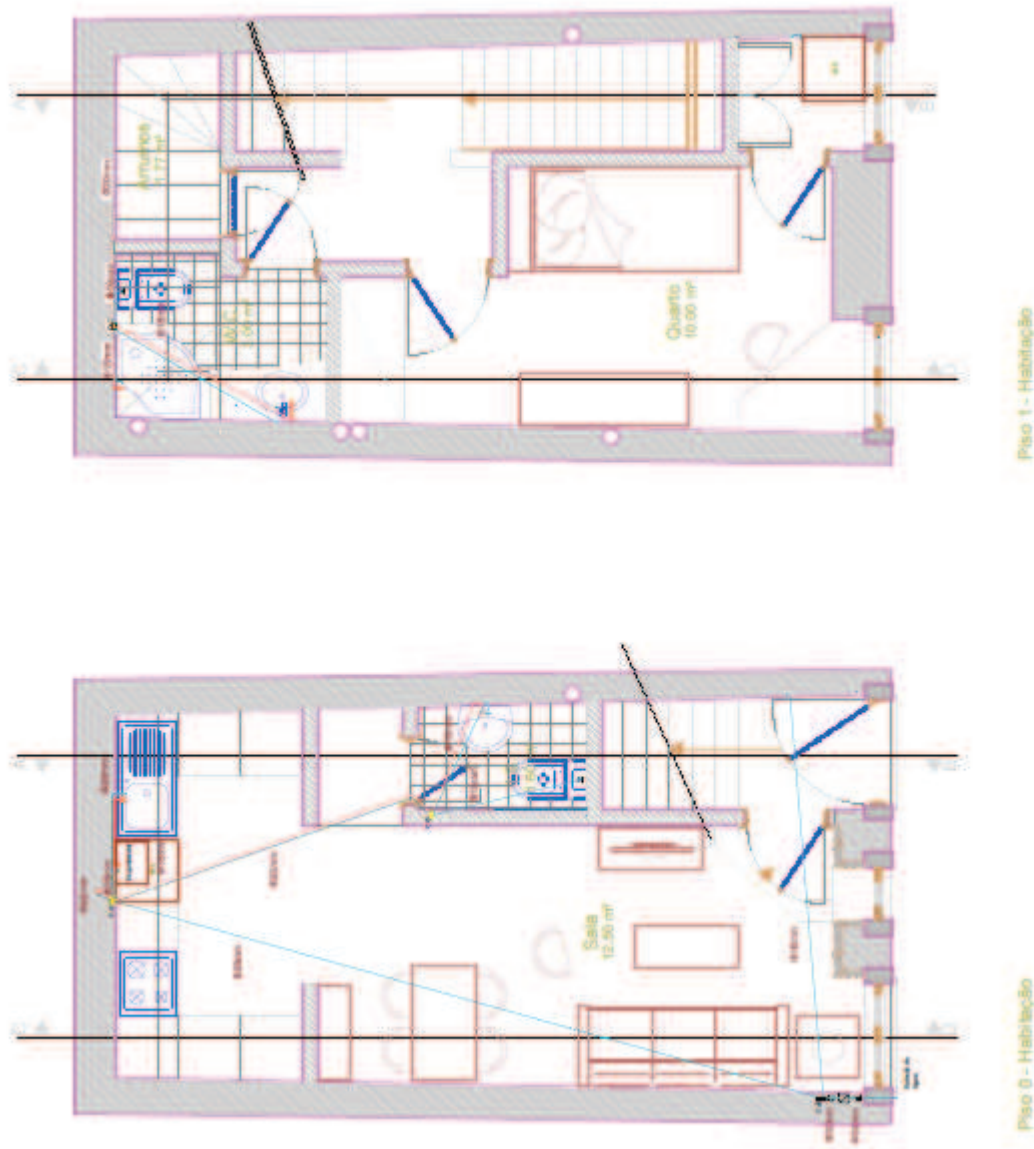


Figura 36 - Distribuição de rede de abastecimento de águas.

Tendo em conta as premissas referidas anteriormente elaborou-se a folha de cálculo presente na Tabela 13.

Tabela 12 - Calculo de rede de abastecimento de águas.

**Projeto:** Recuperação, Casa do Castelo

Material	Pex-Al-Pex	
Rugosidade	0,007	mm
Velocidade mínima	1,25	m/s

	Troço	Montante	Jusante	Caudal Acumulado (Anexo IV)	Caudal Cálculo (Anexo V)	Diâmetro Interior Calc	Diâmetro Interior (Tabelas)	Diâmetro Nominal (Tabelas)	Velocidade	Perda Carga linear (flamant)	Comprimento tubagem	Perdas de carga localizadas	Perda de carga no troço (mca)	Diferença Cotas	Pressão Montante	Pressão Jusante
				Qa	Qc	Di.calc	Di	Dn	V	j	L1	L2	1,2*(L1+L2)*j	H	Pm	Pj
				[l/s]	[l/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/s]	[mca/m]	[m]	(m)	[mca]	[m]	[mca]	[mca]
I.S.1	1	Lv - P1	Cx.3	0,1	0,10	10,09	12	16	0,884	0,000253	1,9	0,00	0,00058	0,00	10,00	10,00
	2	Ch - P1	Cx.3	0,15	0,15	12,36	12	16	1,326	0,000514	0,55	0,00	0,00034	1,60	11,60	10,00
	3	Br - P1	Cx.3	0,1	0,10	10,09	12	16	0,884	0,000253	0,31	0,00	0,00009	0,00	11,60	11,60
	4	Cx.3	Cx.1	0,35	0,30	17,48	20	26	0,955	0,000153	1,13	1,50	0,00048	3,20	14,80	11,60
I.S.2	5	Lv - P0	Cx.2	0,1	0,10	10,09	12	16	0,884	0,000253	1,1	0,00	0,00033	0,00	14,80	14,80
	6	Br - P0	Cx.2	0,1	0,10	10,09	12	16	0,884	0,000253	1,45	0,00	0,00044	0,00	14,80	14,80
	7	Cx.2	Cx.1	0,2	0,20	14,27	16	20	0,995	0,000217	3,25	0,00	0,00085	0,00	14,80	14,80
Coz.	8	PLL	Cx.1	0,2	0,20	14,27	16	20	0,995	0,000217	1,03	0,00	0,00027	0,00	14,80	14,80
	9	MLL	Cx.1	0,15	0,15	12,36	12	16	1,326	0,000514	0,25	0,00	0,00015	0,00	14,80	14,80
R.N.I.	10	Cx.1	E	0,55	0,40	20,19	20	26	1,273	0,000253	0,32	4,50	0,00146	0,60	15,40	14,80
	11	E	Cx.1	0,55	0,40	20,19	20	26	1,273	0,000253	0,33	5,00	0,00162	0,00	15,41	15,40
	12	Cx.1	Cx.0	0,9	0,51	22,79	20	26	1,623	0,000386	7,02	8,00	0,00696	0,00	15,41	15,41
R.I.	13	MLR	Cx.0	0,2	0,20	14,27	16	20	0,995	0,000217	3,85	0,00	0,00100	3,20	18,61	15,41
N.	15	Cx.0	cont.	1,1	0,58	24,31	26	32	1,092	0,000139	0,75	8,00	0,00146	0,00	18,62	18,61
	16	Cont.	R.P.	1,1	0,58	24,31	26	32	1,092	0,000139	0,75	1,50	0,00038	0,8	19,42	18,62
																19,42

## Rede de drenagem de águas

Refere-se a presente descrição, ao projecto da rede predial de drenagem de águas residuais domésticas, de um Edifício destinado a Habitação.

O dimensionamento foi efectuado de acordo com as normas regulamentares em vigor, tendo em consideração os caudais de cálculo, as inclinações das tubagens, e a rugosidade do material.

O traçado da rede de drenagem de águas encontra-se na Figura 37, sendo que o seu dimensionamento tendo em conta os pontos enumerados a cima se encontram calculados na Tabela 14.

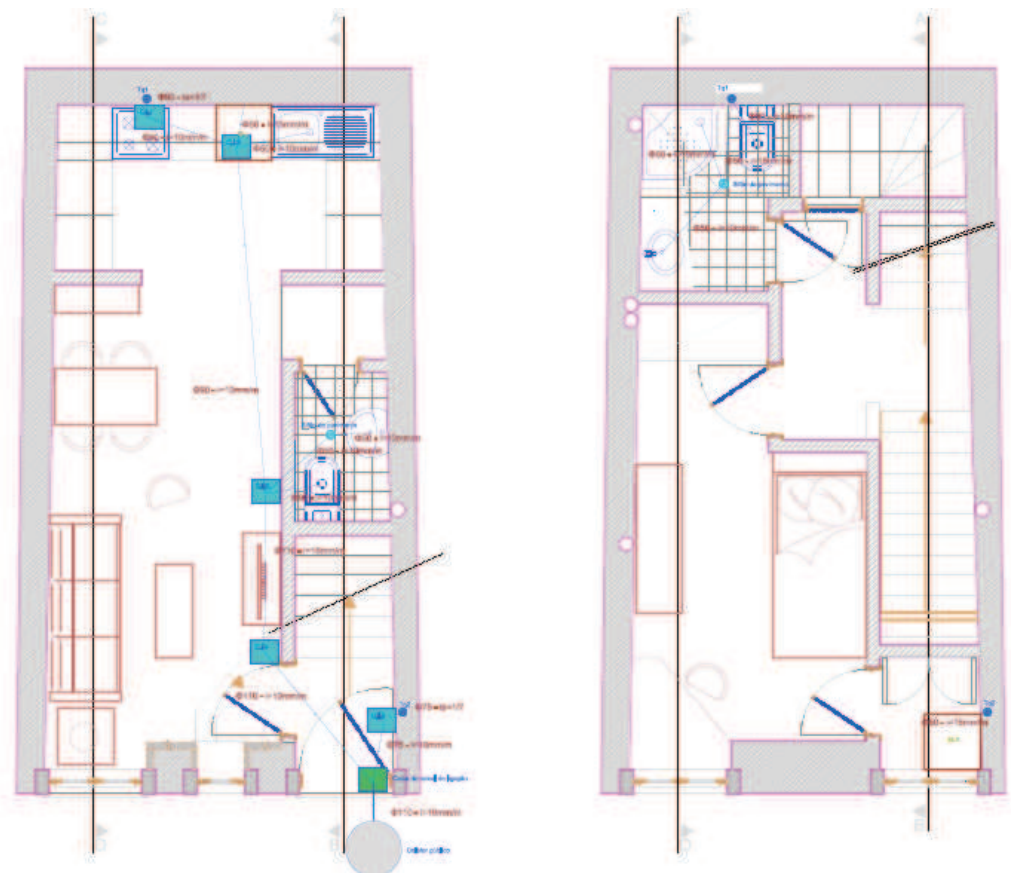


Figura 37 - Traçado rede de drenagem de águas.

Tabela 13 - Calculo rede de drenagem de águas,

Projeto: Recuperação, Casa do Castelo														
Material		PVC												
Rugosidade	K, meia secção	8,7												
	K, secção cheia	4,35												
Taxa de ocupação	ts	0,143												
Troço	Montante	Jusante	Caudal (Anexo XIV) Q [l/min]	Caudal calc (Anexo XV) Qcalc [l/min]	Ramal de descarga Di.min [mm]	Inclinação admitida i [mm/m]	Diâmetro calculado Dcalc [mm]	Diâmetro Int. comercial Dint [mm]	Diâmetro nominal Dnom [mm]	Inclinação calculo ic [mm/m]	Taxa de Ocupação Ts<=1/7 Para Tq	Diametro Obra Diam.obra (m)	Inclinação Obra io [mm/m]	
I.S. 1 - P1	1	Br - P1	Tq1	90	75	90,00	10	53,19	87,00	90	1,04	-	90	10
	2	Lv - P1	Sifão1	30	30	40,00	10	37,72	47,00	50	3,10	-	50	10
	3	Ch - P1	Sifão1	30	30	40,00	10	37,72	47,00	50	3,10	-	50	10
	4	Sifão	Tq1	60	50	50,00	10	59,25	47,00	50	12,38	-	50	15
R.N.J	5	tq1	C.I.1	150	110	50,00	10	86,93	87,00	90	2,90	0,1427	90	10
	6	C.I.1	C.I.2	150	110	50,00	10	79,63	87,00	90	2,90	-	90	10
Coz.	7	MLL	C.I.2	60	50	50,00	10	45,69	47,000	50	12,38	-	50	15
	8	PLL	C.I.2	30	30	50,00	10	37,72	47,000	50	3,10	-	50	10
R.N.J	9	C.I.2	C.I.3	240	140	50,00	10	87,17	87,00	90	7,42	-	90	10
I.S.2 - P0	10	Br - P0	C.I.3	90	75	90,00	10	53,19	87,000	90	1,04	-	90	10
	11	Lv - P0	Sifão 2	30	30	40,00	10	37,72	47,000	50	3,10	-	50	10
	12	Sifão 2	C.I.3	30	30	50,00	10	48,92	47,000	50	3,10	-	50	10
R.N.I	13	C.I.3	C.I.4	360	165	50,00	10	92,71	107,00	110	5,54	-	110	10
Lav.	14	MLR	Tq2	60	50	50,00	10	45,69	47,000	50	12,38	-	50	15
	15	Tq2	C.I.5	60	50	50,00	10	64,68	72,000	75	1,27	0,1203	75	10
R.N.I	16	C.I.5	C.R.L.	60	50	50,00	10	59,25	47,000	50	12,38	-	50	15
	17	C.I.4	C.R.L.	360	165	50,00	10	92,71	107,00	110	5,54	-	110	10
	18	C.R.L.	C.P.	420	185	50,00	10	96,77	107,00	110	7,54	-	110	10

## Elaboração de Concurso

Na sequência do projeto descrito acima, procedeu-se à elaboração das peças de concurso, nomeadamente:

- Plano de Segurança e Saúde;
- Plano de Gestão de Resíduos;
- Peças desenhadas;
- Memória descritiva;
- Estimativa orçamental;
- Documento de abertura de procedimento;
- Mapa de quantidades.
- Projeto de especialidades (Anexo VII – projeto de abastecimento e drenagem de águas).

## 3.3 Vistorias

Sendo a Divisão de Gestão Patrimonial e Instalações Municipais responsável pela manutenção e bom funcionamento do património municipal, elaborou-se um sistema de procedimentos e informações necessários a este tipo de intervenções.

Nesse sentido, no que diz respeito à habitação social, desenvolveu-se um fluxograma interno para agilizar a movimentação do documento internamente, bem como a aplicação de modelos que possibilitem a objetividade de uma avaliação, respectivamente:

- Auto de identificação do imóvel (Anexo VIII);
- Ficha de avaliação do nível de conservação do edifício (Anexo IX);
- Auto de Vistoria – habitação social (Anexo X).

No quadro do novo Regime de Arrendamento Urbano, foi concebido o "Método de avaliação do estado da conservação de imóveis" (MAEC), que visa determinar com rigor, objetividade e transparência o estado de conservação do locado e a existência de infraestruturas básicas, modelo esse adaptado também pela Câmara Municipal de Castelo Branco de forma [23].

### 3.3.1 Vistoria - Escola Básica do 1º Ciclo de S. Tiago

No dia 26/04/2016, pelas 15 horas, procedeu-se à inspeção visual do pavimento da escola nº 10 de Castelo Branco a fim de se garantir uma reabilitação adequada, através da verificação do estado de degradação do pavimento atual e as causas.

No pavimento avaliado, verifica-se o desgaste do mesmo, com visível empolamento e destacamento do material, o que se considera expectável para um pavimento antigo como este (20 anos).

Contudo, nas zonas de maior desgaste do pavimento verificou-se um grande teor de humidade (através de um equipamento de medição do teor de água em materiais de construção), com fenómenos de higroscopicidade visíveis.

No entanto rejeita-se a hipótese de se estar perante um fenómeno de humidade ascensional, uma vez que a patologia se verifica em todos os pisos, com maior incidência no piso 0, e as paredes adjacentes à divisão inspecionada não apresentam a existência dessa patologia.

A possibilidade de humidade por infiltração também não se enquadra uma vez que assim sendo seria de esperar verificar anomalias na zona próxima de fissuras e não na zona central da divisão.

Considera-se que o edifício apresenta anomalias devido ao desgaste, sendo os teores de humidade justificáveis através do sistema de higienização do local, e consequente absorção do material exposto aos agentes abrasivos.

Nas Figuras 38, 39 e 40 encontram-se a documentação fotográfica do estado dos pavimentos.



Figura 38 - Pavimento piso 0.



Figura 39 - Pavimento piso 1.



Figura 40 - Pavimento piso -1.

### 3.3.2 Vistoria - São Vicente da Beira

A presente informação constitui resposta ao pedido de vistoria / inspeção visual, nº1, datada de 29/04/2016, proveniente da Junta de Freguesia de São Vicente da

Beira, através de uma reclamação de uma habitante, referente ao muro horizontal adjacente à sua propriedade devido a alterações geométricas do mesmo.

Considerando os pressupostos constantes no nº1, e para dar sequência às ações de vistoria realizadas, na manhã do dia 4 de maio de 2016, deslocou-se ao local a equipa da DGPI responsável, constatando (Figuras 41 à 46):

A existência de deformações estruturais no muro privado inerente à propriedade da queixosa;

No que respeita ao muro de sustentação de aterro da EN 352, detetou-se fissuração estrutural na zona central e nas extremidades;

A ligação dos muros suprarreferidos é motivo de maior preocupação, uma vez que apresenta grande instabilidade com a degradação da fundação.



Figura 41 - Desaprumo do muro privado.



Figura 42 - Estado da calçada em maio de 2016.

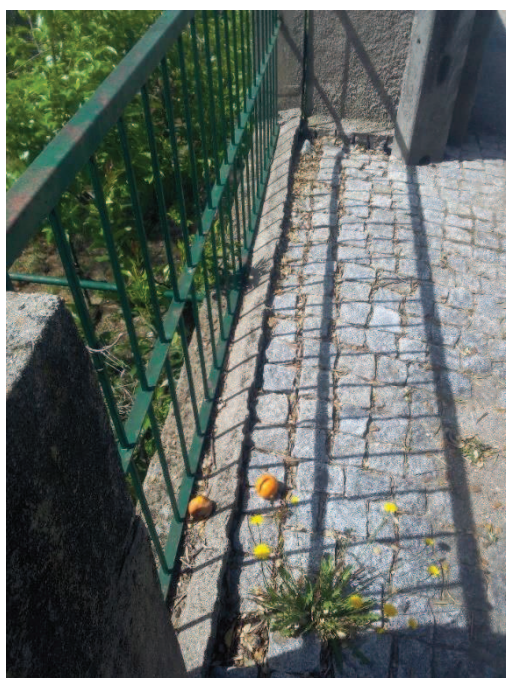


Figura 43 - Estado da calçada em julho de 2014 [22].

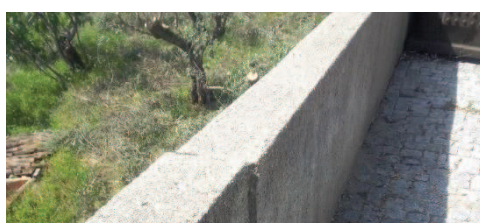


Figura 44 - Fissura central do muro erguido pela Junta de Freguesia, 2016



Figura 45 - Fissura central do muro erguido pela Junta de Freguesia, 2014 [22]

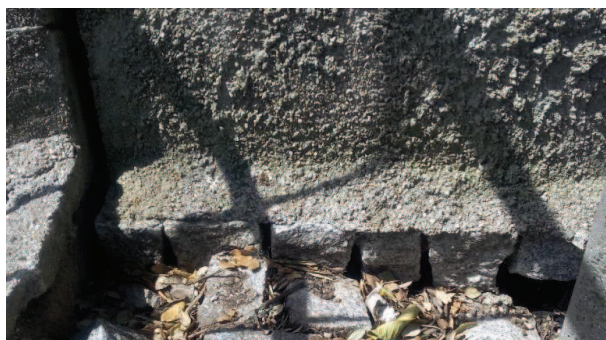


Figura 46 - Instabilidade na fundação do muro de ligação lateral.

Uma vez que a condição estrutural do muro não apresenta risco iminente de ruína, e sendo necessário averiguar se a deformação estabilizou ou se continua em fase de agravamento, propõe-se o acompanhamento da patologia com vistorias semestrais as quais permitirão avaliar o comportamento da estrutura e da envolvente de forma a enquadrar um método adequado de reparação/reabilitação, propõe-se nova avaliação dentro de 6 meses.

Pode-se consultar o Auto de vistoria no Anexo XI.

### 3.3.3 Vistoria passagem semi-pública

No dia 24 de março pelas 10h, deslocou-se à Avenida 1º de maio a equipa técnica da DGPIM, na sequência de um requerimento de parecer emitido à Câmara Municipal de Castelo Branco com o objetivo de verificar a segurança dos utilizadores da passagem semipública adjacente a uma superfície comercial e um edifício de habitação e serviços.

Na Figura 47 pode observar-se a entrada da passagem semipública que dá acesso ao parque de estacionamento da superfície comercial, e faz ainda ligação pedestre à Rua Concelheiro Albuquerque.

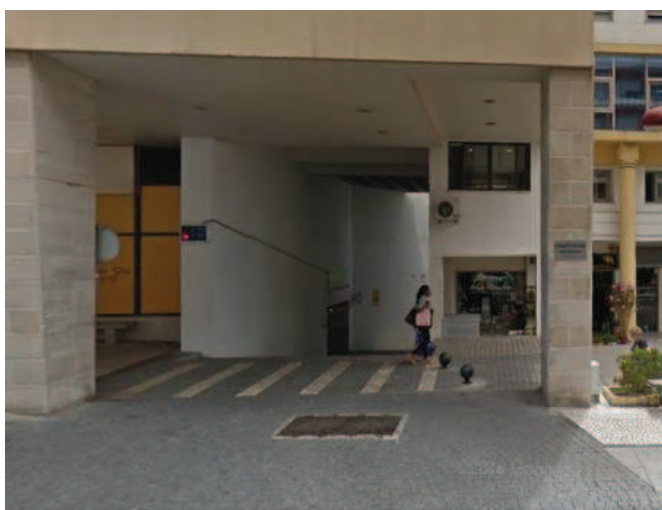


Figura 47 - Passagem de caráter semipúblico.

Elementos de construção a avaliar:

- Parede NW, identificada na Figura 48.

A parede referida, apresenta fissuração por dilatação térmica e/ou comportamento diferencial do material. As fissuras apresentam larguras consideráveis (2 mm a 5 mm) e conseqüente desagregação / destacamento dos seus elementos, concretamente do revestimento.

Considerando a sua localização em grande altura e o elevado risco de queda de placas do seu revestimento, torna-se urgente proceder a obras de conservação e reabilitação de forma a evitar que estas anomalias possam colocar em risco a segurança de pessoas (causar ferimentos) ou danificar bens (ex. veículos).

Observa-se ainda a existência de humidades.



Figura 48 - Parede SW

- Parede SE, identificada na figura 49.



Figura 49 - Parede SE

Nesta parede orientada a SE, constatou-se a existência de fissuras verticais por expansão de alvenaria ou deficiente método de encunhamento da alvenaria, na união entre os elementos construtivos. O pano de alvenaria, erguido posteriormente à construção dos edifícios em causa, acusa desaprumo/deformação e inexistência de consolidação entre faces. Este elemento não constitui perigo para os utilizadores do acesso semipúblico.

- Junta de dilatação entre edifícios, Figura 50.

Verifica-se fissuração nos pilares, induzida por sobrecargas ou cargas superiores às previstas.



Figura 50 - junta de dilatação entre os edifícios.

## 3.4 Infraestruturas rodoviárias

### 3.4.1 - Inspeção visual de pavimentos rodoviários

A observação visual do pavimento é a forma mais simples de avaliar o estado superficial destes, mas também é a mais imprecisa pois a avaliação depende do observador. O processo foi realizado no âmbito da aplicação de um Sistema Informação Geográfico, desenvolvido pela ESRY, no qual se pretende obter uma base de dados atualizada de todo o património do município de Castelo Branco.

De forma a realizar um levantamento a nível das infraestruturas rodoviárias, desenvolveu-se uma folha de cálculo, Anexo XIII, na qual se pretende anotar as patologias bem como a sua extensão e gravidade, seguindo Estradas de Portugal, S.A.– “Catalogo de Degradações de Pavimentos Rodoviários” Volume 1: Projeto Reabilitação, Março 2008. [20].

De modo a verificar o plano de intervenção de uma via rodoviária deve proceder-se à análise das diferentes etapas [18]:

- Aquisição da informação – levantamento das condições físicas do pavimento, as patologias podem dividir-se nos seguintes grupos:

Fendilhamento;

Deformações;

Degradação da camada de desgaste;

Movimento de materiais;

- Base de dados rodoviários – toda a informação reunida ao longo da vida útil (materiais, monitorização, informações adicionais);
- Avaliação da qualidade - baseia-se numa análise global da qualidade do pavimento a qual permite a determinação de um índice de qualidade global;
- Índice de qualidade (IQ) - propõe efetuar a avaliação da qualidade, adotado pelo Sistema de Gestão de Pavimentos (SGP). A Equação (29) traduz o IQ no ano t, tendo-se adotado uma diminuição explícita do peso do IRI em um terço devido à forma indireta como é obtido.

$$IQ_t = 5 \times e^{-0.0002598 \times \frac{IRI_t}{2.0}} - 0.002139 \times R_t^2 - 0.03 \times (C_t + S_t + P_t)^{0.5} \quad (29)$$

Em que:

IRIt - é a irregularidade longitudinal do pavimento (International Roughness Index) no ano t (mm/km);

Rt - é a profundidade média das rodeiras no ano t (mm);

Ct - é a área com fendilhamento e pele de crocodilo no ano t (m<sup>2</sup> /100m<sup>2</sup>);

St - é a área com degradação superficial de materiais (covas e peladas) no ano t (m<sup>2</sup> /100m<sup>2</sup>);

Pt - é a área com reparações no ano t (m<sup>2</sup> /100m<sup>2</sup>).

Avaliação das estratégias – consiste na verificação dos critérios utilizados e os eventuais custos.

O indicador utilizado pela Estradas de Portugal é o IQ (Índice de Qualidade), que tem em conta algumas características funcionais dos pavimentos. O IQ varia entre 0 (pavimento em muito mau estado) e 5 (pavimento em muito bom estado);

Valores de IQ acima de 3,5 indicam que o pavimento se encontra em bom estado sendo o valor de 2 utilizado, geralmente, como indicador da necessidade de intervenção [24].

Para determinar o IQ de cada troço é necessário analisar a gravidade e a área das patologias que o pavimento apresenta bem como a irregularidade (IRI).

Todos os parâmetros excepto o IRI podem ser avaliados visualmente ou com equipamentos simples. Assim, caso não se tenha disponibilidade de medir o IRI com um equipamento adequado é possível adotar um valor em função das degradações superficiais do pavimento (ver Tabela 14) [24].

Tabela 14 - Classificação do parâmetro IRI [24].

Degradação	Nível	IRI
Fendilhamento e pele de crocodilo	$\leq 1$	<b>Tipo 1:</b> IRI = 1500 mm/km
e		
Peladas, covas, etc.	$\leq 1$	
e		
Rodeiras	$\leq 1$	
Todos os casos que não sejam incluídos no Tipo 1 ou Tipo 3		<b>Tipo 2:</b> IRI = 2500 mm/km
Fendilhamento e pele de crocodilo	$= 3$	<b>Tipo 3:</b> IRI = 3500 mm/km
ou		
Peladas, covas, etc.	$= 3$	
e		
Rodeiras	$\geq 2$	

Desta forma a avaliar o estado de conservação do pavimento, procede-se à análise dos parâmetros relevantes como se apresenta de seguida:

- índice de qualidade foi determinado através da equação 29 referida anteriormente.
- Área afetada IRI foi determinada com base no produto entre o comprimento e o nível.
- Área afetada IQ foi determinado com base no produto entre o comprimento e a largura da via (ver equação 30).

De modo a classificar as patologias com base na figura 51, e com a finalidade de identificar qual era o tipo de patologias, o índice de qualidade foi pela seguinte expressão.

$$IQ = \frac{\sum \text{Area afetada IRI} + \sum \text{comprimento} + \text{comprimento do troço}}{\text{Comprimento do troço}} \quad (30)$$

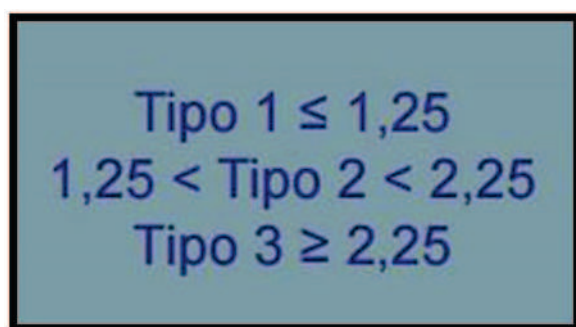


Figura 51 - Classificação do IQ [24].

Após realizado o levantamento das patologias existentes no pavimento bem como as dimensões relevantes, procede-se à sua classificação utilizando o Estradas de Portugal, S.A.- “Catalogo de Degradações de Pavimentos Rodoviarios” Volume 1: Projeto Reabilitação, Março 2008. [20].

Realiza-se o tratamento de dados com a colocação dos elementos na folha de ECXEL (Anexo XIII), que uma vez programada, atribui de forma automática a classificação da via.

Este procedimento é uma mais valia para inventariar as necessidades da rede viária municipal, realizar um acompanhamento próximo do estado do património e ainda prever necessidades de intervenção atempadas de forma a reduzir custos e contemplar esses gastos em cada orçamento municipal.

### 3.5 Concursos - Ajuste direto a várias entidades - Travessia de peões

A acalmia de tráfego aposta e privilegia a compatibilização entre os diferentes modos de deslocação e transporte (motorizados e não-motorizados), promovendo o respeito pelos utentes mais vulneráveis (particularmente os peões e ciclistas) e aumentando a segurança. É caracterizada pela implementação de um conjunto de medidas que impõem aos condutores de veículos a adoção de comportamentos adequados às funções e características dos arruamentos e espaços envolventes. Para que uma tal compatibilização aconteça, torna-se necessário aproximar as velocidades dos veículos motorizados das dos veículos não motorizados [25].

No Município de Castelo Branco, no que diz respeito a infraestruturas rodoviárias surgiu a necessidade de implementar medidas de acalmia de tráfego, na sequência de um acidente entre um veículo ligeiro e um peão do qual resultou uma vítima mortal.

O sinistro ocorreu na Avenida 1º de Maio, que sendo uma via de elevado tráfego e de muita movimentação pedonal, e estando inserida no centro da cidade, verificou-se a precisão de estabelecer medidas que aumentem a segurança dos utilizadores pedonais (ver figura 52) [23].



Figura 52 - Travessia de peões, Avenida 1º de Maio [23].

Na sequência da decisão de intervenção realizaram-se duas propostas distintas visando a segurança dos peões e de modo a evitar constrangimentos de fluidez de tráfego, identificadas como solução 1 e 2.

#### **Solução 1 - ver Anexo XIV**

A solução 1 visa uma intervenção mais profunda e inovadora, com um sistema de sinalização de peões automático e ainda aplicação de marcação rodoviária de forma a permitir aos condutores mais visibilidade, redução da velocidade e condições aderência apropriadas (ver tabela 15).

#### **Proposta de Intervenção**

- Remoção de dois lugares de estacionamento;
- Colocação de gradeamento, para o encaminhamento do peão;
- Aplicação do pavimento antiderrapante;
- Aplicação de marcadores, na delimitação da passadeira;
- Colocação de bandas cromáticas na aproximação ao pavimento antiderrapante;
- Colocação de sinalização no pavimento de redução de velocidade e de aviso;
- **Sistema Safety cross**

No seguimento do desenvolvimento de uma solução inovadora, verificou-se a existência de sistemas automáticos de deteção de peões e sinalização para o condutor e no seguimento da travessia, sistemas safety cross ou passadeira segura, (ver Figura 53).



Figura 53 - Sistema [26]

A “Passadeira Segura” deteta o peão na travessia da passadeira, avisando luminosamente o condutor da presença e passagem de peões, reforçando assim a segurança rodoviária. É uma solução de sinalização composta por um conjunto de 2 sinais H7 com módulos LED e marcadores de pavimento em ambos os lados da passadeira. Após a deteção do peão, os módulos LED dos 2 sinais são ativados em modo flash (comunicação via wireless, sem cablagem na estrada), em sincronismo com a iluminação dos marcadores de pavimento (ver Figura 54) [26].



Figura 54 - Funcionamento do sistema Safety cross [26].

Os módulos LED dos 2 sinais funcionam continuamente em modo flash para aviso dos condutores, estando os marcadores de pavimento desligados (dia), ou a funcionar em modo intermitente (noite).

As vantagens desta solução são [26]:

- Aviso luminoso ao condutor da presença e passagem de peões
- Mais segurança rodoviária
- Mais segurança dos peões

- Acalmia de tráfego
  - Tecnologia LED
  - Baixo consumo
  - Alta visibilidade
  - Alimentação fotovoltaica
- Resistência e estabilidade otimizadas FÁCIL instalação e sem manutenção

Tabela 15 - Mapa de quantidades, Solução 1.

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADE
01	Sinalização semafórica		
01 01	Semáforo LED 3/200 suspenso	un.	2,00
01 02	Semáforo LED 3/200 com Countdown	un.	2,00
01 03	Semáforo LED 3/100	un.	2,00
01 04	Semáforo LED Peão dinâmico com Countdown	un.	2,00
01 05	Botoneiras antivandalismo	un.	2,00
01 06	Avisador sonoro para invisuais	un.	2,00
01 07	Báculo simples	un.	2,00
01 08	Comando regulador com caixa de comando	un.	1,00
01 09	Caixas de visita	un.	3,00
01 10	Electrodos de terra	un.	1,00
01 11	Sistema de sincronização entre sistemas semafóricos via rádio	un.	1,00
01 12	Instalação e fixação de luminárias nos báculos com suporte e cablagem	un.	1,00
02	Construção civil		
02 01	Fornecimento e execução de caixa de visita com 0,5x0,5m e tampa em FFD D400. Reposição de pavimentos contíguos	un.	2,00
02 02	Fornecimento e execução de base de báculo com dimensões 1,00x1,00x1,00m em betão. Assentamento de armaduras de fixação de semáforos	un.	2,00
02 03	Fornecimento e assentamento de base de caixa de comando com 0,6x0,3m. Reposição de pavimentos contíguos	un.	1,00
02 04	Fornecimento e assentamento de base de coluna em betão. Assentamento de armaduras de fixação de coluna. Reposição de pavimentos contíguos.	un.	2,00
02 05	Fornecimento e execução de vala tipo P11, reposição de pavimentos e colocação de tubagem.	ml	13,00
02 06	Fornecimento e execução de vala tipo R12, reposição de pavimentos e colocação de tubagem.	ml	15,00

## Solução 2 - ver Anexo XV

Uma outra solução que surgiu de forma a ultrapassar o constrangimento rodoviário verificado, passa pela aplicação de um sistema semafórico acionável na localização da travessia de peões (ver Tabela 16).

## Proposta

- Aplicação de sistema semafórico para viaturas e indicação para peões;
- Colocação de gradeamento de direcionamento de peões;
- Aplicação de Sistema countdown (sistema de escala regressiva de tempo) para viaturas.

Tabela 16 - Mapa de quantidades, solução 2.

Intervenção	quantidades	
1. Remoção de pavimento		
Levantamento do pavimento existente em calçada de cubo de granito (10/11cm), para nivelamento do pavimento. Inclui demolição de 2 lugares de estacionamento e área de implantação da passadeira complementar à travessia de peões e área de passeio de acesso à passadeira principal	16,3	m2
3. Abertura e fecho de valas e rasgos		
3.1 Abertura e fecho de vala em cubo para ligação de passadeira a quadro elétrico	20	m
3.2 Abertura e fecho de rasgos, no pavimento rodoviário, para passagem de cabos	15	m
4. Sinalização semafórica		
Passagem de peões semaforizada a 230V com pedido de peão e controle de velocidade.	1	vg
5. Passadeira em calçada		
Fornecimento e colocação de cubos de granito (reutilização dos cubos removidos no ponto 1.1) e calcário branco, 1ª qualidade, (10/11cm), na passadeira de peões, incluindo todos os materiais e trabalhos necessários, de acordo com as peças desenhadas	16,3	m2
6. Renovação da pintura da passadeira aplicada em pavimento semi-rígido		
Com 0,5m de largura da barra, incluindo barra de paragem	24	m2
7. Corrimão 100€/1,10m		
Conforme foto anexa	21,5	m

A solução foi a adotada pois foi a melhor acolhida por parte da equipa técnica

## 4. Conclusões

Um estágio é uma mais valia para um ciclo de estudos uma vez que possibilita colocar à prova toda a aprendizagem e consolidar conhecimentos através da perspetiva prática, bem como realizar uma integração e ambiente laboral e poder partilhar os conhecimentos teóricos adquiridos no ciclo de estudos recorrente.

Considera-se o estágio em questão uma mais valia para a estagiária, uma vez que lhe permitiu contactar com diversas metodologias e aplicar conhecimentos de

diferentes conteúdos integrantes do ciclo de estudos em causa. Integrando a divisão responsável por todo o património e instalações municipais permitiu o contacto com projetos ligados à hidráulica, reabilitação de edifícios, infraestruturas rodoviárias, patologias em edifícios entre outras.

A possibilidade de verificar a aplicação de conceitos teóricos em questões de obra prática revelou-se muito enriquecedor bem como o acompanhamento de obra e acompanhamento de fiscalizações.

Uma instituição como uma Câmara Municipal, tem todo um conjunto de procedimentos administrativos bem como modelos bem definidos de apresentação de projetos, abertura de concursos, bem como os despachos associados a determinadas situações de forma a que impere a objetividade e uniformidade. Tal facto traduz com clareza a qualidade do trabalho desenvolvido.

## 5. Referências bibliográficas

- [1] Lunardelli, E. P.; Mutti, N.C.; Goulart, G. V. S. – UFSC – “Análise do nível de conhecimento e conscientização ambiental de futuros profissionais”.
- [2] Portal do cidadão – [www.portaldocidadao.pt](http://www.portaldocidadao.pt), Município de Castelo Branco, 07/03/2017 (10:22).
- [3] Decreto – Lei n.º 46/94, de 22 de Fevereiro.
- [4] Alves, S- - FEIS Departamento de Engenharia Elétrica – “Hidrologia e Lei das Águas”, 2008.

- [5] Lencastre, A. e F.M. Franco (1984). Lições de Hidrologia, Universidade Nova de Lisboa
- [6] Martins, F. – ESTGV – “Dimensionamento Hidrológico”.
- [7] Pinheiro, N. A. – IST – Departamento de Engenharia Civil – “Descarregadores de cheia em canal de encosta”, 2007.
- [8] Manual de Projeto para a Acessibilidade nas Escola – Edição Parque Escolar E.P.E., LPDM-CRS, CPD.
- [8] Quaresma, C. – Patologia dos edifícios, Apresentação PowerPoint do Instituto politécnico de Castelo Branco, 20 Junho 2014.
- [9] Decreto-Lei n.º 243/86, de 20 de Agosto.
- [10] Maria, D. C. (2006), Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.
- [11] NP EN 1990, 2009 NP EN 1990, (2009). Bases para o projecto de estruturas. Bruxelas: Comité Europeu de Normalização.
- [12] NP EN 1991-1-1, 2009 EN 1991, (2009). Eurocode 1: Acções em estruturas. Parte 1-1: Acções gerais Peso volúmicos, pesos próprios, sobrecargas em edifícios; Bruxelas: Comité Europeu de Normalização.
- [13] NP EN 1991-1-4, 2009 EN 1991, (2009). Eurocode 1: Acções em estruturas Parte 1-4:Acções gerais Acções do vento; Bruxelas: Comité Europeu de Normalização.
- [14] NP EN 1991-1-3, 2009 EN 1991, (2009). Eurocode 1: Acções em estruturas Parte 1-3:Acções gerais Acções da neve; Bruxelas: Comité Europeu de Normalização.
- [15] Santos, J.; Fortes, S. A. - Fissuração nas argamassas de revestimentos em fachadas, Tese curso de Engenharia Civil na UNIBAN, 2010.
- [16] Borges, A.B.S. – Reabilitação de edifícios, “As patologias mais frequentes e técnicas de reabilitação de edifícios”, 2014.
- [17] Traçado Regulador, “Inspeção em Edifícios”, 2010.
- [18] Campos, A.; Costa, C.; Jacinto, E.; Gregório, T. –“Determinação do Índice de Qualidade de uma Via de Comunicação”, Mestrado em Construção Sustentável, Sustentabilidade em Vias de Comunicação, 2014.
- [19] Alves, F. S. T. – IST – “Metodologias de auscultação de pavimentos rodoviários”, 2007.
- [20] Estradas de Portugal, S.A.- “Catalogo de Degradações de Pavimentos Rodoviaros” Volume 1: Projeto Reabilitação, Março 2008.
- [21] <http://www.coberfer.pt/produtos>, 05/012/2016 (22:50).
- [22] LNEC - NRAU – “Método de Avaliação do Estado de Conservação de Imóveis – Instruções de aplicação”, 2007

[23] <https://www.google.pt/maps>, 13/01/2017 (15:12).

[24] Gardete, D. – ESTCB – Sustentabilidade em vias de Comunicação – Conservação e reabilitação de pavimentos – Observação de pavimentos”.

[25] Instituto de Infra-Estruturas Rodoviárias IP – “Medidas de Acalmia de Trafego”

[26] <http://www.soltrafego.pt>, 27/07/2016 (12:25).

## **6. Anexos**

### **6.1 Anexo I - Projeto Açude de Almaceda**

## **6.2 Anexo II - Projeto do Pontão de Sarzedas**

### **6.3 Anexo III - Projeto Praia Fluvial do Pomar**

## **6.4 Anexo IV - Projeto de Acessibilidades da Escola de S. Tiago**

## **6.5 Anexo V - Projeto do Centro Artístico Albicastrense**

## **6.6 Anexo VI - Projeto do Lagar de Calvos**

## **6.7 Anexo VII - Projeto Casa do Castelo**

## **6.8 Anexo VIII - Identificação do imóvel**

## **6.9 Anexo IX - Auto de Vistoria Habitação Social**

## **6.10 Anexo X - Auto de Vistoria**

## **6.11 Anexo XI - Resposta a Auto de Vistoria**

## **6.12 Anexo XII - Auto de Vistoria - São Vicente da Beira**

## **6.13 Anexo XIII - Folha de Cálculo - Inspeção de pavimentos**

## **6.14 Anexo XIV - Acalmia de trafego - solução 1**

## **6.15 Anexo XV - Acalmia de tráfego - solução 2**