



**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**

**Área Departamental de Engenharia Civil**



(Fonte: Google)

## **Relatório de Estágio - Elaboração de Projectos de Especialidades**

**FILIPA FERREIRA CLARA**  
(Licenciada em Engenharia Civil)

Relatório de Estágio para obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil na Área de  
Especialização de Edificações

Orientadores:

Licenciado Manuel Augusto Gamboa  
Licenciado Casimiro João Chagas Clara

Júri:

Presidente: Doutor Miguel Pedro Raposeiro da Silva  
Vogais: Doutora Maria Idália da Silva Gomes  
Licenciado Manuel Augusto Gamboa

**Março de 2017**



## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer a todos que ao longo da minha vida académica e agora na vida profissional me transmitiram conhecimentos e ajudaram a evoluir.

Ao meu orientador, Engenheiro Manuel Augusto Gamboa por toda a sua disponibilidade e orientação que me foi facultada para que este relatório pudesse ser desenvolvido.

Ao Engenheiro Casimiro João Chagas Clara por me ter aceiteado como estagiária e por todos os ensinamentos que me foi dando no decorrer do estágio. O sucesso deste estágio só foi conseguido também com a ajuda dos restantes colegas de gabinete, foram estes que também sempre se demonstraram prontos a ajudar e a esclarecer qualquer dúvida que existisse.

Aos meus pais que sempre me apoiaram e incentivaram a conseguir alcançar os meus objectivos em todos os momentos da minha vida.

Às amigas Catarina Santos e Margarida Henriques por todo o apoio e companheirismo e amizade ao longo de todo o percurso académico e também durante a elaboração do presente relatório.



## **RESUMO**

O sector da construção civil é um sector crucial à sociedade e ao desenvolvimento das nações. Este sector dá resposta às necessidades das pessoas, quer ao nível das edificações, estruturas, sistemas hidráulicos, vias de comunicação e transportes, etc.

A engenharia civil tem-se desenvolvido ao longo dos tempos à medida das necessidades que vão surgindo com o avanço e complexidade das construções.

O Projecto é uma peça fundamental para a construção de qualquer estrutura pois é nele que constam todas as directrizes para uma correcta construção e um futuro bom nível de serviço do edificado.

O presente relatório tem como objectivo demonstrar os procedimentos da concretização dos projectos de especialidades da engenharia civil. Iremos focar-nos essencialmente na fase do projecto base onde são demonstradas as diversas metodologias de cálculo e dimensionamento utilizadas assim como as peças escritas e desenhadas.

Apresentam-se dois casos distintos de projecto, uma situação de legalização de alterações em moradia e uma construção nova. No caso estudo da legalização são ainda aconselhados os ensaios de inspecção e diagnóstico a realizar para cada situação. É ainda feita uma breve análise comparativa entre estes dois casos de estudo.

Não só, mas também, far-se-á uma breve abordagem a outros trabalhos inerentes à profissão do engenheiro civil como seja o projecto de demolição, a ocupação de via pública, a ficha de segurança contra incêndio e a autorização de utilização.

**Palavras-chave:** Projecto; especialidades; dimensionamento; rede de abastecimento, rede de drenagem, gás, térmico, acústico.



## **ABSTRACT**

Civil engineering is crucial to society and to the development of nations. It responds to people's needs regarding buildings, structures, water supply and sanitation,, communications, and transportation among others..

Civil engineering has developed over time to respond to the increasing complexity of construction and growing needs of populations..

Each Project requires the specification of all guidelines and design details to ensure accurate construction and the delivery of quality building services.

With this report, we demonstrate the procedures that underlie the implementation of building services projects. We focus on the execution phase, which includes several calculation and sizing methods, as well as drawings and written specifications.

We present two different case studies of a Project: one that includes alterations in a single-family house, and a new construction. In the first case study, we give advice on the inspection and diagnostic tests that should be performed to meet formal building and construction regulations. We also undertake a comparative analysis of the two case studies.

References are also made to other activities that civil engineers can execute, including demolition projects, changes to public roads, fire safety certification and certificates of occupancy.

**Keywords:** Project; building services; sizing; water supply, drainage network, gas, thermal, acoustic.



## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

BA – Betão Armado

CMP – Câmara Municipal de Peniche

EC2 – Eurocódigo 2: Projecto de Estruturas de Betão

IGESPAR – Instituto de Gestão do Património Arquitectónico e Arqueológico

IMI – Imposto municipal sobre imóveis

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

PVC – Policloreto de vinilo

REBAP – Regulamento de estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado

RSA – Regulamento de Segurança e Acções em Estruturas de Edifícios e Pontes



## CONTEÚDO

AGRADECIMENTOS -----	III
RESUMO-----	V
ABSTRACT -----	VII
1 INTRODUÇÃO-----	1
1.1 Enquadramento -----	1
1.2 Organização do Trabalho Final de Mestrado -----	2
1.3 Entidade de acolhimento -----	3
2 ENQUADRAMENTO DOS TRABALHOS-----	5
2.1 Fases do projecto -----	6
2.2 Projectos de especialidades -----	7
2.2.1 Projecto de Estabilidade-----	8
2.2.2 Introdução à Metodologia de Cálculo dos Projectos da Rede de Abastecimento de Gás e da Rede de Abastecimento de Águas -----	11
2.2.3 Projecto da Rede de Abastecimento de Gás -----	22
2.2.4 Projecto da Rede Predial de Abastecimento De Águas -----	24
2.2.5 Projecto da Rede de Drenagem De Águas Residuais Domésticas e Pluviais -----	27
2.2.6 Projecto Acústico -----	47
2.2.7 Projecto de Isolamento Térmico -----	49
3 CASO ESTUDO – CONSTRUÇÃO NOVA -----	51
3.1 Descrição do edificado -----	51
3.2 Localização-----	52
3.3 Parecer técnico-----	52
3.4 Projectos de Especialidades -----	52
3.4.1 Projecto de Estabilidade-----	52
3.4.2 Projecto da Rede de Abastecimento de Gás -----	52
3.4.3 Projecto da Rede de Abastecimento de Águas -----	60
3.4.4 Projecto da Rede de Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Pluviais-----	63
3.4.5 Projecto Acústico -----	67
3.4.6 Projecto de Isolamento Térmico -----	69
4 CASO ESTUDO – LEGALIZAÇÃO DE ALTERAÇÕES EM MORADIA -----	71
4.1 Descrição do edificado -----	71
4.2 Localização-----	73

4.3	Parecer técnico-----	73
4.4	Projectos de Especialidades -----	73
4.4.1	Projecto de Estabilidade-----	74
4.4.2	Projecto da Rede de Abastecimento de Gás -----	79
4.4.3	Projecto da Rede de Abastecimento de Águas -----	79
4.4.4	Projecto da Rede de Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Pluviais-----	84
4.4.5	Projecto Acústico -----	89
4.4.6	Projecto de Isolamento Térmico -----	90
5	ANÁLISE COMPARATIVA DOS CASOS DE ESTUDO-----	93
6	OUTROS TRABALHOS -----	95
6.1	Projecto de Demolição -----	95
6.2	Ocupação de Via Pública -----	96
6.3	Ficha de Segurança Contra Incêndio-----	96
6.4	Autorização de Utilização -----	97
7	CONCLUSÃO-----	99
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	101
	ANEXO I – PARECER TÉCNICO (CONSTRUÇÃO NOVA) -----	106
	ANEXO II – PROJECTO DE GÁS (CONSTRUÇÃO NOVA) -----	107
	ANEXO III – PROJECTO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS (CONSTRUÇÃO NOVA)-----	108
	ANEXO IV – PROJECTO DA REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS (CONSTRUÇÃO NOVA)-----	109
	ANEXO V – PROJECTO ACÚSTICO (CONSTRUÇÃO NOVA) -----	110
	ANEXO VI – PARECER TÉCNICO (LEGALIZAÇÃO)-----	111
	ANEXO VII – PROJECTO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS (LEGALIZAÇÃO) -----	112
	ANEXO VIII – PROJECTO DA REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS (LEGALIZAÇÃO)-----	113
	ANEXO IX – PROJECTO ACÚSTICO (LEGALIZAÇÃO)-----	114
	ANEXO X – PROJECTO DE DEMOLIÇÃO -----	115
	ANEXO XI – OCUPAÇÃO DE VIA PÚBLICA-----	116
	ANEXO XII – FICHA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO-----	117

## ÍNDICE DE ÁBACOS

Ábaco 2.1 – Caudais de cálculo em função dos caudais acumulados para um nível médio de conforto .....	18
Ábaco 2.2 – Distâncias máximas entre o sifão e a secção ventilada para escoamento a secção cheia .....	33
Ábaco 2.3 – Dimensionamento dos ramais de descarga.....	35
Ábaco 2.4 – Dimensionamento dos ramais de descarga.....	35
Ábaco 2.5 – Determinação do diâmetro dos tubos de queda .....	38
Ábaco 2.6 – Determinação do diâmetro das colunas de ventilação secundária .....	39



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Simbologia da rede de gás .....	23
Figura 2.2 – Simbologia das canalizações e acessórios.....	26
Figura 2.3 – Elementos constituintes de uma rede de abastecimento de águas .....	27
Figura 2.4 – Simbologia das canalizações e acessórios.....	29
Figura 2.5 – Caudais de cálculo em função dos caudais acumulados .....	31
Figura 2.6 – Elementos constituintes de um sistema de drenagem predial .....	42
Figura 2.7 – Edifício com pontos singulares susceptíveis a infiltrações .....	43
Figura 2.8 – Regiões pluviométricas .....	45
Figura 2.9 – Ilustração esquemática de uma fachada de um edifício .....	48
Figura 3.1 – Planta do Piso .....	51
Figura 4.1 – Planta do Rés-do-chão .....	71
Figura 4.2 – Planta do 1º Andar .....	72
Figura 4.3 – Planta do Sótão .....	72
Figura 4.4 – Sala de estar - localização de viga e pilar .....	74
Figura 4.5 – Arrecadação - localização do pilar, viga e laje de cobertura.....	74
Figura 4.6 – Fachada Principal .....	75
Figura 4.7 – Ensaio de Carotes de betão .....	76
Figura 4.8 – Pistola de Windsor.....	77
Figura 4.9 – Esclerómetro de Schmidt .....	78
Figura 4.10 – Pacómetro.....	78
Figura 4.11 – Ensaio de Ultra-sons .....	79
Figura 4.12 – Localização do contador e do esquentador.....	80
Figura 4.13 – Identificação de sistema de aquecimento em pavimentos .....	91
Figura 4.14 – Identificação de pontes térmicas em fachadas de edifícios .....	91
Figura 4.15 – Câmara termográfica.....	92
Figura 4.16 – Huminímetro .....	92



## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Valores do factor de simultaneidade sem e com aquecimento .....	12
Quadro 2.2 – Caudais mínimos nos dispositivos de utilização de água quente ou fria .....	16
Quadro 2.3 – Valores do coeficiente de rugosidade b da expressão de Flamant .....	20
Quadro 2.4 – Caudais de descarga e dos aparelhos e equipamentos sanitários e características geométricas de ramais de descarga a considerar em aparelhos de utilização mais corrente.....	30
Quadro 2.5 – Valores de $K_s$ .....	34
Quadro 2.6 – Dimensionamento dos ramais de descarga .....	35
Quadro 2.7 – Diâmetro dos tubos de queda e taxas de ocupação .....	37
Quadro 2.8 – Dimensionamento dos tubos de queda .....	38
Quadro 2.9 – Dimensionamento das colunas de ventilação .....	40
Quadro 2.10 – Dimensionamento dos colectores prediais.....	41
Quadro 2.11 – Intensidades de precipitação para as diferentes regiões (T = 5 anos; t = 5 min)....	46
Quadro 2.12 – Coeficientes de escoamento.....	46
Quadro 3.1 – Características do Gás Natural.....	53
Quadro 3.2 – Características do gás natural .....	53
Quadro 3.3 – Dimensionamento da rede de abastecimento de gás .....	54
Quadro 3.4 – Distâncias das canalizações embebidas em mm .....	56
Quadro 3.5 – Caudais mínimos nos dispositivos de água quente e fria .....	62
Quadro 3.6 – Cálculo dos caudais de cálculo e diâmetros das tubagens .....	62
Quadro 3.7 – Cálculo de perdas de carga e pressão .....	62
Quadro 3.8 – Determinação dos Caudais Acumulados de Descarga .....	65
Quadro 3.9 – Determinação dos Caudais Acumulados Totais do Edifício.....	65
Quadro 3.10 – Dimensionamento dos Ramais de Descarga Não Individuais.....	66
Quadro 3.11 – Dimensionamento dos Colectores Prediais.....	66
Quadro 3.12 – Dimensionamento do Ramal de Ligação.....	66
Quadro 3.13 – Dimensionamento dos Tubos de Queda .....	66
Quadro 3.14 – Dimensionamento dos Ramais de Descarga .....	66
Quadro 3.15 – Dimensionamento dos Ramais de Descarga .....	67
Quadro 3.16 – Dimensionamento dos Colectores Prediais.....	67
Quadro 3.17 – Dimensionamento do Ramal de Ligação.....	67
Quadro 4.1 – Caudais mínimos nos dispositivos de água quente e fria .....	82
Quadro 4.2 – Cálculo dos caudais de cálculo e diâmetros das tubagens .....	83
Quadro 4.3 – Cálculo de perdas de carga e pressão .....	83
Quadro 4.4 – Determinação dos Caudais Acumulados de Descarga .....	86

Quadro 4.5 – Determinação dos Caudais Acumulados Totais do Edifício.....	86
Quadro 4.6 – Dimensionamento dos Ramais de Descarga Não Individuais.....	87
Quadro 4.7 – Dimensionamento dos Tubos de Queda .....	87
Quadro 4.8 – Dimensionamento dos Colectores Prediais.....	87
Quadro 4.9 – Dimensionamento do Ramal de Ligação .....	87
Quadro 4.10 – Dimensionamento dos Ramais de Descarga .....	88
Quadro 4.11 – Dimensionamento dos Ramais de Descarga .....	88
Quadro 4.12 – Dimensionamento dos Colectores Prediais.....	88
Quadro 4.13 – Dimensionamento do Ramal de Ligação .....	88

## **ÍNDICE DE ORGANOGRAMAS**

Organograma 1 – Projectos de Especialidades .....	8
---	---



# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 ENQUADRAMENTO**

No presente estágio desenvolveram-se projectos das diversas especialidades da engenharia e no decorrer deste houve a necessidade de consultar os regulamentos e legislação inerentes a cada especialidade. Foram ainda consultados outros projectos já existentes de modo a familiarizar-me com os casos a projectar.

Foram elaborados diversos projectos de especialidades de variadas tipologias de edifícios e estruturas. Desde edifícios de moradias unifamiliares, bifamiliares, comércio e/ou serviços, instalações de apoio à prática desportiva, entre outros. Numa fase inicial do estágio era mais recorrente fazerem-se legalizações, alterações e ampliações do edificado existente, contudo, com o decorrer do estágio foram surgindo também situações de construções novas.

Foram realizados apenas projectos para a rede de distribuição interna das edificações e não foi concretizado nenhum projecto de rede de infra-estruturas gerais de abastecimento.

Genericamente, os projectos realizados neste estágio foram os seguintes:

- Projectos Acústicos;
- Projectos da Rede de Abastecimento de Gás;
- Projectos da Rede de Abastecimento de Águas;
- Projectos das Redes de Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Pluviais.

Foram ainda realizados outros trabalhos inerentes à função do engenheiro civil no âmbito dos serviços prestados no gabinete onde decorreu o estágio, como por exemplo: projectos de demolição, fichas de segurança contra incêndios, autorização de utilização, ocupação de via pública, etc.

Os programas utilizados na elaboração dos trabalhos executados foram os seguintes: Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel e AutoCad 2009.

As metodologias de cálculo utilizadas são as que se praticavam no gabinete aquando da chegada da estagiária e uma vez que se enquadravam com as metodologias aprendidas no decorrer da vida académica foram as utilizadas também para a realização deste trabalho.

Este trabalho foca-se essencialmente na vertente de gabinete, realização de projectos de especialidades e outros trabalhos inerentes à profissão do engenheiro civil.

O objectivo deste trabalho consiste na realização de projectos de especialidades e de outros trabalhos como projectos de demolição, ocupação de via pública, fichas de segurança contra incêndios e autorizações de utilização. Os projectos de especialidades realizados inserem-se na fase do Projecto Base. Serão propostos ensaios de inspecção de diagnóstico na situação do projecto de legalização apresentando-se assim as possíveis soluções para se conhecer melhor as características do imóvel em estudo.

## **1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO FINAL DE MESTRADO**

O presente Trabalho Final de Mestrado é composto por agradecimentos, resumo, abstract, 7 capítulos e referências bibliográficas.

O capítulo 1 refere-se à introdução do trabalho onde é apresentado o enquadramento do trabalho final, os seus objectivos, a forma como se encontra organizado e outras informações acerca da entidade de acolhimento.

No capítulo 2 faz-se um enquadramento dos trabalhos, onde é feita uma breve descrição acerca das diversas fases de um projecto e são apresentados os diferentes tipos de projectos de especialidades que existem. É ainda demonstrado como são elaborados os diferentes projectos de especialidades e a metodologia de cálculo utilizada para o seu dimensionamento.

O capítulo 3 faz referência ao caso estudo de uma construção nova, nomeadamente à descrição do edificado, à sua localização, ao parecer técnico e aos projectos de especialidades específicos do presente caso. É ainda demonstrado como se concretizam os projectos de especialidades numa situação de uma construção nova.

O capítulo 4 apresenta o caso estudo da legalização de alterações em moradia, nomeadamente à descrição do edificado, à sua localização, ao parecer técnico e aos projectos de especialidades específicos do presente caso.

No capítulo 5 apresenta-se uma breve análise comparativa dos casos de estudo abordados nos dois capítulos anteriores.

O capítulo 6 engloba outros trabalhos realizados no decorrer do estágio, mais concretamente, o projecto de demolição, ocupação de via pública, ficha de segurança contra incêndio e autorização de utilização.

O capítulo 7 apresenta as principais conclusões que se podem tirar de todo este trabalho.

### **1.3 ENTIDADE DE ACOLHIMENTO**

A empresa Larguia Engenharia Lda. é sediada na Atouguia da Baleia, Peniche, e é nessa zona geográfica que os trabalhos serão desenvolvidos. O desenvolvimento dos trabalhos realizados está dependente dos trabalhos existente durante o período do estágio.

O estágio teve a duração de 4 meses e teve início no dia 2 de Março de 2015, decorrendo até dia 3 de Julho de 2015.



## 2 ENQUADRAMENTO DOS TRABALHOS

Neste contexto interessa avaliar e descrever o que se entende por projecto, nomeadamente Projecto de Execução uma vez que o presente estágio foi baseado nessa fase de projecto.

Segundo a Lei 31/2009 de 3 de Julho, a definição de Projecto é “o conjunto coordenado de documentos escritos e desenhados, integrando o projecto ordenador e demais projectos, que definem e caracterizam a concepção funcional, estética e construtiva de uma obra, bem como a sua inequívoca interpretação por parte das entidades intervenientes na sua execução”.

Além da definição de Projecto é importante conhecermos também outras definições de modo a que melhor se entenda qual a função de cada um dos intervenientes em situações de obra e projecto. O Decreto-lei n.º 31/2009 de 3 de Julho apresenta-nos as seguintes definições:

- Assistência Técnica são “os serviços a prestar pelo autor de projecto ao dono da obra, ou seu representante, sem prejuízo do cumprimento de outras obrigações legais ou contratuais que lhe incumbam, que visam, designadamente, o esclarecimento de dúvidas de interpretação de informações e esclarecimentos a concorrentes e empreiteiro, exclusivamente através do dono da obra, e ainda o apoio ao dono da obra na apreciação e comparação de soluções, documentos técnicos e propostas”.
- Autor do Projecto é “o técnico ou técnicos que elaboram e subscrevem, com autonomia, o Projecto de Arquitectura, cada um dos projectos de engenharia ou o projecto de paisagismo, os quais integram o projecto, subscrevendo as declarações e os termos de responsabilidade respectivos”.
- Coordenador de projecto é “o autor de um dos projectos ou o técnico que integra a equipa de projecto com a qualificação profissional exigida a um dos autores, a quem compete garantir a adequada articulação da equipa de projecto em função das características da obra, assegurando a participação dos técnicos autores, a compatibilidade entre os diversos projectos e as condições necessárias para o cumprimento das disposições legais e regulamentares aplicáveis a cada especialidade e a respeitar por cada autor de projecto”.
- Dono da obra é “a entidade por conta de quem a obra é realizada, o dono da obra pública tal como este é definido no Código dos Contractos Públicos, o concessionário relativamente a obra executada com base em contrato de concessão de obra pública, bem como qualquer pessoa ou entidade que contrate a elaboração de projecto”.

Um revisor do projecto é a pessoa singular ou colectiva que possui a qualificação para a elaboração desse um projecto, contudo, distinta do autor do projecto.

O primeiro passo para a concretização de um Projecto é o Programa preliminar que consiste num conjunto de informações recolhidas pelo Dono de Obra e cedidas ao Autor do Projecto com a definição dos objectivos da obra e suas características gerais tais como: dados relativos à localização do empreendimento, elementos topográficos, cartográficos, geotécnicos e condicionalismos (construções existentes, redes de infra-estruturas locais, cobertura vegetal, etc). Devem ainda ser transmitidos os dados básicos relativos às exigências de comportamento, funcionamento, exploração e conservação da obra. Uma informação também relevante será a estimativa de custos e os prazos de execução. O Programa preliminar é um elemento fundamental para que a obra venha a ser construída com o sucesso pretendido e para isso é importante que nessa fase se discutam e encontrem as melhores soluções construtivas. As consequências de uma má decisão ou de uma escolha errada nesta fase preliminar poderão acarretar sérios problemas ao devido desempenho da construção.

Existem três regimes administrativos aquando da realização de um projecto, o licenciamento, a comunicação prévia ou a autorização de utilização.

## **2.1 FASES DO PROJECTO**

Um Projecto é desenvolvido por diversas fases tal como está previsto na Portaria N.º 701-H/2008:

- Programa Base;
- Estudo Prévio;
- Anteprojecto;
- Projecto de execução e Assistência técnica.

Algumas destas fases poderão ser dispensadas por especificação do Caderno de Encargos ou sempre que haja um acordo entre o Dono da Obra e o Projectista.

O Programa Base baseia-se num documento elaborado pelo Autor do Projecto, respeitando as imposições definidas no Programa Preliminar. Neste, deve constar o esquema da obra, a programação das diversas operações a realizar, o dimensionamento das diversas partes

constitutivas da obra e ainda os condicionalismos principais relativos à ocupação do terreno. Devem existir também peças escritas e desenhadas, assim como outros elementos informativos relevantes para o esclarecimento do presente programa.

Na fase do Estudo Prévio são desenvolvidas as soluções aprovadas no Programa Base, compreendendo a elaboração de peças escritas, desenhadas e demais elementos informativos necessários.

O Ante Projecto ou Projecto Base desenvolve a solução escolhida no Estudo Prévio, o qual é constituído por peças escritas, desenhadas e outros elementos informativos que apresentem uma correcta definição e dimensionamento da obra, assim como, o esclarecimento do modo de execução. É esta a fase que é submetida, sob a forma de projecto de licenciamento ou de comunicação prévia, às autoridades municipais ou outras, dependendo do enquadramento onde a obra está inserida, com a finalidade de obter-se o licenciamento ou a comunicação da obra.

Na fase do Projecto de Execução desenvolve-se o Projecto Base aprovado, sendo constituído por um conjunto de peças escritas e desenhadas de modo a serem integralmente compreendidas pelos responsáveis pela construção do empreendimento. Prevê-se que nesta fase o Projectista elabore um plano de observação de modo a assegurar as condições de segurança na obra.

O Projectista tem a obrigação de garantir o acompanhamento e assistência técnica necessária no decorrer da obra a fim de garantir a boa execução dos trabalhos realizados assim como o cumprimento do projecto executado.

## **2.2 PROJECTOS DE ESPECIALIDADES**

Após a aprovação do Projecto de Arquitectura pelas entidades competentes como sejam as câmaras municipais e/ou outras entidades externas (ex: Instituto de Gestão do Património Arquitectónico e Arqueológico, Segurança Social, Infra-Estruturas de Portugal, etc), procede-se à realização dos diversos Projectos de Especialidades em resposta ao Parecer Técnico emitido pelas respectivas entidades.

Na elaboração das Especialidades deve-se ter em atenção todos os pormenores construtivos definidos no projecto de arquitectura assim como também deve existir uma compatibilização

entre os diferentes projectos de especialidades de modo a não existirem erros nem falhas no decorrer da obra nem no futuro estado de serviço do edifício. Todos os projectos são constituídos por uma memória descritiva e justificativa que inclui o cálculo e dimensionamento, um termo de responsabilidade e um conjunto de peças desenhadas.

Os Projectos de Especialidades que, geralmente, são pedidos nos pareceres técnicos encontram-se descritos no Organograma 1.



Organograma 1 – Projectos de Especialidades

### 2.2.1 PROJECTO DE ESTABILIDADE

Coordenando o projecto de arquitectura com a equipa de projecto, o projecto de estabilidade consiste na criação de uma solução estrutural que garanta a segurança das estruturas em relação ao fim a que se destinam e que cumpra com as acções regulamentares. Concebe-se um projecto de estabilidade de uma estrutura recorrendo ao cálculo de pormenorização dos elementos estruturais (sapatas, pilares, vigas, escadas e lajes) e ao seu dimensionamento. Nos dias de hoje, em Portugal, o mais comum são as estruturas em betão armado sendo que existem também outras alternativas como por exemplo as estruturas metálicas, de madeira e parede resistente de alvenaria.

Na concretização dos projectos de estabilidade devem ser adoptados critérios de verificação de segurança aos Estados Limites Últimos e em Serviço preconizados na regulamentação portuguesa e europeia de estruturas, nomeadamente:

- RSA – Regulamento de Segurança e Acções em Estruturas de Edifícios e Pontes;
- REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado;
- EC2 – Eurocódigo 2: Projecto de Estruturas de Betão.

Os edifícios de betão armado pertencem aos edifícios modernos (desde 1960), com o aparecimento deste material de excelência deu-se a revolução ao nível da construção civil. Este material veio proporcionar a construção de estruturas de grande resistência e dimensão. O betão armado concede uma enorme resistência e durabilidade às estruturas, contudo, é fundamental que exista uma manutenção regular de modo a prolongar a sua eficácia continua. Quando essa manutenção é inexistente podem surgir diversas anomalias provenientes de diferentes causas.

A deterioração do betão armado provem de diversos factores como os erros e deficiências, deformações impostas e acções agressivas. Os erros e deficiências podem dever-se ao projecto, à execução, à exploração ou à manutenção dos elementos de betão. Ao nível das deformações impostas temos a retracção e a temperatura. As acções agressivas poderão ser de âmbito químico, físico ou biológico.

Para melhor se conhecer o comportamento e o estado das construções é fundamental recorrermos a meios de avaliação usando técnicas e meios auxiliares de inspecção e diagnóstico, podendo estes ser realizados através de métodos destrutivos, não destrutivos ou semi-destrutivos. Os métodos destrutivos implicam a danificação parcial do elemento e temos como exemplo deste tipo de método os ensaios de carotes, de arrancamento e de penetração. Este método destrutivo é usado sempre como último recurso pois preferencialmente pretende-se não danificar as estruturas ou danificar o menos possível. Relativamente aos ensaios não destrutivos, estes são métodos que não têm uma acção invasiva ou destrutiva e daí podemos obter resultados qualitativos para caracterizarmos o comportamento da superfície em estudo, assim como a sua composição. Os ensaios semi-destrutivos geram pequenas perturbações na superfície a observar, provocando uma ligeira e pequena destruição ao elemento, contudo por vezes é essencial recorrer a este tipo de ensaios para se conseguir obter valores mais exactos de observação e avaliação.

O diagnóstico e inspecção de estruturas têm como objectivo a verificação das teorias de comportamento, a detecção de eventuais anomalias estruturais, a obtenção dos estados de referência e a quantificação de acções (sobrecargas, ventos, sismos, etc). O diagnóstico avalia a importância e a extensão dos problemas existentes e determina as suas causas, caracterizando o estado de conservação e segurança das estruturas. Para a realização de inspecções e diagnóstico de estruturas recorre-se a equipamentos específicos para cada situação a analisar, de acordo com a funcionalidade e eficácia de cada um complementando também com a inspecção visual.

São vários os tipos de equipamentos que existem no mercado e que nos permitem efectuar a inspecção das edificações existentes realizando ensaios. Estes equipamentos podem ser de cariz mecânico, térmico, acústico ou de cordas vibrantes, de indução, eléctrico de resistência, óptico, fibras ópticas ou GPS.

As diversas técnicas de ensaio são usadas para quantificar a extensão dos danos e assim poder-se determinar qual o melhor e mais adequado método de reparação.

Ao fazer-se inspecções de diagnóstico a um edifício deve verificar-se a existência ou não de patologias e caso existam deve proceder-se de imediato à sua reparação.

O betão, este material de altíssima resistência deve ser fabricado e aplicado de modo a respeitar, integralmente, os regulamentos, por forma a responder adequadamente às solicitações. O correcto dimensionamento das estruturas é essencial para evitar fenómenos indesejáveis futuros. Aquando da betonagem de qualquer elemento estrutural de betão armado, deve proceder-se correctamente à sua vibração para que o betão fique o mais homogeneizado possível no interior da cofragem.

As anomalias que podemos encontrar com maior frequência nas estruturas de betão armado são as seguintes: ataques químicos, acidentes, corrosão, deformações excessivas, delaminação do betão por oxidação das armaduras, desagregação do betão, eflorescências, erosão, fissuração/fendilhação do betão e infiltrações.

## 2.2.2 INTRODUÇÃO À METODOLOGIA DE CÁLCULO DOS PROJECTOS DA REDE DE ABASTECIMENTO DE GÁS E DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS

Tanto o gás como a água são elementos fluidos e por isso apresentam um comportamento semelhante. Estes elementos apresentam factores determinantes a considerar para um correcto dimensionamento da rede, sendo eles: a perda de carga continua, a pressão e a velocidade do escoamento. Estas variantes são fulcrais para um correcto abastecimento da rede de gás e de água e por isso têm de ser consideradas no cálculo das respectivas redes. O objectivo deste cálculo prende-se com o alcance do diâmetro da tubagem das redes cumprindo com os regulamentos e normas em vigor.

Para o correcto dimensionamento da rede de distribuição de gás e de abastecimento de água é fundamental que exista um conhecimento técnico-regulamentar conjugado com uma adequada metodologia de cálculo. De seguida serão apresentadas as metodologias de ambas as redes.

### METODOLOGIA DE CÁLCULO DA REDE DE GÁS

O dimensionamento da instalação da rede de gás é realizado, sempre, para o abastecimento a gás natural.

Começa-se por saber qual o caudal de consumo de cada aparelho de combustão (fogão, esquentador, etc) e sabe-se ainda que o caudal máximo instantâneo, nos fogos, será calculado considerando-se 100% de simultaneidade.

O consumo unitário de um aparelho é determinado através da seguinte expressão (2.1):

$$Q = \frac{P_{\text{aparelho}}}{PCI} \times 860,22 (1) \times 1,055(2) \quad (2.1)$$

$$(1) \frac{1 \text{ KJ}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ Kcal}}{4,185 \text{ KJ}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 860,22$$

$$(2) \frac{288 \text{ K}}{273 \text{ K}} = 1,055 \rightarrow \text{Passagem das condições normais para as condições standard}$$

Em que:

Q - Caudal (m<sup>3</sup>(st)/h);

$P_{\text{aparelho}}$  – Potência do aparelho (kW (KJ/s));

PCI - Constante (9054 kcal/m<sup>3</sup>).

O consumo de um fogo resulta da soma dos consumos dos dois aparelhos mais potentes e semi-soma dos restantes como podemos verificar pela seguinte expressão (2.2):

$$Q_{\text{fogo}} = Q_1 + Q_2 + \frac{\sum Q_i}{2} \quad (2.2)$$

Obtém-se o consumo de um troço de alimentação a vários fogos mediante a seguinte expressão (2.3):

$$Q_{\text{troço}} = N \times S \times Q_{\text{fogo}} \quad (2.3)$$

“N” é o número de fogos e “S” é o factor de simultaneidade que é obtido através do Quadro 2.1:

**Quadro 2.1 – Valores do factor de simultaneidade sem e com aquecimento (Fonte: ITG)**

N	S	S
	S/Aquec.	C/Aquec.
1	1,00	1,00
2	0,60	0,70
3	0,45	0,60
4-5	0,40	0,55
6	0,35	0,50
7	0,32	0,48
8	0,30	0,45
9	0,27	0,45
10-14	0,25	0,45
15	0,24	0,43
16	0,23	0,43
17	0,22	0,42
18	0,21	0,41
19-39	0,20	0,40
40	0,199	0,40

De seguida, recorrendo-se do esboço feito *à priori* medem-se os comprimentos da rede de distribuição entre os diferentes pontos de mudanças de trajectória de modo a obter-se o comprimento total de cada troço. Posteriormente, calcula-se a compensação das perdas de

carga singulares através do acréscimo de 20% ao comprimento real da tubagem que é obtida através da seguinte expressão (2.4):

$$L_{eq} = 1.20 \times L \quad (2.4)$$

Em que:

$L_{eq}$  – Comprimento do troço acrescentado de 20% para compensação das perdas de carga localizadas (m);

$L$  - Comprimento do troço (m).

No cálculo em regime de baixa pressão, a pressão a montante da instalação toma o valor de 20 mbar. Para situações de regime em média pressão, a pressão a montante toma o valor de 100 mbar.

As perdas de pressão são obtidas através das fórmulas de Renouard para o regime de média pressão pela expressão (2.5) quando  $\frac{Q}{D} < 150$  e para o regime de baixa pressão através da expressão (2.6).

$$(Média pressão) \quad P_b = \sqrt{P_a^2 - \frac{48,6 \times L_{eq} \times d_c \times Q^{1.82}}{D^{4.82}}} \quad (2.5)$$

$$(Baixa pressão) \quad P_b = P_a - \frac{23200 \times L_{eq} \times d_c \times Q^{1.82}}{D^{4.82}} \quad (2.6)$$

Em que:

$d_c$  - Densidade corrigida do gás (0,62);

$D$  - Diâmetro interior da tubagem (mm);

$L_{eq}$  – Comprimento do troço acrescentado de 20% para compensação das perdas de carga localizadas (m);

$P_a$  - Pressão inicial (mbar);

$P_b$  - Pressão final (mbar);

$P_a^2$  - Pressão inicial (bar);

$Q$  - Caudal do troço ( $m^3(st)/h$ ).

A perda de pressão estática que resulta da variação de pressão devido à altura é obtida através da seguinte expressão (2.7):

$$\Delta Ph = 0.1293 \times (1 - dr) \times h \quad (2.7)$$

Em que:

$\Delta Ph$  – Perda de carga (mbar);

$dr$  - Densidade relativa do gás (0,65);

$h$  – Diferença de cota medida na vertical (m);

A perda de pressão total no troço é calculada através da seguinte expressão (2.8):

$$P_{b \text{ corrigido}} = P_b + \Delta Ph \quad (2.8)$$

Em que:

$\Delta Ph$  – Perda de carga (mbar);

$P_b$  - Pressão final (mbar);

$P_{b \text{ corrigido}}$  - Pressão final (mbar).

A perda de carga máxima admissível desde o contador até ao aparelho de queima mais desfavorável é de 1.50 mbar para o regime de baixa pressão e de 30mbar para o regime de média pressão. A expressão (2.9) indica-nos a fórmula de cálculo a utilizar para o cálculo da perda de carga acumulada:

$$\Delta P_{acum} = P_a - P_{b \text{ corrigido}} \quad (2.9)$$

Em que:

$\Delta P_{acum}$  – Perda de carga (mbar);

$P_a$  - Pressão inicial (mbar);

$P_{b \text{ corrigido}}$  - Pressão final (mbar).

A velocidade máxima admissível de escoamento do gás nas tubagens é de 10 m/s em regime de baixa pressão e de 15 m/s em regime de média pressão, calculando-se de acordo com a seguinte expressão (2.10):

$$V = \frac{354 \times Q \times P_0}{(D^2 \times P_m)} \quad (2.10)$$

Em que:

D - Diâmetro interior da tubagem (mm);

$P_0$  - Pressão atmosférica (bar) (1,01325);

$P_m$  - Pressão média no troço em (bar);

Q - Caudal do troço ( $m^3(st)/h$ );

V - Velocidade do gás no troço (m/s) (st).

### METODOLOGIA DE CÁLCULO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Na concepção de um projecto da rede de abastecimento de águas começa-se por identificar a localização do contador e das fontes de aquecimento de água (esquentador, cilindro, painéis solares, etc) e de seguida desenha-se um esboço da rede de abastecimento e procede-se ao cálculo e dimensionamento de toda a rede de modo a obter-se os diâmetros das tubagens.

No dimensionamento da rede de abastecimento de água são considerados caudais mínimos ou instantâneos para cada aparelho de consumo tal como está previsto no regulamento. No Quadro 2.2 estão indicados os valores dos caudais mínimos indicados no regulamento.

**Quadro 2.2 - Caudais mínimos nos dispositivos de utilização de água quente ou fria (Fonte – [N.10])**

Dispositivo de utilização	Sigla	Caudais mínimos (l/s)
Lavatório individual	Lv	0,10
Lavatório colectivo (por bica)	Lvi	0,05
Bidé	Bd	0,10
Banheira	Ba	0,25
Chuveiro individual	Ch	0,15
Pia de despejos com torneira de $\phi$	Pd	0,15
Autoclismo de bacia de retrete	Br	0,10
Urinol com torneira individual	Mi	0,15
Pia lava-louça	Ll	0,20
Bebedouro	Bdo	0,10
Máquina de lavar loiça	Ml	0,15
Máquina de lavar roupa	Mr	0,20
Tanque de lavar roupa	Tq	0,20
Bacia de retrete com fluxómetro	Brf	1,50
Urinol com fluxómetro	Mif	0,50
Boca de rega ou lavagem de $\phi$ 15mm	Re	0,30
Boca de rega ou lavagem de $\phi$ 20mm	Re	0,45
Máquinas industriais e outros aparelhos	Em conformidade com as indicações do fabricante	

### CAUDAL DE CÁLCULO

Dada a reduzida probabilidade em que numa edificação todos os dispositivos sanitários entrem em funcionamento em simultâneo (salvo raras excepções), o dimensionamento desta rede de abastecimento não se faz para o respectivo caudal acumulado mas sim para um caudal de cálculo, designado por  $Q_C$ , que advém da multiplicação do caudal acumulado afectado de

um factor de redução designado por coeficiente de simultaneidade ( $X$ ). O valor do caudal de cálculo é obtido a partir da expressão (2.11):

$$Q_c = X \times Q_a \quad (2.11)$$

Em que:

$Q_c$  – Caudal de cálculo;

$X$  – Coeficiente de simultaneidade;

$Q_a$  – Caudal acumulado.

Por sua vez, o caudal acumulado ( $Q_a$ ) resultada do somatório dos caudais instantâneos de todos os aparelhos servidos a jusante da secção. Porém, se o caudal de cálculo for inferior a 3.5 l/s o seu valor de cálculo é então estimado através da expressão (2.12):

$$Q_c = 0.5469 \times Q_a^{0.51} \quad (2.12)$$

O coeficiente de simultaneidade de uma dada secção resulta da relação entre o somatório dos caudais instantâneo de todos os aparelhos servidos por essa secção e o somatório dos caudais instantâneos daqueles que se consideram em funcionamento simultâneo. Este coeficiente pode ser obtido por via analítica ou gráfica mediante dados estatísticos.

Existem três métodos distintos para se obter o coeficiente de simultaneidade, o método do cálculo das probabilidades, o método do coeficiente de simultaneidade e o método preconizado pelo regulamento português.

Optou-se por recorrer ao método do coeficiente de simultaneidade e método preconizado pelo regulamento português devido à simplicidade de cálculo e pelo facto destes métodos se enquadrarem adequadamente com a situação de dimensionamento de edifícios de habitação, escritórios, lares, edifícios públicos, etc. Recorrendo ao método do coeficiente de simultaneidade, o coeficiente de simultaneidade é obtido através do número de dispositivos de utilização em funcionamento simultâneo e este cálculo é realizado com base no número total de dispositivos ( $N$ ) a alimentar. A expressão a usar para este cálculo é a seguinte (2.13):

$$X = \frac{1}{\sqrt{N - 1}} \quad (2.13)$$

Onde:

$X$  – Coeficiente de simultaneidade;

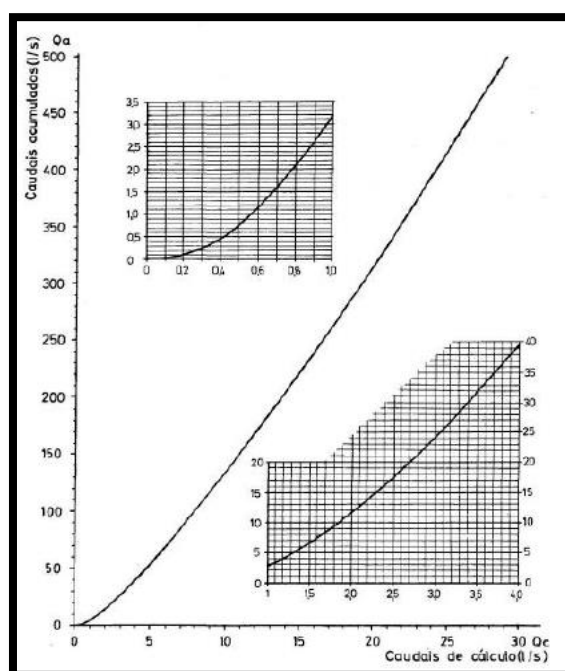
N – Número de dispositivos a considerar.

A expressão (2.13) só é válida nas situações em que o número de dispositivos a considerar seja superior a dois, caso contrário o coeficiente de simultaneidade a considerar deverá ser igual à unidade.

Este método de cálculo não é de todo infalível pois ao determinar-se os caudais de cálculo recorrendo-se a este método pode incorrer-se a imprecisões uma vez que o cálculo do coeficiente de simultaneidade utiliza apenas o número de dispositivos de utilização desprezando outros factores como por exemplo os caudais instantâneos.

O método preconizado pelo regulamento português apresenta uma curva que tendo em conta os coeficientes de simultaneidade permite-nos obter directamente os caudais de cálculo mediante o caudal acumulado considerando um nível de conforto médio. Para este método, nos casos especiais de utilização simultânea como sejam as escolas, recintos desportivos, casas de espectáculo, entre outros edifícios de utilização colectiva, o coeficiente de simultaneidade que afectará o somatório dos caudais instantâneos dos duches e lavatórios deve ser a unidade. Nas situações de unidades hoteleiras, o coeficiente de simultaneidade deverá ser multiplicado por um factor da ordem dos 1,25, por razões de segurança. Posto isto, o valor do caudal de cálculo pode ser obtido a partir do Ábaco 2.1 que relaciona os caudais de cálculo em função dos caudais acumulados.

Ábaco 2.1-Caudais de cálculo em função dos caudais acumulados para um nível médio de conforto (Fonte-[N.10])



### VELOCIDADE DE ESCOAMENTO

A velocidade de escoamento deverá estar compreendida entre 0,5 e 2,0 m/s devido a motivos de conforto e durabilidade das tubagens. Uma vez que grande parte dos ruídos existentes nas canalizações devem-se ao facto das velocidades serem demasiado elevadas e com isto produzirem-se vibrações indesejadas.

### DIÂMETROS E PERDAS DE CARGA CONTINUAS DAS TUBAGENS

Na determinação dos diâmetros e perdas de carga contínuas nas tubagens de água, recorre-se à Equação da Continuidade (2.14) e à expressão de Flamant (2.15). Uma vez determinado o caudal de cálculo, determina-se o diâmetro da tubagem e a correspondente perda de carga através de uma das seguintes expressões (2.14) e (2.15):

- Expressão da Equação da Continuidade:

$$V = \frac{Q_c}{0,785 \times D^2} \quad (2.14)$$

- Expressão de Flamant:

$$J = 4 \times b \times V^{\frac{7}{4}} \times D^{-\frac{5}{4}} \quad (2.15)$$

Em que:

V – Velocidade de escoamento (m/s);

$Q_c$  – Caudal de cálculo ( $m^3/s$ );

D – Diâmetro interior da tubagem (m);

J – Perda de carga (m/m);

b – Factor caracterizador da rugosidade do material.

O valor do coeficiente de rugosidade (b) é em função do tipo de material da tubagem e deve ser consultado no Quadro 2.3.

**Quadro 2.3 – Valores do coeficiente de rugosidade b da expressão de Flamant (Fonte – [14])**

Material	Valor de b
Ferro preto Ferro galvanizado (FG) Ferro fundido (FF)	0,00023
Cobre Aço inox	0,000152
Policloreto de vinílico (PVC) Polipropileno (PP) Polietileno de alta densidade (PEAD) Polietileno reticulado (PEX)	0,000134

**PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS**

Além das perdas de carga contínuas existem também as perdas de carga localizadas que resultam das singularidades do traçado como sejam válvulas, joelhos, tês, etc, que devem ser também contabilizadas. Em casos correntes e por motivos de segurança é incrementado 20% às perdas de carga de percurso evitando assim a determinação exaustiva aos valores referentes às mesmas. Caso se verifique que a incidência de singularidades é significativa, os valores de perdas de carga localizadas podem ser calculadas através do Método dos Comprimentos Equivalentes que se fundamenta no princípio de que cada singularidade provoca uma perda de carga igual àquela que produziria um determinado comprimento de tubagem com o mesmo diâmetro. As perdas de carga poderão, devido às singularidades, ser determinadas através da seguinte expressão (2.16) em que L corresponde ao comprimento da tubagem de cada troço:

$$L_{eq} = L \times 1,2 \quad (2.16)$$

Assim sendo, as perdas de carga serão então contabilizadas pela expressão (2.17):

$$\Delta H = L_{eq} \times J \quad (2.17)$$

Em que:

$L_{eq}$  – Comprimento do troço acrescentado de 20% para compensação das perdas de carga localizadas (m);

$\Delta H$  – Perda de carga localizada (m);

J – Perda de carga (m/m).

Além do cálculo anteriormente apresentado, as perdas de carga localizadas nos acessórios e nas tubagens de aço galvanizado, de cobre, de PVC rígido e dos contadores encontram-se tabelados e podem ser consultados nas informações técnicas dos fabricantes.

### VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE PRESSÃO

Para que seja possível dimensionar a rede predial de abastecimento de água é necessário que se verifiquem os valores de pressão e caudal da rede pública que abastece junto ao edificado para se saber se a rede abastecedora tem ou não capacidade para satisfazer directa ou indirectamente as necessidades do abastecimento.

Neste sentido é necessário proceder-se a um pré-dimensionamento e avaliação das necessidades globais de pressão e caudal. Essa avaliação é feita no percurso da canalização de abastecimento para o ponto mais desfavorável do edifício.

A estimativa da pressão mínima necessária à entrada do edifício para os consumos domésticos pode ser obtida através da expressão (2.18):

$$P = P_d - Z_n - \Delta H_t \quad (2.18)$$

Onde:

P – Pressão disponível no ponto mais desfavorável (m.c.a.);

$P_d$  – Pressão disponível na rede pública de distribuição à entrada do edifício (m.c.a.);

$Z_n$  – Diferença de cota entre o ponto mais desfavorável e a rede pública de distribuição (m.c.a.);

$\Delta H_t$  – Perdas de carga totais entre a rede pública e o ponto mais desfavorável (m.c.a.);

O Regulamento prevê que as pressões de serviço devem situar-se entre um mínimo de 50 kPa e um máximo de 600 kPa. Contudo, por motivos de conforto e de durabilidade das tubagens é espectável que as pressões variem entre os 150 kPa e 300 kPa.

### **2.2.3 PROJECTO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE GÁS**

O projecto de gás tem por finalidade definir o traçado da rede, o seu dimensionamento, a caracterização e as condições de instalação da rede dos equipamentos de gás.

A memória descritiva e justificativa desta especialidade é constituída pelos seguintes itens:

- Dados do projectista (termo de responsabilidade, fotocópia da licença de projectista e fotocópia do cartão de cidadão);
- Objectivo;
- Local da instalação, requerente e morada;
- Características e tipo de utilização do imóvel;
- Características dos aparelhos de queima;
- Características do Gás a utilizar e suas pressões;
- Cálculos (Pressupostos do dimensionamento, folha de cálculo);
- Descrição da instalação;
- Condições técnicas a cumprir em obra;
- Ramal de ligação e caixa de entrada;
- Montagem dos aparelhos de queima;
- Ventilação e exaustão dos aparelhos de combustão;
- Montagem da instalação;
- Ensaio (ensaio de resistência mecânica e ensaio de estanquidade);
- Especificações técnicas dos materiais;
- Caixa de entrada;
- Tubagens e acessórios;

- Válvulas (válvula de corte geral do imóvel, válvulas de seccionamento ao esquentador e ao fogão);
- Redutores (reductor situado na caixa de entrada);
- Qualidade dos materiais.

Ou seja, de uma forma geral referem-se todos os aspectos determinados e adoptados no projecto de gás nos termos da Portaria N.º 701-H/2008.

As peças desenhadas são compostas pela implantação do terreno, plantas, corte, perspectiva isométrica, caixa de entrada do imóvel, caixa de entrada com contador, caixa de transição PE/Cu (se aplicável), evacuação dos produtos de combustão, pormenores da instalação da tubagem e simbologia.

De modo a possibilitar uma fácil leitura do projecto adoptou-se a simbologia da Figura 2.1 tal como está previsto na NP 4271:1994.

---	Tubagem embebida, encastrada ou enferrada		Coluna sempre ascendente
—	Tubagem à vista		Mudanças de diâmetro das tubagens
	Manga ou forra		Inversor automático
	Contador de gás		Inversor manual
	Manómetro		Fogão
	Garrafa		Caldeira Mural
	Válvula de segurança   Corte rápido		Esquentador
	Válvula electromagnética   NF1		Forno de encastrar
	Válvula de corte em linha   Válvula Terminal		Painel radiante
	Válvula de corte em linha c/ T incluído   Válvula Terminal		Grelhador
	Válvula de esquadria		Fritadeira
	Redutor de pressão com segurança incorporada		Ligação à terra
	Redutor de pressão sem segurança incorporada		Transição PE / Cu
	Filtro		Limitador de pressão
	Válvula de macho esférico		
	Electroválvula normalmente fechada ligada ao sistema de ventilação/extracção		

Figura 2.1 – Simbologia da rede de gás

Os projectos de gás elaborados respeitam o Decreto-Lei n.º 263/89 de 17 de Agosto – “Regulamento sobre a Instalação de Redes de Utilização de Gases Combustíveis”, a Portaria n.º 690/2001 de 10 de Julho com as respectivas alterações sobre a Portaria n.º 386/94 de 16 de Junho – “Regulamento Técnico Relativo ao Projecto, Construção, Exploração e Manutenção de Redes de Distribuição de Gases Combustíveis” e a Portaria n.º 361/98 de 26 de Junho – “Regulamento Técnico Relativo ao Projecto, Construção, Exploração e Manutenção das Instalações de Gás Combustível Canalizado em Edifícios”. Cumpre também o Decreto-Lei n.º 521/99 de 10 de Dezembro – “Instalações de Gás”.

Algumas das anomalias que podemos encontrar com maior frequência nas instalações de gás nem sempre estão relacionadas com a rede em si mas sim com a incorrecta utilização que lhe damos.

A título de exemplo, algumas das anomalias que podemos encontrar nas redes de gás são: a deficiente ventilação nos locais onde estão presentes os aparelhos de combustão, o modo incorrecto na utilização e acondicionamento das garrafas de gás, as fugas na rede, a validade das tubagens e a falta de inspecções periódicas.

Antes de se proceder ao cálculo e dimensionamento da rede faz-se um esboço do percurso da rede e de seguida recorre-se à metodologia de cálculo apresentada anteriormente.

#### **2.2.4 PROJECTO DA REDE PREDIAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS**

O projecto da rede de abastecimento de águas indica-nos qual a distribuição da rede de água que abastece o edificado, os equipamentos de que dispõe assim como demonstra também o seu dimensionamento e respectivos desenhos.

A memória descritiva e justificativa contém as especificações acerca da rede de distribuição de águas (fria e quente), do traçado, da localização do contador, das tubagens e acessórios, dos ensaios e das válvulas de seccionamento. O cálculo e dimensionamento são realizados segundo a metodologia apresentada anteriormente. Os desenhos que acompanham o projecto demonstram a implantação do edificado, a rede do traçado das diversas plantas e corte que constituem a rede.

Na elaboração dos projectos desta especialidade foi respeitado o Decreto-Lei de 23 de Agosto de 1995 – “Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de

Drenagem de Águas Residuais”. Houve também a necessidade de consultar o Regulamento do Serviço de Drenagem de Águas Residuais do Município de Peniche e dos demais municípios para os quais se realizaram projectos.

Os tipos de patologias que surgem com maior frequência neste tipo de redes são as seguintes: os deficientes níveis de pressão e caudal, roturas nas tubagens de distribuição de água, ruídos nas instalações de abastecimento de água, deficiências no fornecimento de água quente, deficiente desempenho dos materiais, acessórios, equipamentos e dispositivos de utilização.

A concepção dos sistemas prediais de abastecimento de água requer uma coordenação eficiente com as demais especialidades, de modo a que as concepções adoptadas sejam as melhores soluções técnicas e economicamente mais vantajosas. Antes de se iniciar a concepção do projecto é necessário fazer-se uma avaliação acerca das condições da localização do edificado verificando assim se existe rede pública no local e se as suas características de pressão e caudal são suficientes para satisfazer as necessidades de projecto e de futuro serviço do edificado. Nem sempre e dependendo do município em causa esta informação (pressão e caudal) pode ser mais ou menos pormenorizada.

Na elaboração desta especialidade, deve-se escolher a melhor localização dos contadores, dos aparelhos sanitários e dos aparelhos de aquecimento de água quente.

Na concepção e dimensionamento das redes prediais de abastecimento de água é necessário recorreremos a uma adequada metodologia de cálculo de modo a proporcionar aos utilizadores um adequado nível de conforto de acordo com as exigências da utilização e do fim a que se destinam.

De modo a possibilitar uma leitura mais acessível ao projecto foi adoptada a seguinte simbologia da Figura 2.2 onde se encontram reproduzidos todos os símbolos e siglas utilizados em projecto e recomendados pelo regulamento [N.10].

—	—	ÁGUAS FRIAS
- . - . - .	—	ÁGUAS QUENTES
- - - - -	—	ÁGUA PARA SERVIÇO DE INCENDIO
▣	—	CONTADOR
⊗	—	TORNEIRA DE SECCIONAMENTO
⊗	—	VÁLVULA DE SEGURANÇA
⊞	—	ESQUENTADOR
⊞	—	TERMOACUMULADOR ELÉCTRICO
F	—	FLUXOMETRO
MLL	—	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
MLR	—	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
††	—	TORNEIRA MISTURADORA
†	—	TORNEIRA SIMPLES
↑	—	TORNEIRA C/ ROSCA
↗	—	TUBO DE DISTRIBUIÇÃO

Figura 2.2 - Simbologia das canalizações e acessórios (Fonte: [N.10])

É também importante que se conheça alguma terminologia acerca da rede de abastecimento de águas para que adiante seja melhor perceptível o sistema de canalizações constituintes desta rede. O ramal de ligação é a canalização entre a rede pública e o limite da propriedade a servir. O ramal de introdução colectivo resulta da canalização compreendida entre o limite da propriedade e os ramais de introdução individual dos utentes, já o ramal de introdução individual é a canalização entre o ramal de introdução colectivo e os contadores individuais dos utentes, ou, entre o limite da propriedade e o contador caso se trate de uma única edificação. Relativamente ao ramal de distribuição, é a canalização entre os contadores individuais e os ramais de alimentação. O ramal de alimentação é a canalização que alimenta os diversos dispositivos de utilização. Por fim, a coluna é o troço de canalização de prumada (situado na vertical) de um ramal de introdução ou de um ramal de distribuição. Para melhor se entender todas estas definições na Figura 2.3 está representado todo o esquema de uma rede de abastecimento de águas.

- 1 – Ramal de ligação
- 2 – Ramal de introdução
- 3 – Ramal de distribuição
- 4 – Coluna
- 5 – Ramal de alimentação

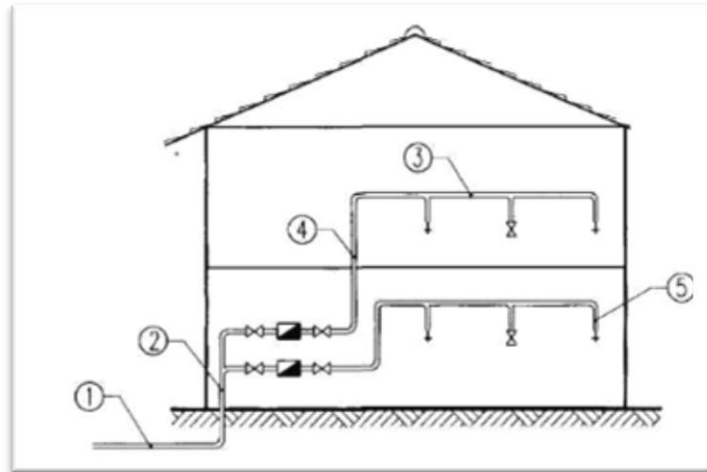


Figura 2.3 – Elementos constituintes de uma rede de abastecimento de águas (Fonte – [14])

### 2.2.5 PROJECTO DA REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS E PLUVIAIS

O sistema de drenagem de águas residuais é constituído por duas redes distintas, a rede de drenagem das águas residuais domésticas e a rede de drenagem das águas residuais pluviais.

O projecto da rede de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais indica-nos o traçado da rede de descarga destas águas assim como o seu dimensionamento.

A memória descritiva e justificativa do projecto contém especificações acerca da rede de drenagem das águas, do traçado, da ligação ao tubo de queda ou ao colector principal, das tubagens e acessórios, da ventilação, dos sifões e dos colectores prediais. O cálculo e dimensionamento são realizados segundo a metodologia apresentada de seguida. Os desenhos que acompanham o projecto demonstram a implantação do edificado, a rede do traçado das diversas plantas, o corte e os respectivos pormenores da rede.

Os projectos desta especialidade foram concebidos respeitando o Decreto-Lei de 23 de Agosto de 1995 – “Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais”. Foi também consultado o Regulamento do Serviço de Drenagem de Águas Residuais do Município de Peniche e dos demais municípios para os quais se realizaram projectos.

As anomalias mais frequentemente presentes nas redes prediais de drenagem de águas residuais domésticas são: odores, ruídos nas instalações de drenagem de águas residuais domésticas, obstruções, roturas nas tubagens de esgotos domésticos, deficiente desempenho dos materiais, depressões e sobrepressões.

Antes de mais, independentemente de existir, ou não, sistema de drenagem público, as redes prediais de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais têm de ser separadas. O sistema de drenagem das águas residuais domésticas visa recolher e encaminhar as águas provenientes das instalações sanitárias e cozinhas (banheira, duchas, lava-loiça, etc) para o colector público, caso exista, ou para uma fossa séptica. A rede de drenagem das águas pluviais recolhe e encaminha as águas provenientes da chuva encaminhando-as para a o colector público ou, na ausência deste, para a valeta, poços absorventes ou áreas de recepção apropriadas.

Na concepção e dimensionamento das redes de drenagem das águas residuais é fundamental proceder-se a um correcto dimensionamento para evitar situações de sobredimensionamento das tubagens em que o caudal seja insuficiente e possa provocar bloqueios ou situações de subdimensionamento para o caudal onde não exista circulação de ar provocando assim o processo de auto-sifonagem.

Primeiramente, antes de dar-se início ao dimensionamento deve-se recolher o máximo de informação possível, como por exemplo, deve-se saber se existe colector público na zona onde o edifício vai ser implementado (e a sua cota de preferência). De seguida, tendo apreciado o projecto de arquitectura procede-se à elaboração do traçado da rede bem como a identificação e localização dos acessórios e aparelhos sanitários. Posto isto, procede-se ao dimensionamento com o intuito de obter-se os diâmetros das tubagens.

De modo a possibilitar uma leitura mais acessível do projecto foi adoptada a seguinte simbologia da Figura 2.4 onde se encontram reproduzidos todos os símbolos e siglas utilizados em projecto e que estão de acordo com o regulamento [N.10].

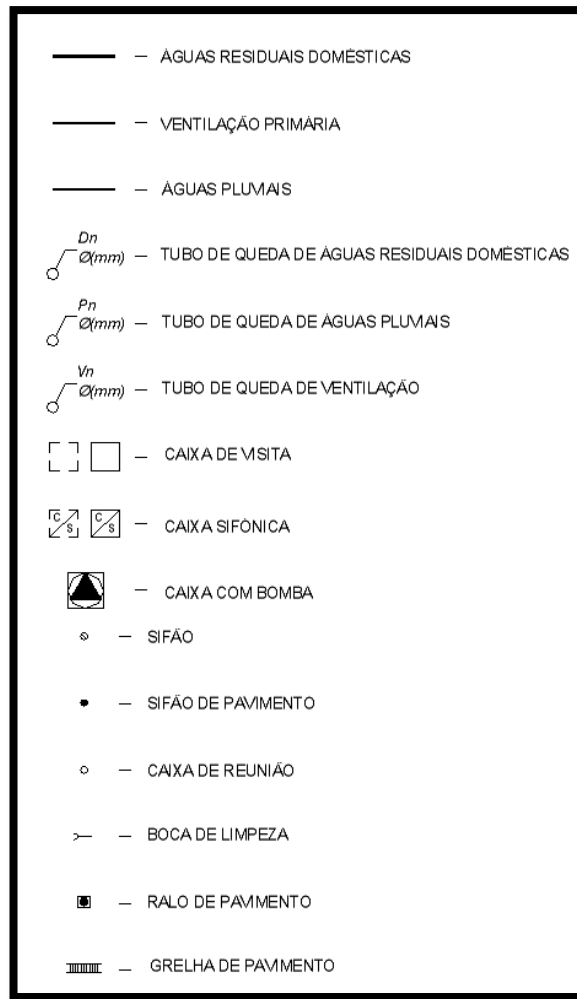


Figura 2.4 – Simbologia das canalizações e acessórios (Fonte – [N.10])

Seguidamente será apresentada a metodologia de cálculo usada na realização dos projectos da rede de drenagem executados.

### METODOLOGIA DE CÁLCULO

Para o correcto dimensionamento da rede de drenagem das águas residuais é essencial que exista um conhecimento técnico-regulamentar conjugado com uma adequada metodologia de cálculo.

## REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

### CAUDAIS DE DESCARGA

Os caudais de descarga são os caudais produzidos pelos aparelhos sanitários instalados na edificação. Para o cálculo do dimensionamento deverão ser considerados valores mínimos recomendados no regulamento, salvo a excepção nos casos em que os fabricantes dos aparelhos sanitários recomendem caudais de valores superiores. Os ramais de descarga devem obedecer a diâmetros mínimos regulamentares. O Quadro 2.4 apresenta os valores mínimos regulamentares a considerar para os caudais e diâmetros dos ramais de descarga individuais dos aparelhos sanitários. Relativamente aos ramais de descarga não individuais, estes não podem ter diâmetros inferiores a qualquer um dos ramais individuais que para ele contribuam.

**Quadro 2.4 – Caudais de descarga e dos aparelhos e equipamentos sanitários e características geométricas de ramais de descarga a considerar em aparelhos de utilização mais corrente (Fonte – [N.10])**

Aparelho	Caudal (l/min)	Diâmetro mínimo do ramal individual (mm)
Bacia de retrete	90	90
Banheira	60	40
Bidé	30	
Chuveiro	30	
Lavatório	30	
Máquina de lavar louça	60	50
Máquina de lavar roupa	60	75
Urinol de espaldar	90	
Urinol suspenso	60	
Lava-louça	30	
Tanque de lavar roupa	60	50

### CAUDAIS DE CÁLCULO

Num qualquer edifício, como referido para a rede de abastecimento, a probabilidade de todos os equipamentos funcionarem em simultâneo é reduzida, neste caso, os caudais que servem de base ao dimensionamento das tubagens não se traduz pelo somatório dos caudais de descarga do conjunto dos aparelhos instalados, mas sim por este mesmo somatório afectado de um coeficiente de simultaneidade, que expressa a probabilidade dessa ocorrência.

Assim, o caudal de cálculo resulta da multiplicação do caudal acumulado (somatório dos caudais instantâneos), por um factor de redução que se designa por coeficiente de simultaneidade ( $C_s$ ) como podemos verificar pela expressão (2.19):

$$Q_c = C_s \times Q_a \quad (2.19)$$

Em que:

$Q_c$  – Caudal de cálculo;

$C_s$  – Coeficiente de simultaneidade;

$Q_a$  – Caudal acumulado (somatório dos caudais de descarga de todos os aparelhos ligados).

Os valores dos caudais de cálculo podem ser calculados directamente a partir dos caudais acumulados ou ainda através da consulta da curva da Figura 2.5.

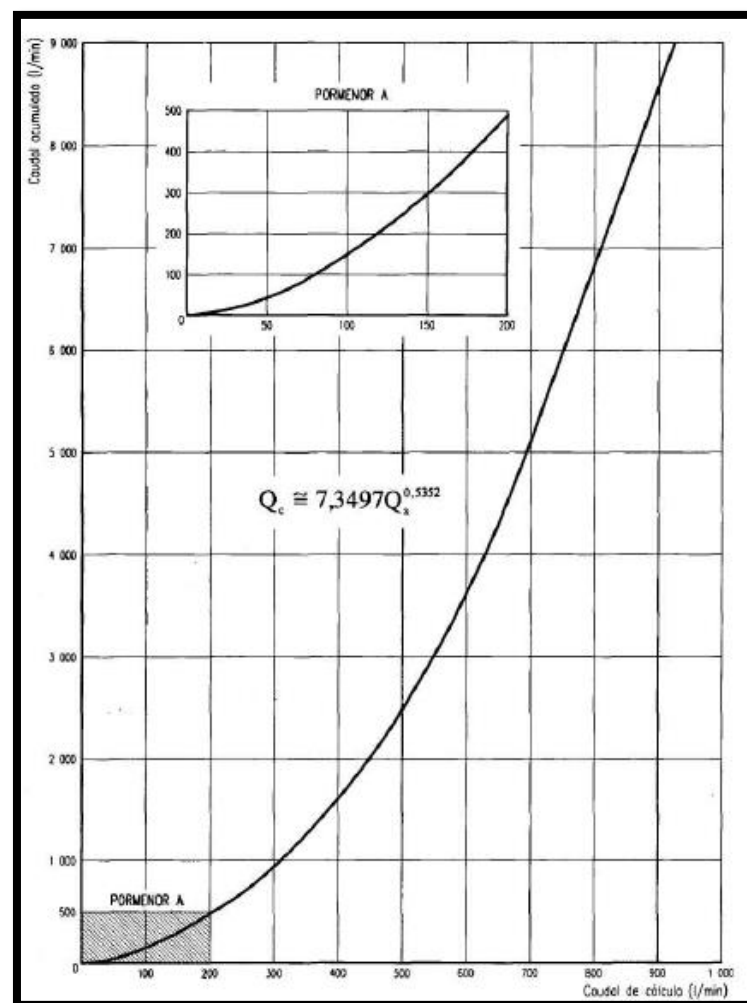


Figura 2.5 – Caudais de cálculo em função dos caudais acumulados (Fonte – [N.10])

### **COEFICIENTES DE SIMULTANEIDADE**

Os coeficientes de simultaneidade podem obter-se por via analítica ou gráfica. A sua determinação pela via analítica é semelhante ao indicado para a rede de abastecimento de águas, e a via gráfica é obtida directamente através dos caudais de cálculo a partir do conhecimento dos caudais acumulados confluentes que resulta do somatório dos caudais de descarga. Em edifícios colectivos como sejam escolas, balneários, recintos desportivos, quartéis, ou outros, em que se pratique a utilização simultânea dos aparelhos instalados, o coeficiente de simultaneidade deverá tomar o valor da unidade.

### **CAPACIDADE DE AUTOLIMPEZA DAS TUBAGENS**

Em casos que as águas a drenar possuam elevados teores de gorduras ou lamas (cozinhas industriais, oficinas, etc), procede-se à verificação da capacidade de autolimpeza das tubagens de fraca pendente, especialmente nos casos em que estejamos perante colectores prediais ou de ramais de ligação. De modo a verificar satisfatoriamente esta condição, a tensão de arrastamento deve ser superior a 2,45 Pa.

Determina-se a tensão de arrastamento através da expressão (2.20):

$$\tau = \gamma \times R \times i \quad (2.20)$$

Em que:

$\tau$  – Tensão de arrastamento (Pa);

$\gamma$  – Peso específico da água residual (N/m<sup>3</sup>);

R – Raio hidráulico (m);

i – Inclinação da tubagem (m/m).

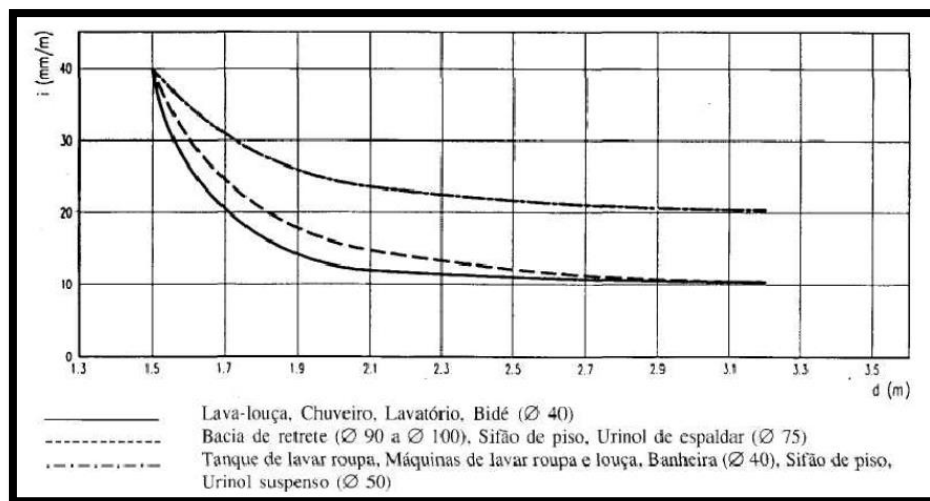
Recomenda-se que as velocidades de escoamento sejam superiores a 0,6 m/s para águas residuais sem gorduras ou com teores destas muito reduzidos e 1,2 m/s para águas residuais com teores de gorduras significativos.

### **RAMAIS DE DESCARGA**

Os ramais de descarga são as canalizações que têm como função o transporte das águas residuais domésticas desde os aparelhos sanitários até ao tubo de queda ou ao colector

predial. Estes, podem ser individuais ou não individuais nos casos em que sirvam mais do que um aparelho. Os ramais individuais poderão ser dimensionados para um escoamento de secção cheia caso estejamos perante um sistema de apenas com ventilação primária desde que a distância entre o sifão e a secção ventilada não ultrapasse o valor máximo admissível obtido pelo Ábaco 2.2 ou, ainda nos casos de sistemas de ventilação secundária completa, caso contrário deverá considerar-se um escoamento de meia secção.

Ábaco 2.2 – Distâncias máximas entre o sifão e a secção ventilada para escoamento a secção cheia (Fonte – [N.10])



Os ramais de descarga não individuais dimensionam-se para escoamentos inferiores ou iguais à meia secção.

A inclinação de ambos os ramais deverá estar compreendida entre os 10 e 40 mm/m.

O diâmetro interior dos ramais de descarga é calculado através da determinação do caudal de cálculo confluyente para o ramal e seguidamente recorre-se a uma das três possibilidades de cálculo do diâmetro do ramal:

1. Através da expressão de Manning-Strickler que pode ser obtida através da expressão (2.21):

$$Q = K_s \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{i} \quad (2.21)$$

Em que:

Q – Caudal de cálculo ( $m^3/s$ );

$K_s$  – Coeficiente de Strickler que traduz a rugosidade da tubagem ( $m^{1/3}/s$ );

A – Secção molhada do escoamento (m<sup>2</sup>);

R – Raio hidráulico do escoamento (m);

i – Inclinação da tubagem (m/m).

Obtém-se o raio hidráulico (R) através do quociente entre a área da secção molhada e o perímetro molhado do escoamento.

Em casos em que o escoamento se dê em tubos circulares em secção cheia e em meia secção, o raio pode obter-se mediante a divisão do diâmetro interior da tubagem por 4 ( $R=D/4$ ), donde virá:

No caso de escoamentos em tubos circulares com secção cheia a seguinte expressão (2.22):

$$D = \left( \frac{Q}{0,312 \times K_s \times \sqrt{i}} \right)^{\frac{3}{8}} \quad (2.22)$$

No caso de escoamentos em tubos circulares a meia secção a seguinte expressão (2.23):

$$D = \left( \frac{Q}{0,156 \times K_s \times \sqrt{i}} \right)^{\frac{3}{8}} \quad (2.23)$$

Seguidamente, no

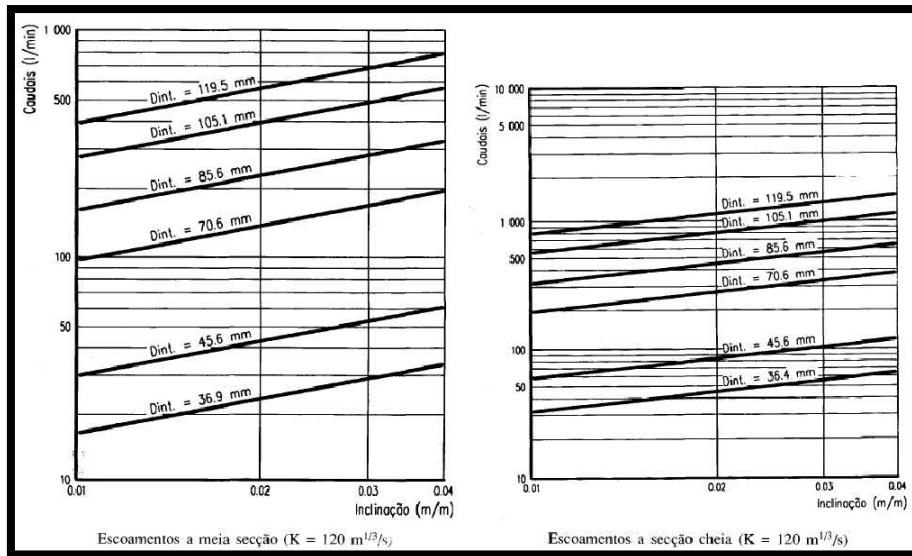
Quadro 2.5, indicam-se alguns valores da constante  $K_s$  de rugosidade que é apresentada em função do tipo de material.

**Quadro 2.5 – Valores de  $K_s$  (Fonte – [14])**

<b>Material constituinte das tubagens</b>	<b><math>K_s</math> (m<sup>1/3</sup>/s)</b>
PVC	120
Cimento liso, chapa metálica sem soldaduras,	90 a 100
Cimento afagado, aço com protecção betuminosa	85
Reboco, grés, ferro fundido novo	80
Betão, ferro fundido com algum uso	75
Ferro fundido usado	70

2. Ou através dos Ábaco 2.3 e Ábaco 2.4

Ábaco 2.3 e Ábaco 2.4 - Dimensionamento dos ramais de descarga (Fonte – [14])



3. Ou mediante o Quadro 2.6:

Quadro 2.6 – Dimensionamento dos ramais de descarga (Fonte – [14])

DN (mm)	Diâmetro interior (mm)	Caudais (l/min)			
		Inclinação			
		1%	2%	3%	4%
40	0,4	16	23	28	33
50	45,6	30	42	52	60
75	70,6	96	135	165	191
90	85,6	160	226	277	319
110	105,1	276	390	478	552
125	119,5	389	550	673	777

### RAMAIS DE VENTILAÇÃO

Os ramais de ventilação são as canalizações que unem um ramal de descarga à coluna de ventilação por forma a assegurar o fecho hídrico.

Sempre que seja necessário existirem ramais de ventilação recomenda-se que o seu diâmetro interior seja igual ou superior a 2/3 do diâmetro dos ramais de descarga que o ventilam.

Os troços horizontais dos ramais de ventilação devem ter uma inclinação ascendente no sentido contrário ao do escoamento do ramal que ventilam e de valor nunca inferior a 20mm/m.

### **TUBOS DE QUEDA**

Os tubos de queda são as canalizações verticais que têm a função de receber as águas residuais provenientes dos diferentes ramais de descarga situados nos pisos superiores e de transportá-las até ao colector predial.

É recomendável que o diâmetro dos tubos de queda seja uniforme ao longo de todo o seu desenvolvimento e nos casos em que não é possível deve proceder-se ao seu desvio mediante curvas de concordância. O desvio não deve ter uma extensão superior a dez vezes o diâmetro do tubo de queda e nos casos em que esse valor é excedido, o troço de fraca pendente deve ser dimensionado como se tratando de um colector predial.

Pretende-se que os tubos de queda sejam prolongados até ao exterior da cobertura do edificado de modo a garantir a ventilação primária do sistema de drenagem.

O diâmetro dos tubos de queda deve ser no mínimo 50mm e nunca inferior ao maior dos diâmetros dos ramais de descarga que para ele confluem.

Estima-se que os tubos de queda sejam dimensionados para uma taxa de ocupação que pode variar entre 1/3 e 1/7. A taxa de ocupação é a relação entre a área da secção ocupada pelo líquido que se escoar e a área total da secção do tubo de queda como podemos ver pela expressão (2.24):

$$t_s = \frac{S_{es}}{S_{es} + S_{ar}} \quad (2.24)$$

Em que:

$t_s$  – Taxa de ocupação;

$S_{es}$  – Secção ocupada pelo caudal do esgoto;

$S_{ar}$  – Secção ocupada pelo caudal do ar.

Em situações em que o sistema a dimensionar possua ventilação secundária, os tubos de queda devem ser dimensionados para uma taxa de ocupação máxima de 1/3. Caso o sistema a

dimensionar não possua ventilação secundária, a taxa de ocupação deve variar entre 1/3 e 1/7 dependendo do diâmetro do tubo de queda de acordo com o

Quadro 2.7 em que os valores resultam da seguinte expressão (2.25):

$$Q \leq 2,5D \quad (2.25)$$

Em que:

Q – Caudal de cálculo (l/min);

D – Diâmetro interior do tubo de queda (mm).

**Quadro 2.7 – Diâmetro dos tubos de queda e taxas de ocupação (Fonte – [14])**

Diâmetro do tubo de queda	Taxa de ocupação ( $t_s$ )
D = 50	1/3
50 < D ≤ 75	1/4
75 < D ≤ 100	1/5
100 < D ≤ 125	1/6
D > 125	1/7

No cálculo do diâmetro interior dos tubos de queda em primeiro determina-se o caudal de cálculo confluyente para o tubo e de seguida calcula-se o diâmetro do tubo recorrendo a uma das três hipóteses:

1. Mediante a expressão (2.26):

$$D = 4,4205 \times Q^{\frac{3}{8}} \times t_s^{-\frac{5}{8}} \quad (2.26)$$

Em que:

D – Diâmetro interior do tubo de queda (mm);

Q – Caudal do cálculo (l/min);

$t_s$  – Taxa de ocupação.

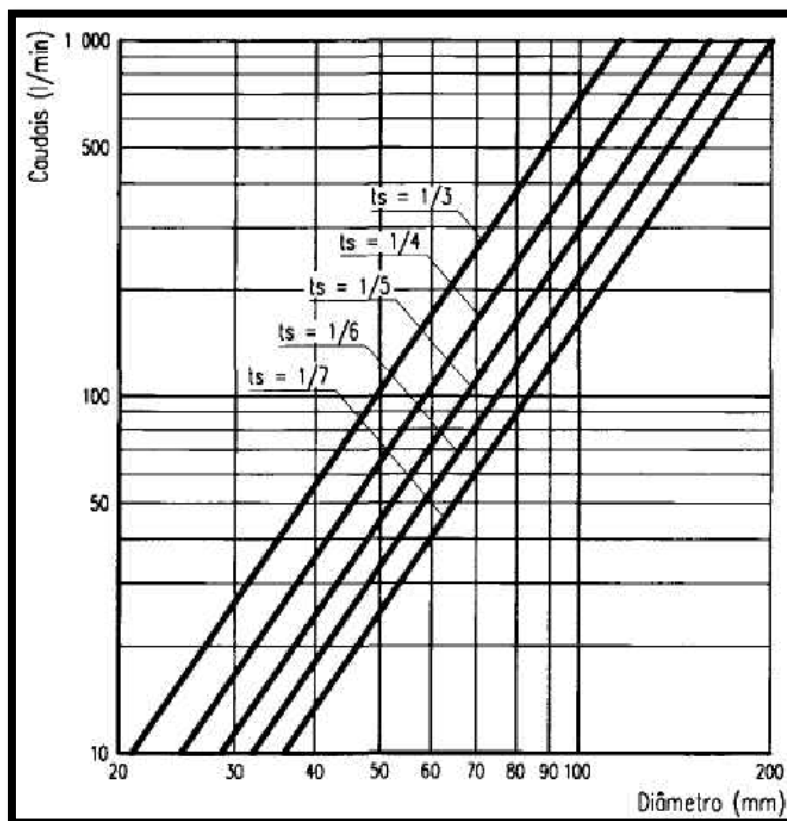
2. Ou através do Quadro 2.8:

Quadro 2.8 – Dimensionamento dos tubos de queda (Fonte – [14])

DN (mm)	Diâmetro interior (mm)	Caudais (l/min)				
		Taxa de ocupação				
		1/3	1/4	1/5	1/6	1/7
50	45,6	81	50	34	25	20
75	70,6	259	160	111	82	63
90	85,6	433	268	185	136	106
110	105,1	749	464	320	236	182
125	119,5	1055	653	450	332	257
140	133,9	1429	885	610	450	348
160	153,0	2039	1262	870	642	497
200	191,4	3704	2293	1581	1167	902
250	239,4	6728	4165	2872	2119	1639

3. Ou através do Ábaco 2.5:

Ábaco 2.5 – Determinação do diâmetro dos tubos de queda (Fonte – [14])



### COLUNAS DE VENTILAÇÃO

As colunas de ventilação são as canalizações verticais à qual ligam os ramais de ventilação destinados a complementar a ventilação dos tubos de queda.

O diâmetro das colunas de ventilação secundária que não deve decrescer no sentido ascendente é obtido em função do diâmetro do tubo de queda respectivo e do comprimento máximo da coluna através do cálculo da expressão (2.24) ou do Ábaco 2.6:

$$D_v = 0,390 \times L_v^{0,187} \times D_q \quad (2.24)$$

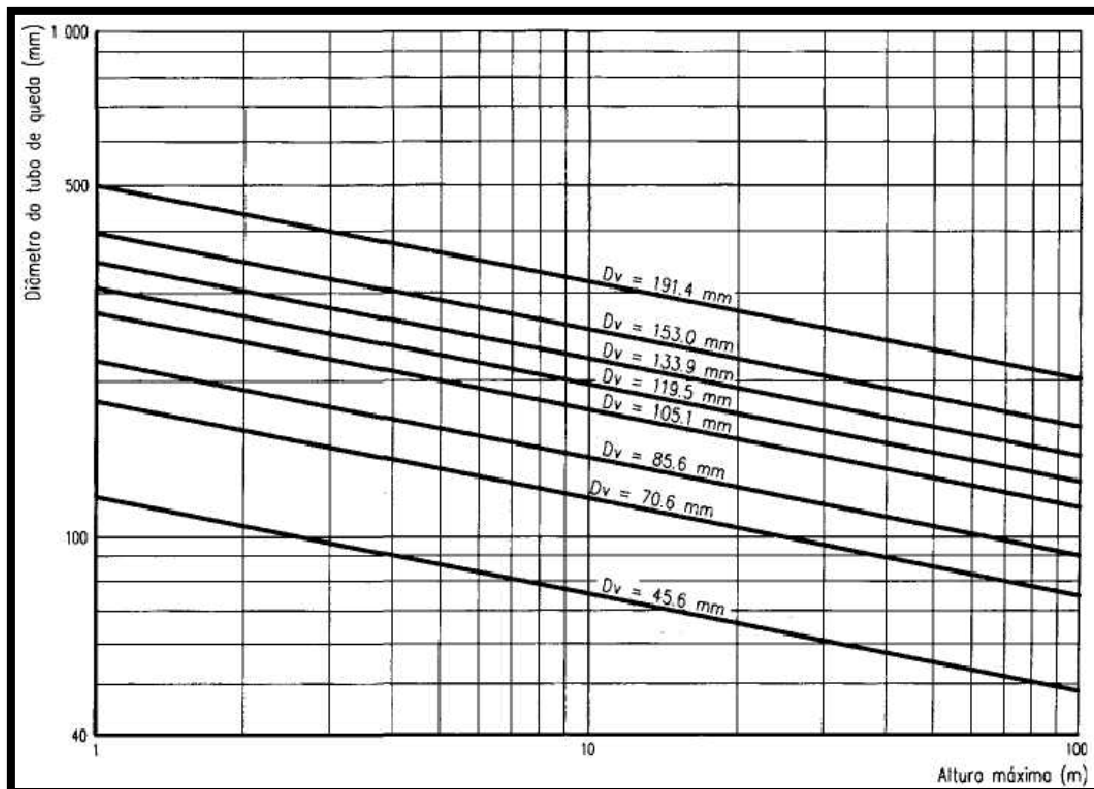
Em que:

$D_v$  – Diâmetro da coluna de ventilação (mm) ;

$L_v$  – Altura da coluna de ventilação (m);

$D_q$  – Diâmetro do tubo de queda (mm).

Ábaco 2.6 – Determinação do diâmetro das colunas de ventilação secundária (Fonte – [14])



No Quadro 2.9 podemos consultar uma relação entre  $D_v$ ,  $L_v$  e  $D_q$ , para alguns valores de diâmetros de tubagem em material de PVC.

**Quadro 2.9 – Dimensionamento das colunas de ventilação (Fonte – [14])**

DN (mm)	Diâmetro interior (mm)	Altura máxima (m)						
		DN do tubo de queda						
		Diâmetro interior do tubo de queda (mm)						
		90	110	125	140	160	200	250
		85,6	105,1	119,5	133,9	153,0	191,4	239,4
50	45,6	5						
75	70,6	55	18	9	5			
90	85,6	154	51	26	14	7		
110	105,1		154	77	42	21	6	
125	119,5			154	84	41	12	
140	133,9				154	75	23	7
160	153,0					154	46	46
200	191,4						154	46

### COLECTORES PREDIAIS

Os colectores prediais são as canalizações destinadas à recolha e transporte das águas residuais provenientes dos tubos de queda, dos ramais de descarga, de outras condutas elevatórias e das caixas de visita para o ramal de ligação ao colector público (caso exista) ou para um outro tubo de queda. Os colectores devem ser dimensionados para a situação de escoamento não superior a meia secção.

Recomenda-se que o traçado dos colectores prediais seja constituído por troços rectos e o seu diâmetro não deve ser inferior ao maior dos diâmetros das canalizações que para ele confluem com um mínimo de 110 mm. A inclinação do colector deve estar compreendida entre os 10 e os 40 mm/m.

Sempre que os colectores prediais estejam enterrados deve-se implementar câmaras de inspecção no início do colector, nas mudanças de direcção, de inclinação, de diâmetro e nas confluências dos ramais. Em situações que tenhamos os colectores prediais à vista ou em locais de fácil acesso, as câmaras de inspecção devem ser substituídas por curvas de transição, reduções, forquilhas ou bocas de limpeza situadas em local adequado e em número suficiente de modo a garantir um serviço de manutenção eficiente.

As câmaras ou bocas de limpeza consecutivas devem, obrigatoriamente, ter entre si uma distância não superior a 15 m.

O cálculo do diâmetro interior dos colectores prediais é obtido através da determinação do caudal de cálculo confluyente para o colector e posteriormente através de uma das seguintes situações:

1. Expressão (2.21) de Manning-Strickler;
2. Ou mediante o Quadro 2.10 apresentado de seguida em função da inclinação do colector.

**Quadro 2.10 – Dimensionamento dos colectores prediais (Fonte – [14])**

DN (mm)	Diâmetro interior (mm)	Caudais (l/min)			
		Inclinação			
		1%	2%	3%	4%
110	105,1	276	390	478	552
125	119,5	389	550	673	777
140	133,9	527	745	912	1053
160	153,0	751	1063	1301	1503
200	191,4	1365	1931	2365	2730
250	239,4	2479	3506	4294	4959
315	301,8	4598	6503	7965	9197

### **RAMAIS DE LIGAÇÃO**

Os ramais de ligação são as canalizações compreendidas entre a câmara de ramal de ligação e o colector de drenagem público.

O diâmetro destes ramais nunca deve ser inferior ao maior dos diâmetros das canalizações que para ele confluem, com um mínimo de 125 mm. Recomenda-se que as inclinações dos ramais de ligação estejam compreendidas entre os 20 e os 40 mm/m e nunca inferiores a 10 mm/m.

O cálculo do diâmetro interior dos ramais de ligação deverá ser calculado do mesmo modo que os colectores prediais referidos anteriormente.

A Figura 2.6 representa, a título de exemplo, os elementos constituintes de um sistema de drenagem predial.

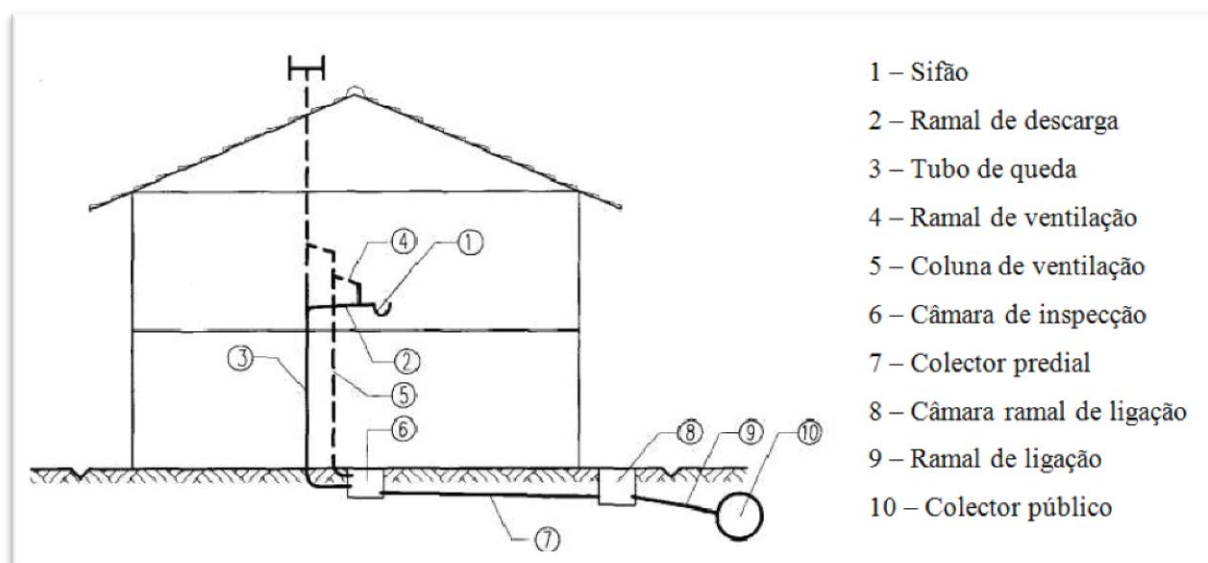


Figura 2.6 – Elementos constituintes de um sistema de drenagem predial (Fonte – [14])

### REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS PLUVIAIS

A rede de drenagem das águas pluviais visa proteger o edificado das águas pluviais e encaminhá-las para os pontos de recolha mais adequados. Esta rede é essencialmente destinada à recolha das águas provenientes das chuvas, da rega de jardins, da lavagem de arruamentos, dos pátios, de piscinas, de depósitos de armazenamento de águas e das águas provenientes de drenagens do subsolo. Os edifícios possuem pontos singulares que carecem de uma atenção especial ao nível da impermeabilização para evitar as infiltrações indesejáveis. As disposições construtivas contribuem, e muito, para o bom desempenho da drenagem das águas pluviais. Alguns dos pontos singulares ao nível da infiltração das águas pluviais são os seguintes: inclinação da cobertura (fraca pendente), zonas de revestimentos descontínuos, zonas de sobreposição dos revestimentos, juntas de contorno das chaminés e demais peças emergentes na cobertura, juntas do revestimento a platibandas, algerozes e tubos de queda.

Na Figura 2.7 podemos ver, esquematicamente, alguns dos pontos singulares mais susceptíveis às infiltrações das águas das chuvas, aos quais deve ter-se uma maior atenção aos seus processos construtivos pois essas zonas são fulcrais para a boa conservação e manutenção dos edifícios.

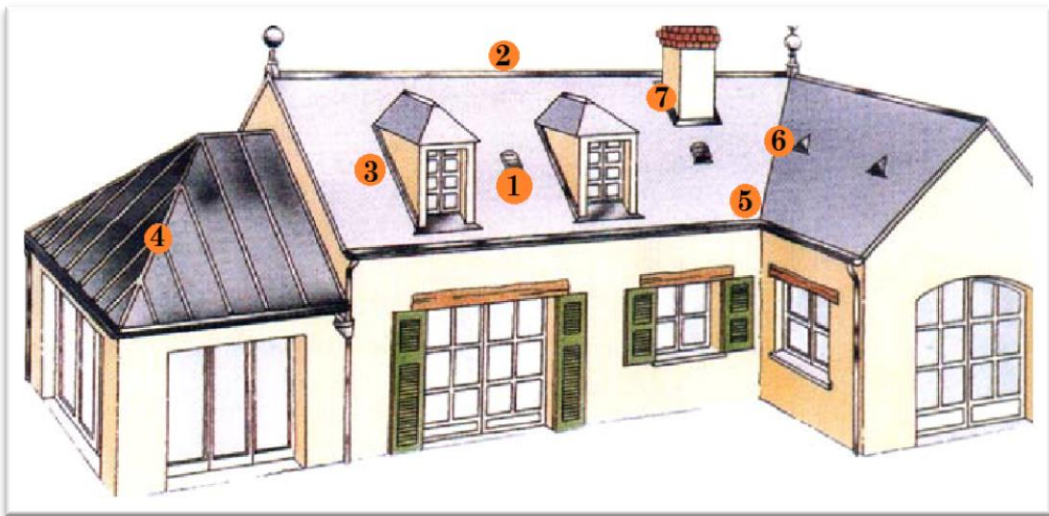


Figura 2.7 – Edifício com pontos singulares susceptíveis a infiltrações (Fonte: Construlink)

Legenda:

1. Ventilação;
2. Cumeeira;
3. Água furtada;
4. Espigão;
5. Telha;
6. Algeroz;
7. Fumeiro.

Tal como na rede de drenagem das águas domésticas, antes de se iniciar o dimensionamento da rede pluvial deve-se proceder à recolha de informação como por exemplo, se existe ou não colector público na zona a dimensionar. Após se conhecer o projecto de arquitectura faz-se um esboço do traçado da rede e da identificação e localização dos elementos constituídos da rede pluvial. De seguida, procede-se ao dimensionamento da rede por forma a obter-se os diâmetros das tubagens.

Seguidamente é apresentada a metodologia de cálculo usada na realização dos projectos realizados.

### **METODOLOGIA DE CÁLCULO**

Para o correcto dimensionamento da rede de drenagem de águas pluviais é fundamental que exista um conhecimento técnico-regulamentar conjugado com uma adequada metodologia de cálculo.

### **CAUDAIS DE CÁLCULO**

Os caudais de cálculo são obtidos através das curvas de intensidade, duração e frequência (I-D-F) que resulta de um tratamento estatístico de registos pluviométricos e são traduzidas através da expressão (2.25):

$$i = a \times t^b \quad (2.25)$$

Em que:

i – Intensidade de precipitação (mm/h);

t – Duração da precipitação (min);

a,b – Constantes dependentes do período de retorno.

As curvas I-D-F dão a conhecer os valores das intensidades máximas médias de precipitação para as diferentes regiões pluviométricas do país, para os diferentes períodos de retorno (T) e diferentes durações de precipitação (t).

Por imposição regulamentar, o cálculo é realizado para um período de retorno mínimo de 5 anos e uma duração máxima de precipitação de 5 minutos.

Na Figura 2.8 podemos consultar os valores dos parâmetros a e b dependendo dos diferentes períodos de retorno e da região pluviométrica do país.

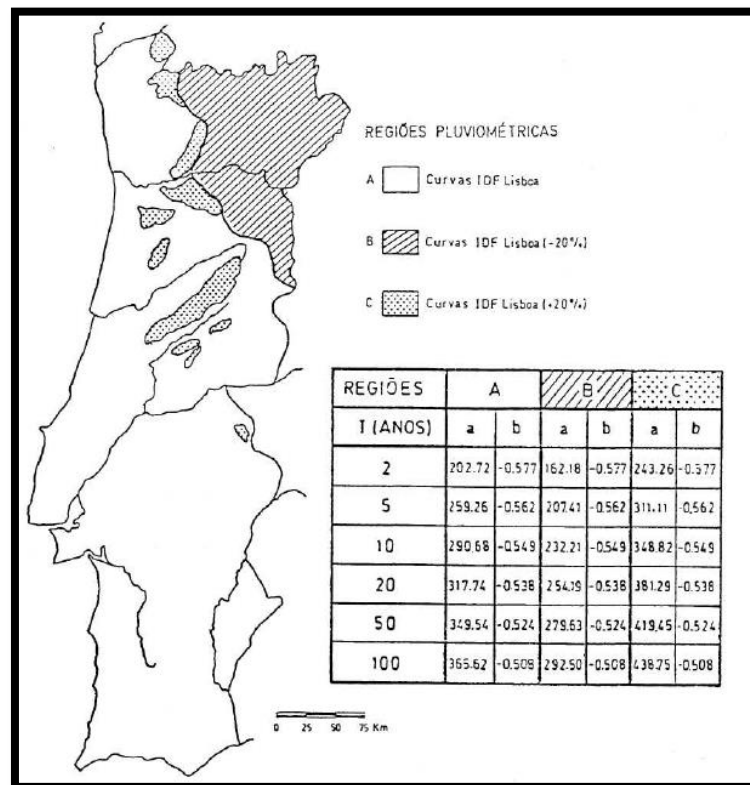


Figura 2.8 – Regiões pluviométricas (Fonte – [N.10])

Região pluviométrica A – inclui as áreas não referidas em B e C

Região pluviométrica B - inclui os concelhos seguintes: Alfândega da Fé, Alijó, Almeida, Armamar, Boticas, Bragança, Carrazeda de Ancieães, Chaves, Figueira de Castelo Rodrigo, Freixo de Espada à Cinta, Macedo de Cavaleiros, Meda, Miranda do Douro, Mirandela, Mogadouro, Montalegre, Murça, Penedono, Pinhel, Ribeira de Pena, Sabroda, Santa Marta de Penaguião, São João da Pesqueira, Sernancelhe, Tabuaço, Torre de Moncorvo, Trancoso, Valpaços, Vila Flor, Vila Pouca de Aguiar, Vila Nova de Foz Côa, Vila Real, Vimioso e Vinhais.

Região pluviométrica C - inclui os concelhos das Regiões autónomas dos Açores e da Madeira e do Continente, os concelhos de Guarda, Manteigas, Moimenta da Beira, Sabugal e Tarouca, e as áreas situadas a altitude superior a 700 metros dos concelhos de Aguiar da Beira, Amarante, Arcos de Valdevez, Arganil, Arouca, Castanheira de Pêra, Castro Daire, Celorico da Beira, Cinfães, Covilhã, Fundão, Góis, Gouveia, Lamego, Marvão, Melgaço, Oleiros, Pampilhosa da Serra, Ponte da Barca, Resende, Seia, S. Pedro do Sul, Terras do Bouro, Tondela, Vale de Cambra, Vila Nova de Paiva e Vouzela.

Os valores da precipitação para as diferentes regiões do país para um período de retorno de 5 anos com a duração de precipitação de 5 minutos encontram-se estabelecidos no Quadro 2.11.

**Quadro 2.11 – Intensidades de precipitação para as diferentes regiões (T = 5 anos; t = 5 min) (Fonte – [14])**

Região	Precipitação (L/min/m <sup>2</sup> )
A	1,75
B	1,40
C	2,10

Após a determinação da intensidade de precipitação, o caudal de cálculo é calculado através da expressão (2.26):

$$Q = C \times i \times A \quad (2.26)$$

Em que:

Q – Caudal de cálculo (l/min);

C – Coeficiente de escoamento;

i – Intensidade de precipitação (l/min/m<sup>2</sup>);

A – Área a drenar em projecção horizontal (m<sup>2</sup>).

O coeficiente de escoamento é definido em função das características do tipo e inclinação do terreno como podemos consultar no Quadro 2.12. Nos casos em que as áreas a drenar sejam coberturas inclinadas ou terraço o valor do coeficiente de escoamento toma o valor unitário.

**Quadro 2.12 – Coeficientes de escoamento (Fonte – [14])**

Tipo de terreno	Coeficientes de escoamento			
	Inclinação do terreno (%)			
	0 a 1	1 a 1,5	1,5 a 8	> 8
Arenoso	0,13	0,22	0,31	0,49
Semiarenoso	0,22	0,31	0,40	0,58
Semicompacto	0,31	0,40	0,49	0,70
Compacto	0,40	0,49	0,58	0,82

### 2.2.6 PROJECTO ACÚSTICO

O ruído ambiente é uma questão cada vez mais presente na vida das pessoas e pretende-se reduzi-lo ou até mesmo eliminá-lo e assim promover o conforto acústico nos edifícios. No mercado têm surgido múltiplas soluções construtivas que pretendem responder à necessidade de reduzir o nível sonoro no interior dos edifícios.

O projecto de verificação acústica demonstra-nos qual o desempenho acústico do edifício baseando-se na caracterização e soluções construtivas da construção.

Na memória descritiva está explícito a tipologia das paredes e dos vãos (portas e janelas) que constituem o edificado assim como a zona onde o edifício se insere (mista ou sensível), é com base nestas informações que se determina o cálculo dos índices de isolamento sonoro.

A definição de zona mista é “a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afectada a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível”. Zona sensível define-se como seja “a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período nocturno” [N.9].

Os projectos de isolamento acústico foram executados respeitando o Decreto-Lei n.º 96/2008 de 9 de Junho – “Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE)” e o Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro – “Regulamento Geral do Ruído”.

As patologias mais recorrentes ao nível do isolamento acústico são as seguintes: transmissão de sons através das paredes tanto do exterior para o interior como entre os pisos adjacentes.

Nas situações em estudo considerou-se o isolamento acústico de elementos compostos uma vez que se trata de fachadas de edifícios compostas por diversos elementos (paredes, janelas e portas). Assim, o isolamento sonoro global está dependente do isolamento e da área de cada um dos elementos que compõem a fachada. Na Figura 2.9 apresenta-se uma ilustração esquemática de uma fachada tipo.

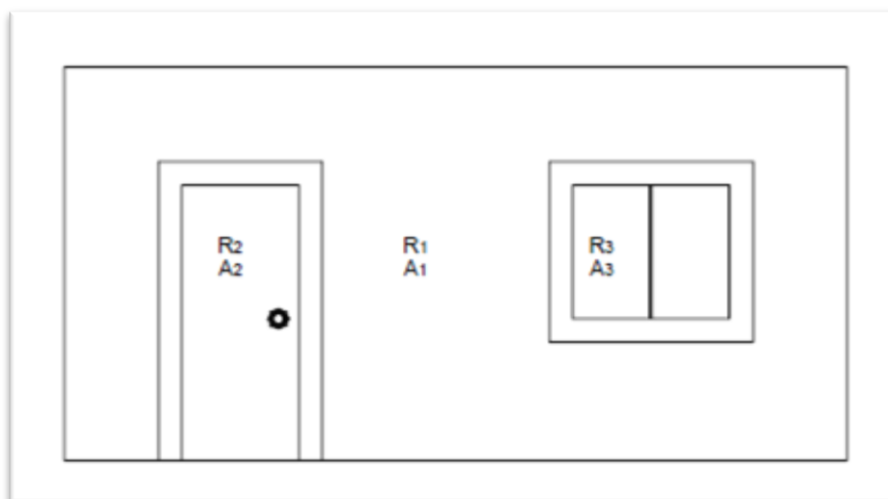


Figura 2.9 – Ilustração esquemática de uma fachada de um edifício (Fonte: [10])

A metodologia de cálculo usada no cálculo acústico é apresentada de seguida.

#### METODOLOGIA DE CÁLCULO

Sempre que existir uma separação composta por  $n$  elementos, sendo que cada um dos elementos possui um determinado índice de isolamento ( $R_{wi}$ ) e uma área ( $S_i$ ), o seu índice de isolamento global de separação  $R_w$  é obtido mediante a expressão (2.27):

$$R_w = 10 \log \left[ \frac{\sum_l^n S_i}{\sum_l^n \left( S_i \times 10^{\left( -\frac{R_{wi}}{10} \right)} \right)} \right] \quad (2.27)$$

Na conversão de  $R_w$  em valores de  $D_{2m,n,w}$ , soma-se à equação (2.27) a parcela  $10 \log \left( \frac{A_0}{S} \right)$  em que  $A_0$  é a área de absorção sonora equivalente de referência (geralmente de  $10 \text{ m}^2$ ) e  $S$  é a área total de separação.

Para edifícios habitacionais, o índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea,  $D_{2m,n,w}$  deve ser superior a 33 dB para zonas mistas ou em zonas sensíveis reguladas.

### **2.2.7 PROJECTO DE ISOLAMENTO TÉRMICO**

Da mesma forma que procuramos o conforto acústico procura-se também o conforto térmico dos utilizadores. São inúmeras as soluções construtivas que existem no mercado que contribuem para o conforto térmico dos edifícios e para que haja um bom desempenho energético é necessário que se encontrem as soluções construtivas mais adequada para cada situação. Um bom isolamento é o factor que mais contribui para a sua eficiência energética e consequente redução de perdas energéticas.

Num projecto de isolamento térmico pretende-se garantir a satisfação das condições de conforto térmico nos edifícios sem necessidade do uso exagerado de energia, tornando os ganhos em energia superiores aos gastos. Num projecto térmico encontra-se definido as características da constituição das paredes, pavimentos, cobertura e pontes térmicas de modo a melhorar o desempenho térmico e a melhorar a eficiência energética dos edifícios.

Os projectos de isolamento térmico são executados respeitando o Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril – “Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)”.

Os coeficientes de transmissão térmica podem ser consultados na publicação do LNEC “Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios” onde é possível consultar-se os parâmetros térmicos dos elementos da envolvente dos edifícios.

A comodidade térmica dos edifícios é fundamental para o bem-estar dos seus usuários mas por vezes existem patologias inerentes a fenómenos higrométricos. Alguns exemplos dessas patologias são: aparecimento de manchas, condensações internas e superficiais, degradação dos revestimentos e desenvolvimento de bolores.

No decorrer do presente estágio não foi realizado, pela estagiária, qualquer projecto de isolamento térmico.



### 3 CASO ESTUDO – CONSTRUÇÃO NOVA

Neste capítulo iremos estudar um projecto tipo de uma construção nova e irá ser demonstrado como são realizados os projectos das diversas especialidades.

#### 3.1 DESCRIÇÃO DO EDIFICADO

A moradia em estudo é de tipologia T1 e constituída apenas por um único piso composto por uma cozinha, duas casas de banho, um quarto, uma sala, um logradouro e uma garagem como está representado na Figura 3.1.

A moradia possui uma área bruta de implantação de  $119,90 \text{ m}^2$ , uma área bruta de construção de  $119,90 \text{ m}^2$ , uma área habitável de  $58,10 \text{ m}^2$ , uma volumetria de  $475,00 \text{ m}^3$ , e uma cêrcea de  $3,00 \text{ m}$ .

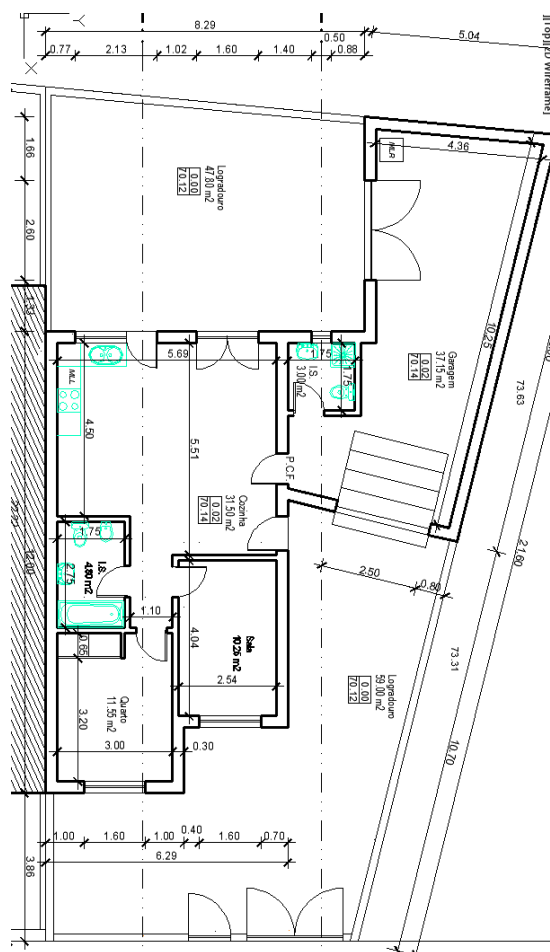


Figura 3.1 – Planta do Piso

### **3.2 LOCALIZAÇÃO**

A moradia anteriormente citada localiza-se na localidade de Geraldês que pertence à freguesia de Atouguia da Baleia e concelho de Peniche, distrito de Leiria.

### **3.3 PARECER TÉCNICO**

Os técnicos da Câmara Municipal de Peniche (CMP) emitiram o parecer técnico que poderá ser consultado no Anexo I. Após a análise dos técnicos verificou-se que “não há inconveniente na construção da habitação de um piso e garagem nos termos em que é proposto”.

Em resposta a este parecer foram então realizados pela estagiária os seguintes projectos de especialidades: isolamento acústico, rede de abastecimento de águas e rede de drenagem de esgotos, ficha de segurança contra riscos de incêndio e rede de gás.

### **3.4 PROJECTOS DE ESPECIALIDADES**

Uma vez que se trata de um processo de licenciamento e o projecto de arquitectura encontra-se aprovado procede-se à realização dos projectos de especialidades.

#### **3.4.1 PROJECTO DE ESTABILIDADE**

No decorrer do presente estágio nunca elaborei nenhum projecto de estabilidade tendo os mesmos sido realizados pelo engenheiro orientador.

#### **3.4.2 PROJECTO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE GÁS**

Em projecto, no traçado e dimensionamento das redes de abastecimento de gás considerou-se que o edifício é abastecido a gás natural. Numa fase inicial procura-se saber quais os aparelhos a gás que serão abastecidos pela rede para se conseguir obter as características dos aparelhos de queima. No presente caso projectou-se a alimentação de um fogão com forno (Tipo A) e de um esquentador (Tipo B) que são ambos aparelhos de queima do tipo multigás de categorias  $\Pi_{2H3+}$  e  $\Pi_{2H3P}$ .

**CARACTERÍSTICAS DO GÁS A UTILIZAR E SUAS PRESSÕES**

As características principais do gás natural a distribuir encontram-se tabeladas no Quadro 3.1.

**Quadro 3.1 – Características do Gás Natural (Fonte: Projectos Largaia)**

<b>Gás Natural</b>	
Poder Calorífico Superior [kcal/ m <sup>3</sup> (n)]	10032
Poder Calorífico Inferior [kcal/ m <sup>3</sup> (n)]	9054
Pressão Máxima [mbar]	100
Pressão de Utilização [mbar]	20
Densidade Relativa	0,65
Densidade Corrigida	0,62
Índice de Wobbe Superior [kcal/ m <sup>3</sup> (n)]	12442
Índice de Wobbe Inferior [kcal/ m <sup>3</sup> (n)]	11200

A pressão na rede será a seguinte de acordo com o Quadro 3.2:

**Quadro 3.2 – Características do gás natural (Fonte: Projectos Largaia)**

<b>Gás</b>	<b>Rede geral de distribuição</b>		<b>Edifício</b>	
	Mínima (bar)	Máxima (bar)	Caixa de entrada-caixa do contator (mbar)	Caixa do contador-aparelhos (mbar)
Gás natural	1	4	100	20

**CÁLCULOS**

Considerou-se que o fogão com forno possui um caudal de 1,05 m<sup>3</sup>/h (st) e o esquentador tem um caudal de 2,91 m<sup>3</sup>/h (st) o que perfaz um caudal total no fogo de 3,96 m<sup>3</sup>/h (st).

Uma vez que a instalação interior de gás alimenta apenas uma pequena moradia o regime a utilizar é o regime de baixa pressão e considera-se a pressão a montante da instalação de 20 mbar.

Recorrendo da metodologia de cálculo anteriormente apresentada no ponto 2.2.2, os resultados obtidos no cálculo automático da rede de gás são os apresentados no Quadro 3.3.

Quadro 3.3 – Dimensionamento da rede de abastecimento de gás

Troço	Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /h) (st)	L (m)	L <sub>eq</sub> (m)	h (m)	DN (mm)	D <sub>int</sub> (mm)	P <sub>a</sub> (mbar)	P <sub>b</sub> (mbar)	ΔPh (mbar)	P <sub>bcorr</sub> (mbar)	ΔP <sub>acum</sub> (mbar)	v (m/s)
A-F	3,96	18,35	22,02	0,50	28	25,6	20	19,37	0,02	19,39	0,61	2,10
F-E	2,91	0,20	0,24	0,20	15	13	19,39	19,29	0,01	19,30	0,70	5,98

### DESCRIÇÃO DA INSTALAÇÃO

A instalação de gás natural será fundamentalmente constituído por uma caixa de entrada que inclui o contador, um redutor de segurança a montante do contador, uma rede de distribuição para o local do consumo que funciona embecida no pavimento e válvulas de corte de ¼ de volta antes de cada aparelho de consumo.

A instalação interior terá início na caixa de entrada da moradia que se situa no muro exterior. Na caixa atrás citada, deve-se efectuar a ligação à terra. A jusante desta caixa a tubagem será embecida no pavimento a 20 cm da parede e sobe apenas para cada ponto de abastecimento dos aparelhos de queima. Os troços verticais deverão ser instalados na prumada das válvulas de corte dos aparelhos.

### RAMAL DE LIGAÇÃO E CAIXA DE ENTRADA

O ramal principal será ligado pela empresa distribuidora. Este ramal será protegido por uma manga protectora em PE ou PVC, embecida na parede, a qual liga à caixa de entrada do imóvel. Esta manga deve ter um diâmetro interior mínimo de 2" ½, um raio de curvatura mínima de 30 vezes o diâmetro exterior do ramal e extremidade exterior ao imóvel enterrada a uma profundidade de 600 mm para entrada do ramal na caixa de entrada do imóvel.

Esta caixa de entrada deverá ser colocada a uma altura máxima do pavimento de 1,10 m, sendo que no interior desta caixa deverão ser instalados os seguintes equipamentos:

- Uma manga protectora de entrada da tubagem;
- Uma ligação metal-plástico;
- Uma válvula de corte geral de fecho rápido, com rearme exclusivo por parte da concessionária;
- Um redutor colectivo de pressão (de 3ª classe) que reduz a pressão da rede para a pressão de 20 mbar;
- Um Tê com válvula tamponada, para ensaio e inertização;

- Uma válvula de corte de 1/4 de volta após o redutor;
- Dois pontos de medição de pressão, situados após a válvula de corte geral e a jusante do redutor;
- Uma ligação à terra.

As dimensões mínimas da caixa de entrada são de 450 mm de largura, 800 mm de altura e 280 mm de profundidade.

No que diz respeito à ligação dos aparelhos, o fogão com forno deve efectuar-se através de uma ligação em tubo flexível e o esquentador através de uma ligação em tubo rígido.

#### **VENTILAÇÃO E EXAUSTÃO DOS PRODUTOS DE COMBUSTÃO**

A ventilação é realizada através do ar captado na atmosfera exterior que deve entrar directamente no local onde se encontra os aparelhos a gás, por aberturas dispostas nas paredes exteriores do local. A secção livre de passagem deverá ser, na sua totalidade, maior ou igual a 100 cm<sup>2</sup>. Esta secção livre pode ser dividida em vários orifícios, desde que a soma das secções livres dos diversos orifícios seja igual à secção livre acima citada. Estes orifícios devem estar dispostos de modo a não poderem ser obturados por quaisquer elementos móveis da construção tais como alçapões, postigos, portas ou janelas.

A distância entre o bordo superior do ou dos orifícios de entrada de ar e o nível do solo não deve ultrapassar 1 m.

A exaustão dos aparelhos do tipo A (fogão) não necessita de ligação a condutas de extracção, devendo ficar localizado sob uma chaminé onde será feita a tiragem natural. A exaustão dos aparelhos do tipo B (esquentador) deverá ser ligada a uma conduta de extracção de fumos através de uma tubagem de chapa galvanizada “tipo Spiro”, com secção igual à da saída do aparelho, em conformidade com a NP-1037-1:2002.

#### **MONTAGEM DA INSTALAÇÃO**

A montagem da instalação de gás deverá satisfazer as seguintes condições:

- a) Ser executada em conformidade com as peças desenhadas;
- b) Ser garantida a sua ligação à terra, através de um eléctrodo de terra que assegure os valores regulamentares da respectiva resistência de terra e as condições necessárias à sua verificação (conforme o capítulo 5,4. do Manual Técnico da GDP);

- c) A tubagem embebida deve ter um recobrimento mínimo de 2 cm;
- d) Todas as derivações e mudanças de direcção, realizadas por soldadura ou brassagem forte, todas as juntas mecânicas, válvulas e acessórios, deverão ficar contidos em caixa de visita facilmente acessíveis;
- e) As ligações entre tubos de cobre serão feitas por brassagem forte;
- f) As ligações por flanges, roscas e juntas especiais de modelo aprovado devem ser limitadas ao mínimo possível e satisfazer os requisitos de resistência e estanquidade;
- g) O material de adição terá um teor em prata superior a 40 % e um ponto de fusão superior a 450 ° C;
- h) Serão instalados dispositivos de 1/4 de volta, a uma distância máxima de 0,80 m de cada aparelho de consumo;
- i) Os dispositivos de corte aos aparelhos situar-se-ão a uma altura entre 1 m e 1,40 m do pavimento;
- j) Os aparelhos gasodomésticos ficarão situados a uma distância mínima entre si de 0,40 m, medida na horizontal;
- k) Os troços verticais de tubagem devem ficar na prumada das válvulas de corte dos aparelhos que alimentam;
- l) Com excepção do contador, todos os restantes equipamentos e materiais pertencem ao proprietário do imóvel, sendo montados pelo instalador que executara a obra;
- m) As tubagens embebidas serão instaladas sempre em troços horizontais ou verticais, respeitando as distâncias mínimas a outras canalizações para outros fins, de acordo com as distâncias indicadas no Quadro 3.4.

**Quadro 3.4 – Distâncias das canalizações embebidas em mm**

<b>Canalizações embebidas</b>	<b>Em paralelo (mm)</b>	<b>Em cruzamento (mm)</b>
Eléctricas	100	30
Esgotos	500	500
Água quente ou vapor	50	30
Produtos de combustão	50	50

## **ENSAIOS**

Uma vez executada a instalação de gás, e com a rede toda esta à vista, a empresa instaladora realizará os ensaios e demais verificações de segurança exigíveis na presença do técnico de gás responsável pela instalação.

Nestas verificações finais, deve-se obedecer aos artigos 11.º e 12.º do Decreto-Lei n.º 521/99. Não havendo desacordo quanto aos resultados, a firma instaladora emitirá o termo de responsabilidade previsto para o efeito. Nesta fase os ensaios e verificações a fazer são as seguintes:

- Ensaio de resistência mecânica em todos os troços cuja pressão de serviço seja superior a 0,40 bar;
- Ensaio de estanquidade das tubagens fixas nos troços cuja pressão de serviço seja igual ou inferior a 0,40 bar;
- Verificação do funcionamento dos aparelhos de queima devidamente montados, se existirem.

Os ensaios de resistência mecânica e de estanquidade devem ser executados pela ordem indicada anteriormente, quer sejam ou não consecutivas as respectivas operações.

Os ensaios de resistência mecânica devem cumprir a seguinte metodologia:

1. Durante os ensaios de resistência mecânica as tubagens devem estar à vista;
2. Os troços contidos no interior das mangas devem ser ensaiados antes da sua instalação;
3. Os ensaios de resistência mecânica são aplicáveis às tubagens e seus acessórios, com exclusão dos dispositivos de regulação e limitação de pressão, dos dispositivos de corte geral ou corte automático e dos contadores;
4. Antes do ensaio, os troços a ensaiar devem ser desligados do resto da instalação;
5. Os ensaios de resistência mecânica devem ser executados:
  - a) Com o auxílio de ar ou azoto;
  - b) Hidraulicamente, se a pressão de ensaio exceder os 6,00 bar.
6. Os ensaios de resistência mecânica são realizados apenas nos troços cuja pressão de serviço seja superior a 0,40 bar, devendo observar-se o seguinte:
  - a) A pressão de ensaio ser de 6,00 bar, medida com um manómetro tipo Bourbon, com divisões de 0,10 bar;
  - b) A pressão ser mantida durante o tempo necessário à inspecção e detecção de eventuais fugas.

Os ensaios de estanquidade devem cumprir a seguinte metodologia:

7. Os ensaios de estanquidade devem ser executados com ar, azoto ou com o gás que vai ser utilizado em funcionamento corrente;

8. Sempre que se utilize o ar ou o azoto, deve proceder-se à purga da instalação no fim dos ensaios;

9. Os aparelhos de medida para estes ensaios devem ser do tipo adequado a possuírem escalas de leitura com suficiente sensibilidade.

Recomenda-se que a pesquisa de fugas seja feita com o auxílio dos meios apropriados, nomeadamente com líquido ou uma solução espumífera. É por isso interdito o uso de chamas para a pesquisa de fugas.

#### **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS MATERIAIS**

A caixa de entrada trata-se de uma caixa fechada, ventilada, permanentemente acessível, construída em material incombustível e com a palavra “GÁS” indelével na face exterior da porta.

As tubagens e respectivos acessórios serão em material de cobre e devem cumprir os requisitos da Norma NP-EN-1057 e sempre que a rede está embebida deve dispor de um revestimento exterior em PVC, PE ou outro material equivalente que lhes assegure protecção química e eléctrica.

#### **VÁLVULAS**

A construção das válvulas segue a norma EN 331. A válvula de corte geral do imóvel será de classe de pressão MOP5. Fecho rápido com ligações por juntas esferocónicas segundo norma NFE 29-536 e rosca macho cilíndrica segundo ISO 228. Esta válvula deverá ser dotada de dispositivo de encravamento só rearmável pela distribuidora. As válvulas de seccionamento deverão ser do tipo “1/4 de volta”, possuir obturador de macho esférico, com vedação por junta plana e rosca macho cilíndrico segundo ISO 228. Estas válvulas devem ter indicação do sentido do fluxo e de posição Aberta/Fechada.

As válvulas não podem possuir qualquer dispositivo de encravamento na posição de aberto.

As que se localizam a montante do contador deverão ser seláveis na posição de fechado.

O movimento dos manípulos de actuação das válvulas deve ser limitado por batentes fixos e não reguláveis, de forma a que os manípulos se encontrem:

- Perpendicular à direcção do escoamento, na posição de fechado;
- Com a direcção do escoamento do gás, na posição de aberto.

A válvula de seccionamento ao esquentador deverá ser uma válvula com patère terminal em esquadria de corte ao esquentador, com obturador tipo macho esférico. Já a válvula de seccionamento ao fogão deve ser uma válvula com patère terminal de corte ao fogão, situada em local acessível para manuseamento caso haja necessidade.

#### **REDUTOR SITUADO NA CAIXA DE ENTRADA**

O redutor será instalado a jusante da válvula de corte geral e a montante do contador, e deverá ter as seguintes especificações:

- O caudal máximo será de 3,96 m<sup>3</sup>/h (st);
- A pressão de entrada poderá variar entre P<sub>máx</sub> = 4 bar (r) e P<sub>mín</sub> = 1 bar (r) e a pressão de saída de P = 20 mbar (r);
- A ligação de entrada será feita por junta esferocónica, conforme NFE 29-536 e rosca fêmea cilíndrica segundo ISSO 228, G3/4;
- A ligação de saída será feita por junta plana rosca fêmea cilíndrica conforme ISO 228, G 1 G e G1 ¼”;
- Classe de precisão AC 5 ou AC 10 e classe de pressão de fecho SG 10 ou SG 20, conforme DIN 3380;

Este redutor deverá ser equipado com dispositivo de segurança requerido que corte a passagem de gás em caso de excesso ou queda de pressão à saída (com encravamento em caso de actuação, obrigando a rearme manual) e válvula de segurança cuja função será de limitação da pressão de saída.

#### **QUALIDADE DOS MATERIAIS**

Todos os materiais aplicados deverão ser próprios para a utilização de gás natural, devem ser isentos de defeitos, incombustíveis e obedecer ao determinado nas respectivas especificações, documentos de homologação e normas portuguesas em vigor.

As válvulas, redutores, tubagens e ligações deverão ser adquiridas com o certificado de qualidade segundo a EN 10204, tipo 3.1.

As peças desenhadas referentes ao projecto de gás desta moradia podem ser consultadas no Anexo II.

### **3.4.3 PROJECTO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS**

Apresenta-se de seguida o conteúdo da memória descritiva e justificativa da rede de abastecimento de água.

#### **INTRODUÇÃO**

Refere-se a presente memória descritiva e justificativa ao projecto da rede de distribuição interior de água de uma moradia que o requerente pretende construir, de acordo com o projecto de arquitectura entregue na Câmara Municipal e em conformidade com o Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto.

#### **REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA**

O sistema de distribuição de água fria à moradia tem início na rede pública a partir da caixa de ramal localizada no passeio junto à entrada da moradia. As canalizações de água fria seguirão o traçado indicado nas peças desenhadas, onde se assinalam os respectivos diâmetros.

#### **REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE**

Para o abastecimento de água quente, foi projectada a instalação de um esquentador na cozinha de onde se iniciará a rede de água quente. As canalizações de água quente seguirão o traçado indicado nas peças desenhadas, onde se assinalam os respectivos diâmetros e serão isoladas com produtos adequados, imputrescíveis, não corrosivos, incombustíveis e resistentes à humidade.

#### **TRAÇADO**

O traçado das canalizações prediais de água será constituído por troços rectos, horizontais e verticais, ligados entre si por acessórios apropriados, devendo os primeiros possuir ligeira inclinação para favorecer a circulação do ar, 0,50 % (valor recomendável). As canalizações de água quente serão colocadas, sempre que possível, paralelamente às de água fria e nunca abaixo destas. A distância mínima entre a água quente e a água fria é de 5 cm.

#### **INSTALAÇÃO DO CONTADOR**

O contador será instalado no muro de vedação ou na parede do prédio, em compartimento próprio, de acordo com as dimensões indicadas pelos Serviços Municipalizados da Câmara

Municipal de Peniche, onde se encontra a válvula de retenção e válvula de corte manobrada pelo utilizador.

#### **TUBAGENS E ACESSÓRIOS**

As tubagens das redes de distribuição domiciliárias de água fria e quente serão executadas em tubo PN 20 da marca “Coprax” com acessórios do mesmo material.

#### **ENSAIOS**

A verificação da conformidade do sistema com o projecto aprovado e com a legislação aplicável deve ser feita com as canalizações e respectivos acessórios à vista. Será efectuado um ensaio de estanquidade da rede em conformidade com o previsto na legislação. Todas as tubagens serão submetidas a prova de ensaio hidráulico pelo período de 24 horas a uma pressão máxima de 600 kPa.

#### **VÁLVULAS DE SECCIONAMENTO**

Serão instaladas válvulas de seccionamento à entrada dos ramais de introdução individuais, dos ramais de distribuição das instalações sanitárias e das cozinhas e a montante de autoclismos, de fluxómetros, de equipamento de lavagem de roupa e de louça, do equipamento de produção de água quente, de purgadores de água e ainda imediatamente a montante e a jusante do contador. Serão também instaladas válvulas de retenção a montante de aparelhos produtores-acumuladores de água quente e no início de qualquer rede não destinada a fins alimentares e sanitários.

#### **DIMENSIONAMENTO**

Para o dimensionamento hidráulico das tubagens foi estudada a melhor solução que, para o máximo de economia, não violasse as preconizações do regulamento.

#### **CÁLCULO**

Na determinação do caudal de cálculo das tubagens da rede de água quente e fria considerou-se os caudais instantâneos que se apresentam no Quadro 3.5.

**Quadro 3.5 – Caudais mínimos nos dispositivos de água quente e fria**

	<b>Equipamentos</b>	<b>Caudais mínimos (l/s)</b>
WC 1	Lavatório individual (Lv)	0,10
	Autoclismo de bacia de retrete (Br)	0,10
	Bidé (Bd)	0,10
	Banheira (Ba)	0,25
WC 2	Lavatório individual (Lv)	0,10
	Chuveiro (Ch)	0,15
	Autoclismo de bacia de retrete (Br)	0,10
Cozinha	Pia lava-louça (Ll)	0,20
	Esquentador	0,90
	Máquina de lavar loiça (MI)	0,15
Tratamento de roupa	Máquina de lavar roupa (Mr)	0,20

Utilizando a metodologia de cálculo, vista anteriormente, e recorrendo ao cálculo automático consegue-se obter os resultados do Quadro 3.6 e Quadro 3.7.

**Quadro 3.6 - Cálculo dos caudais de cálculo e diâmetros das tubagens**

<b>Tipo de Ramal</b>	<b>Troço</b>	<b>Q<sub>a</sub> (l/s)</b>	<b>Q<sub>c</sub> (l/s)</b>	<b>Dint (mm)</b>	<b>Dint (mm) catálogo</b>	<b>DN (mm) catálogo</b>
Ramal de	A – B	2,35	0,8456	32,8	33,2	50
Ramal de distribuição	B – C	2,35	0,8456	32,8	33,2	50
	C – E	2,00	0,7788	31,5	33,2	50
	E – G	1,80	0,7381	30,7	33,2	50
Rama de alimentação	C – D	0,25	0,2967	18,5	21,2	32
	E – F	0,20	0,2407	17,5	21,2	32
	G – H	0,10	0,1690	14,7	16,6	25
	G – I	0,20	0,2407	17,5	16,6	25

**Quadro 3.7 - Cálculo de perdas de carga e pressão**

<b>Tipo de Ramal</b>	<b>Troço</b>	<b>Velocidade escoamento (m/s)</b>	<b>J (m/m)</b>	<b>ΔH (m)</b>	<b>ΔH total (m)</b>	<b>Pressão ponto mais desfavorável (kPa)</b>
Ramal de distribuição	B – C	0,9773	0,0363	0,5842	1,1064	227,4364
	C – E	0,9001	0,0315	0,0944		
	E – G	0,8530	0,0286	0,4278		

As peças desenhadas da rede de abastecimento de água do presente caso de estudo podem ser consultadas no Anexo III.

#### **3.4.4 PROJECTO DA REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS E PLUVIAIS**

O projecto da rede de drenagem inicia-se, tal como a rede de abastecimento, por elaborar um esboço do traçado da rede e localização das caixas de visita, e posteriormente realiza-se o cálculo e dimensionamento da rede por forma a conseguir obter-se os diâmetros das tubagens e as cotas das caixas da visita. Seguidamente procede-se à elaboração da memória descritiva e justificativa como podemos ver apresentada de seguida.

##### **INTRODUÇÃO**

Refere-se a presente memória descritiva e justificativa ao projecto da rede de drenagem de águas residuais de uma moradia que o requerente pretende construir de acordo com o projecto de arquitectura entregue na Câmara Municipal e em conformidade com o Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto.

##### **REDE DE DRENAGEM PREDIAL DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS**

Conforme se apresenta nas peças desenhadas a rede é ligada ao colector municipal. Os ramais de descarga das águas residuais domésticas têm por finalidade a condução destas aos respectivos colectores prediais.

##### **TRAÇADO**

No traçado da rede teve-se o cuidado para que o seu escoamento se faça por gravidade, sendo feito por troços rectilíneos unidos por curvas de concordância, facilmente desobstruíveis sem necessidade de proceder à sua desmontagem, ou por caixas de reunião. A inclinação das tubagens situa-se nos 2 mm/m. A ligação dos vários aparelhos sanitários a um mesmo ramal de descarga será feita por meio de forquilhas ou caixas de reunião. Sempre que não for possível evitar as mudanças de direcção, estas devem ser efectuadas por curvas de concordância. Nos colectores prediais enterrados devem ser implantadas câmaras de inspecção no seu início, em mudanças de direcção, de inclinação, de diâmetro e nas confluências.

### **LIGAÇÃO AO COLECTOR PRINCIPAL**

A ligação dos ramais de descarga deve ser feita aos colectores prediais, por meio de forquilhas ou câmaras de inspecção.

### **TUBAGENS E ACESSÓRIOS**

A rede de esgotos será executada em tubo PVC, bem como os ramais de ventilação. As mudanças de direcção serão praticadas por meio de caixas de visita com as dimensões mínimas de 0,40 x 0,40 x 0,40 m, medidas interiormente e o seu acesso far-se-á por tampa com caixilho de ferro fundido. As caixas de visita serão executadas em alvenaria de tijolo ou betão e afagadas interiormente sendo no fundo executado caleira que oriente as águas no sentido do escoamento. Os diâmetros destas redes bem como a indicação dos elementos acessórios estão indicados nas peças desenhadas.

### **VENTILAÇÃO**

As redes de drenagem de águas residuais domésticas têm que possuir sempre ventilação primária, obtida através do prolongamento dos tubos de queda até à sua abertura na atmosfera.

Todas as instalações sanitárias que não são dotadas de aberturas para o exterior a fim de proporcionarem uma ventilação natural, serão dotadas de ventilação forçada permanente, feita através de tubagem de 75 mm de diâmetro e dotada de grelha fixa para a saída de ar viciado e grelha regulável para a entrada de ar fresco, de acordo com o pormenor apresentado.

### **SIFÕES**

Todos os aparelhos sanitários devem ser servidos, individual ou colectivamente, por sifão. Quando não incorporados nos aparelhos sanitários os sifões devem ser instalados a uma distância não superior a 3 m. Os sifões devem ser instalados verticalmente, de modo a poder manter-se o seu fecho hídrico, e colocados em locais acessíveis para facilitar operações de limpeza e manutenção.

### **COLECTORES PREDIAIS**

Os colectores prediais têm como função a recolha de águas residuais provenientes de tubos de queda, de ramais de descarga situados no piso superior adjacente.

## DIMENSIONAMENTO

O diâmetro nominal de águas residuais domésticas não pode ser inferior ao maior dos diâmetros dos ramais a eles ligados, com um mínimo de 50 mm. No caso dos colectores prediais o diâmetro nominal não pode ser inferior ao maior dos diâmetros das canalizações a eles ligados, com um mínimo de 110 mm.

## CÁLCULO

Recorrendo-se ao cálculo apresentado no capítulo anterior e com o auxílio do cálculo automático (Excel) apresentam-se nos quadros seguintes (desde o Quadro 3.8 até ao Quadro 3.12) o cálculo da rede de drenagem das águas domésticas.

**Quadro 3.8 – Determinação dos Caudais Acumulados de Descarga**

Aparelho	Caudal (l/min)	Proveniência das Descargas			
		I.S. 1	I.S. 2	Cozinha	Garagem
		Quantidade	Quantidade	Quantidade	Quantidade
Bacia de Retrete	90	1	1	0	0
Banheira	60	0	1	0	0
Bidé	30	0	1	0	0
Chuveiro	30	1	0	0	0
Lavatório	30	1	1	0	0
Máquina de lavar loiça	60	0	0	1	0
Máquina de lavar roupa	60	0	0	0	1
Lava loiça	30	0	0	1	0
Tanque de lavar roupa	60	0	0	0	0
	$Q_{ac} =$	150	210	90	60

**Quadro 3.9 – Determinação dos Caudais Acumulados Totais do Edifício**

Quantidade	Sala de água	Total (l/min)
1	I.S. 1	150
1	I.S. 2	210
1	Cozinha	90
1	Garagem	60
	Total =	510

Quadro 3.10 – Dimensionamento dos Ramais de Descarga Não Individuais

Aparelhos sanitários	Caudal acumulado (l/min)	Caudal de cálculo (l/min)	Inclinação (mm/m)	Diâmetro (interior) (m)	Diâmetro adoptado (mm)
Ch + Lv	60	66	20	0,0539	75
Ba + Bd + Lv	120	95	20	0,0619	75

Quadro 3.11 – Dimensionamento dos Colectores Prediais

Colector Predial	Proveniências das descargas	Caudal acumulado (l/min)	Caudal de cálculo (l/min)	Inclinação (mm/m)	Diâmetro (interior) (m)	Diâmetro do colector (mm)	Diâmetro adoptado (mm)
CI 1	Cx 1	90	82	20	0,0585	58	110
CI 2	Cx 2	300	156	20	0,0744	74	110
CI 3	Cx 3	510	207	20	0,0828	83	110

Quadro 3.12 – Dimensionamento do Ramal de Ligação

Proveniências de descargas	Caudal acumulado (l/min)	Caudal de cálculo (l/min)	Inclinação (mm/m)	Diâmetro (interior) (m)	Diâmetro do colector (mm)	Diâmetro do ramal de ligação (mm)
CI 3	510	207	20	0,0828	83	125

O cálculo da rede de drenagem das águas pluviais foi elaborado de acordo com a metodologia apresentada anteriormente e está apresentado nos quadros seguintes (desde o Quadro 3.13 até ao Quadro 3.17).

Quadro 3.13 – Dimensionamento dos Tubos de Queda

Tubo de queda	Área de contribuição (m <sup>2</sup> )	Intensidade de precipitação (l/min.m <sup>2</sup> )	Caudal de cálculo (l/min)	Altura da lâmina líquida (mm)	Diâmetro do tubo de queda (mm)	Diâmetro adoptado (mm)
P 1	42,65	1,75	76,64	20	43	90

Quadro 3.14 – Dimensionamento dos Ramais de Descarga

Área de contribuição	Intensidade de precipitação (l/min.m <sup>2</sup> )	Caudal de cálculo (l/min)
82,55	1,75	144,46
90,40	1,75	158,20

Quadro 3.15 – Dimensionamento dos Ramais de Descarga

Aparelhos sanitários	Caudal acumulado (l/min)	Caudal de cálculo (l/min)	Inclinação (mm/m)	Diâmetro de cálculo (mm)	Diâmetro adoptado (mm)
Ralo	144,46	144	20	0,0362	50
Grelha	158,20	158	20	0,0375	50

Quadro 3.16 – Dimensionamento dos Colectores Prediais

Colector Predial	Proveniências das descargas	Caudal acumulado (l/min)	Caudal de cálculo (l/min)	Inclinação (%)	Diâmetro de cálculo (mm)	Diâmetro adoptado (mm)
CI 1	P 1	74,64	74,64	2	44	110
CI 2	Cx 1	219,10	219,10	2	65	110
CI 3	Cx 2	377,30	377,30	2	80	110

Quadro 3.17 – Dimensionamento do Ramal de Ligação

Proveniências das descargas	Caudal acumulado (l/min)	Caudal de cálculo (l/min)	Inclinação (%)	Diâmetro de cálculo (mm)	Diâmetro adoptado (mm)
Cx 2	377,30	377,30	2	104	125

No Anexo IV pode-se consultar as peças desenhadas deste projecto da rede de drenagem de águas residuais.

### 3.4.5 PROJECTO ACÚSTICO

Na elaboração de um projecto de verificação acústica começou-se por definir a constituição das paredes exteriores e respectivos elementos (portas e janelas) e de seguida procede-se à concepção da memória descritiva e justificativa onde consta o cálculo e respectivos desenhos como é apresentado de seguida.

## **MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

### **INTRODUÇÃO**

O presente projecto de acondicionamento acústico corresponde ao projecto arquitectónico, aprovado pela câmara municipal.

A avaliação das condições acústicas do presente projecto tem por base a tipologia das paredes que constituem a moradia bem como a zona onde se insere. No caso presente considera-se que a moradia está situada numa zona sensível.

### **DESCRIÇÃO DA TIPOLOGIA DAS PAREDES**

As paredes exteriores serão duplas de tijolo furado de 11 + 11 cm, com caixa-de-ar e rebocada em ambas as faces com uma espessura de 1,5 cm cada um delas.

Para as superfícies envidraçadas considerou-se vidro duplo de 8 mm.

### **MÉTODOS DE VERIFICAÇÃO**

A verificação dos índices de isolamento sonoro a sons de condução aérea para a moradia de acordo com o definido no artigo 5.º, ponto 1 alínea a) i), do Decreto-lei n.º 96/2008 de 9 de Junho.

Cálculo dos índices de isolamento sonoro

Zona opaca: massa superficial da parede de 0,11 m rebocada numa das faces (1,5 cm):

$$188,0 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow R_w = 42 \text{ dB}$$

Acrescento de novo pano de parede com 0,11 m de espessura: massa superficial 188,0 kg/m<sup>2</sup>

$$\Rightarrow \Delta R_w = 3 \text{ dB}$$

Isolamento global da parte opaca:  $R_w = 42 + 3 = 45 \text{ dB}$

Zona translúcida: Caracterizada com  $R_w$  de 34 dB

Área envidraçada: 1,76 m<sup>2</sup>

Área opaca: 11,50 m<sup>2</sup>

$$D_{2m,n,w} = 10 \times \log\left(\frac{10}{13,26}\right) + 10\log\left[\frac{13,26}{11,50 \times 10^{-\frac{45}{10}} + 1,76 \times 10^{-\frac{34}{10}}}\right] = 39,73 \text{ dB}$$

Verificação:  $D_{2m,n,w}$ , mín: 33 dB

No presente caso estimou-se o valor de 39,73 dB logo verifica-se que cumpre o regulamento em vigor.

Podemos consultar a peça desenhada deste projecto acústico no Anexo V.

#### **3.4.6 PROJECTO DE ISOLAMENTO TÉRMICO**

Uma vez que se tratava de uma situação de uma construção nova, o projecto térmico foi realizado pelo engenheiro orientador não tendo a estagiária realizado qualquer projecto desta especialidade.



## 4 CASO ESTUDO – LEGALIZAÇÃO DE ALTERAÇÕES EM MORADIA

Neste capítulo iremos abordar um projecto tipo de uma legalização de alterações em moradia e irá ser demonstrado como se concretiza um processo de legalização. As alterações incidem essencialmente na zona da churrasqueira com telheiro e no aumento de cércea da moradia.

### 4.1 DESCRIÇÃO DO EDIFICADO

A moradia em estudo é de tipologia T5 e constituída por três pisos acima da cota da soleira, um telheiro e uma garagem.

O rés-do-chão da moradia é composto por um hall, sala, cozinha, arrecadação, uma casa de banho, um quarto, um logradouro com telheiro e uma garagem (Figura 4.1). O 1º andar é constituído por duas casas de banho e quatro quartos (Figura 4.2), e o piso do sótão destina-se apenas a arrecadação (Figura 4.3).

A moradia possui uma área bruta de implantação de 142,00 m<sup>2</sup>, uma área bruta de construção de 346,40 m<sup>2</sup>, uma área habitável de 136,40 m<sup>2</sup>, uma volumetria de 1310,00 m<sup>3</sup>, e uma cércea de 6,70 m.

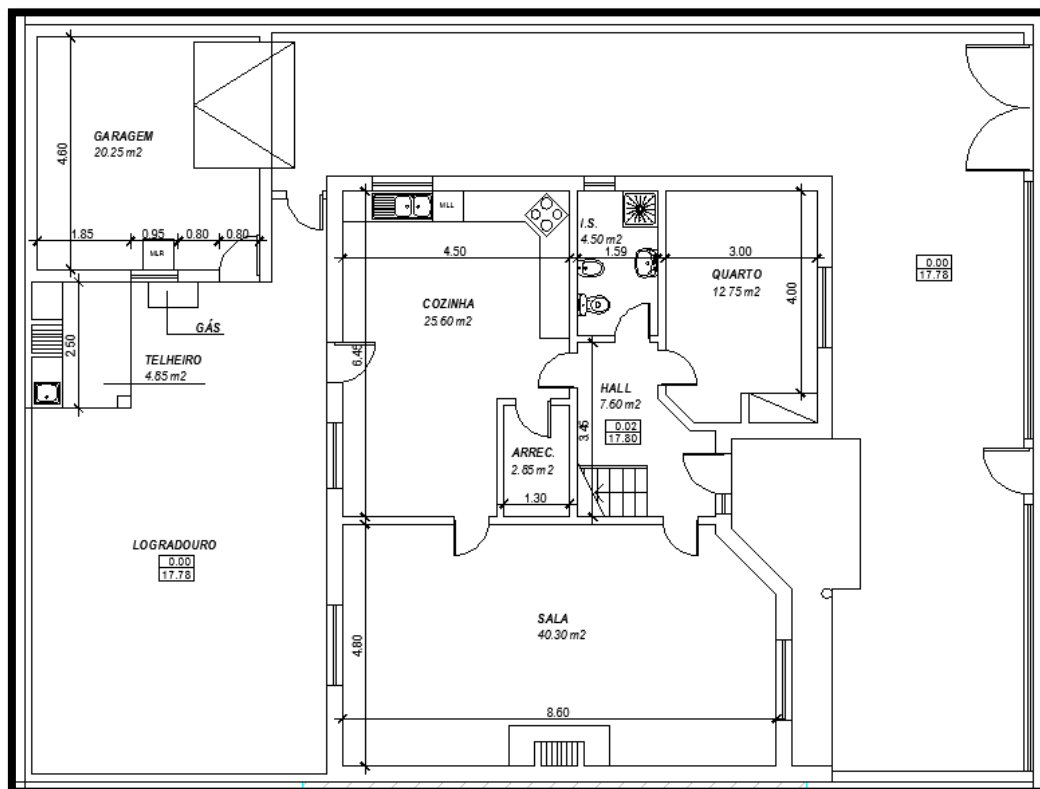


Figura 4.1 – Planta do Rés-do-chão

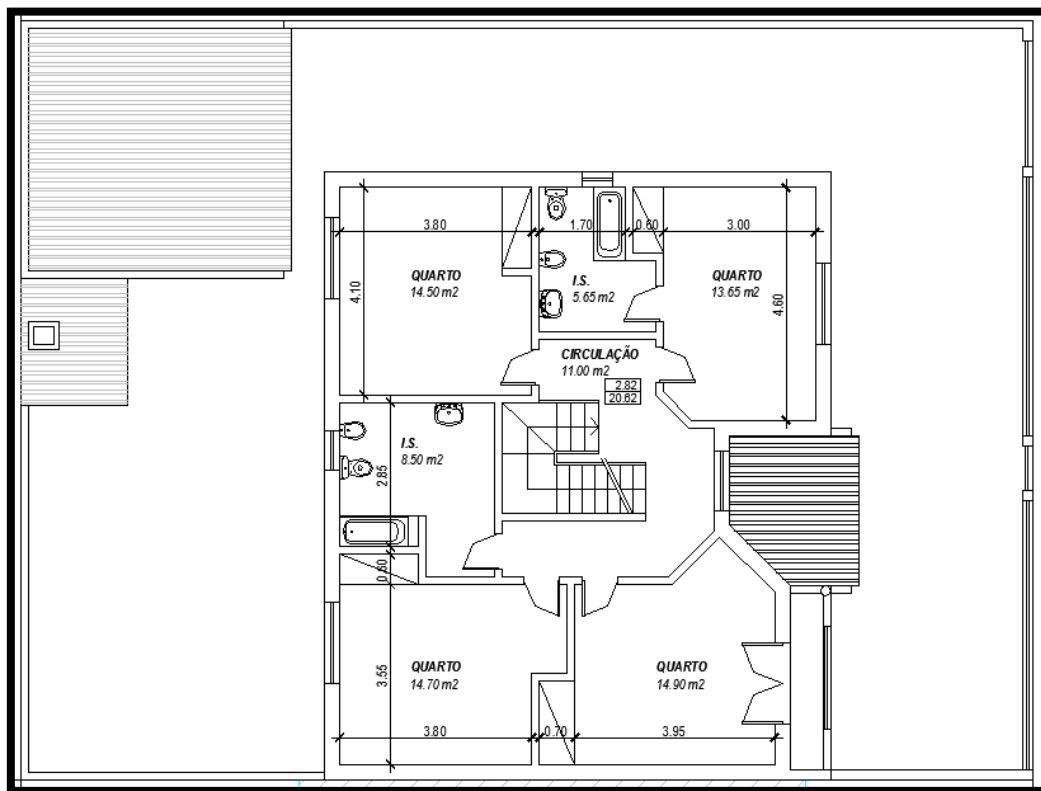


Figura 4.2 – Planta do 1º Andar

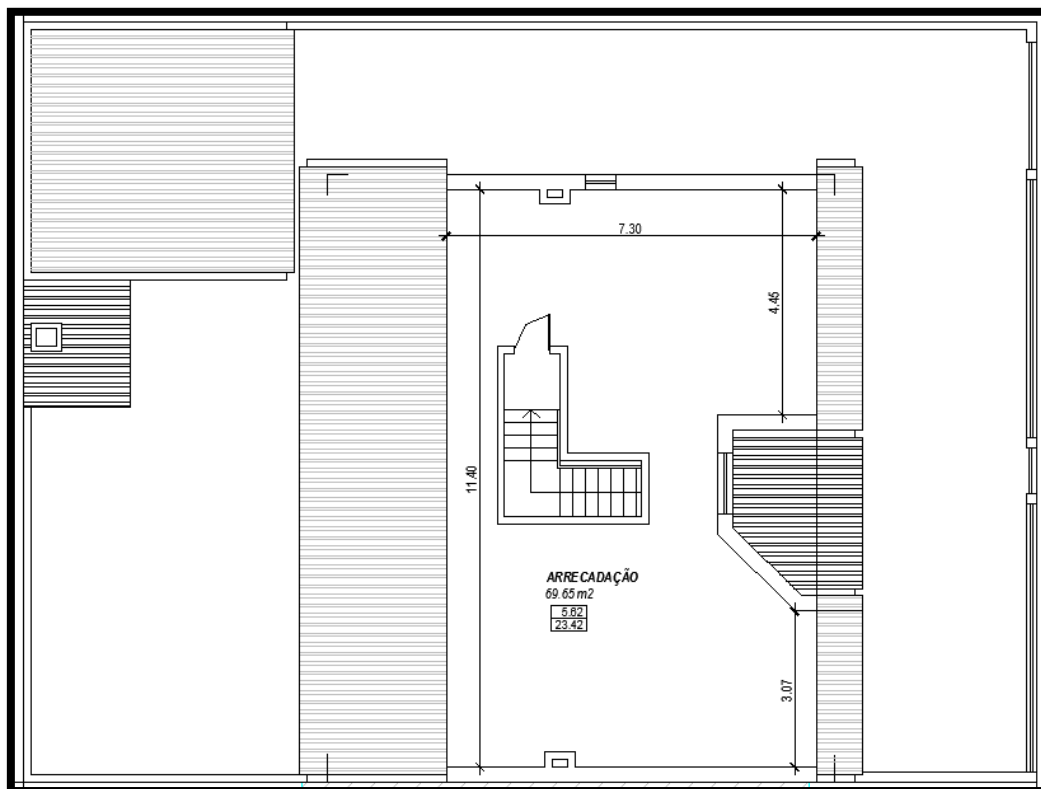


Figura 4.3 – Planta do Sótão

## **4.2 LOCALIZAÇÃO**

A moradia anteriormente citada localiza-se na localidade do Casal Moinho que pertence à freguesia de Atouguia da Baleia e concelho de Peniche, distrito de Leiria.

## **4.3 PARECER TÉCNICO**

Os técnicos da CMP emitiram o parecer técnico que poderá ser consultado no Anexo VI. Após a análise dos técnicos verificou-se que as alterações realizadas encontram-se perfeitamente consolidadas com a envolvente não prejudicando a leitura do aglomerado urbano existente. As legalizações com maior relevância incidem no aumento da cércea da construção, uma vez que a cércea existente não corresponde aquela que consta no projecto inicial da obra, e na criação de uma churrasqueira com telheiro na zona tardoz da propriedade sendo que as restantes alterações interiores não prejudicam assim o aspecto visual da moradia.

Em resposta a este parecer e por forma a regularizar e situação do edificado foram realizados os seguintes projectos de especialidades: projecto de estabilidade, águas e esgotos, isolamento térmico, isolamento acústico, gás e ficha de risco de incêndios.

## **4.4 PROJECTOS DE ESPECIALIDADES**

Na prática corrente, nestes casos de legalização dos edifícios já existentes faz-se uma visita ao edifício a regularizar e tiraram-se todas as medidas das paredes e vãos de modo a conseguir-se reproduzir o projecto de arquitectura o mais idêntico possível com o real, sempre que este cumpra os requisitos regulamentares. Caso não cumpra, far-se-á o projecto de modo a cumprir e o requerente terá de efectuar as alterações necessárias à regularização do imóvel. Caso não esteja interessado em realizar as alterações, não é possível legalizar-se o edifício nem obter-se a autorização de utilização. Na visita ao imóvel tiram-se fotografias para que seja mais fácil conseguir-se reconhecer pormenores construtivos para quando o arquitecto for desenhar o projecto de arquitectura lembrar-se de todos os pormenores.

Esta visita é feita numa fase inicial, uma vez que, aquando da minha chegada ao gabinete já havia sido aprovado a arquitectura, realizei os projectos de especialidades apenas com as informações obtidas através da reportagem fotográfica. Dado que nas fotografias estavam presentes todas as informações necessárias (localização do contador da água, esquentador, caixas de esgoto, etc.) para a elaboração dos projectos, não foi necessário realizar uma outra visita à moradia.

#### 4.4.1 PROJECTO DE ESTABILIDADE

Durante a visita realizada à moradia fez-se uma inspecção visual onde foram detectadas as zonas estruturais, nomeadamente os pilares, vigas e lajes que se encontravam visíveis tal como podemos verificar na Figura 4.4 e Figura 4.5. Obtendo esta informação, o engenheiro orientador procedeu ao dimensionamento estrutural do projecto de estabilidade com a informação obtida durante a visita à casa.

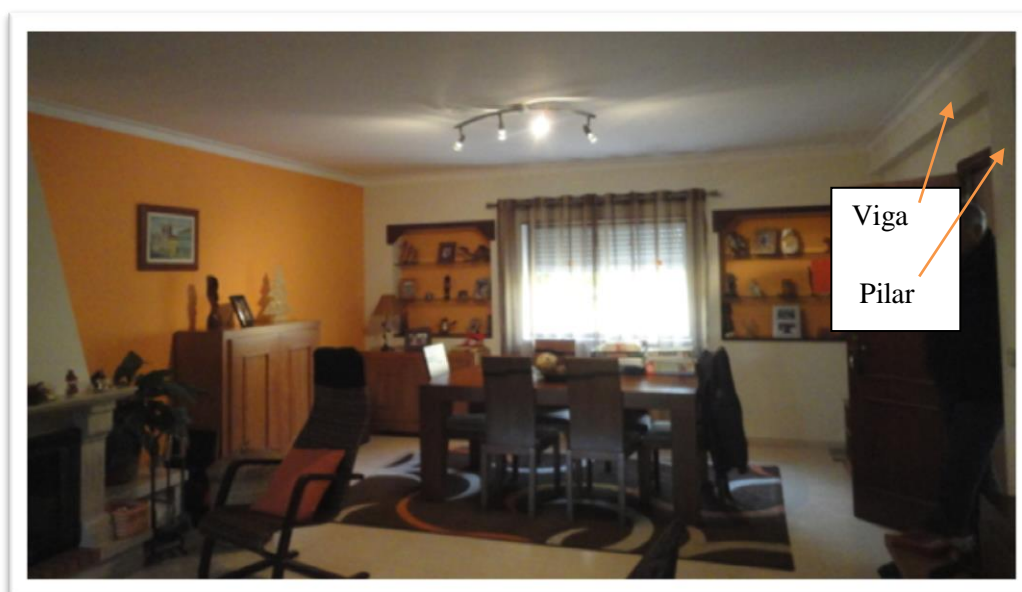


Figura 4.4 – Sala de estar - localização de viga e pilar

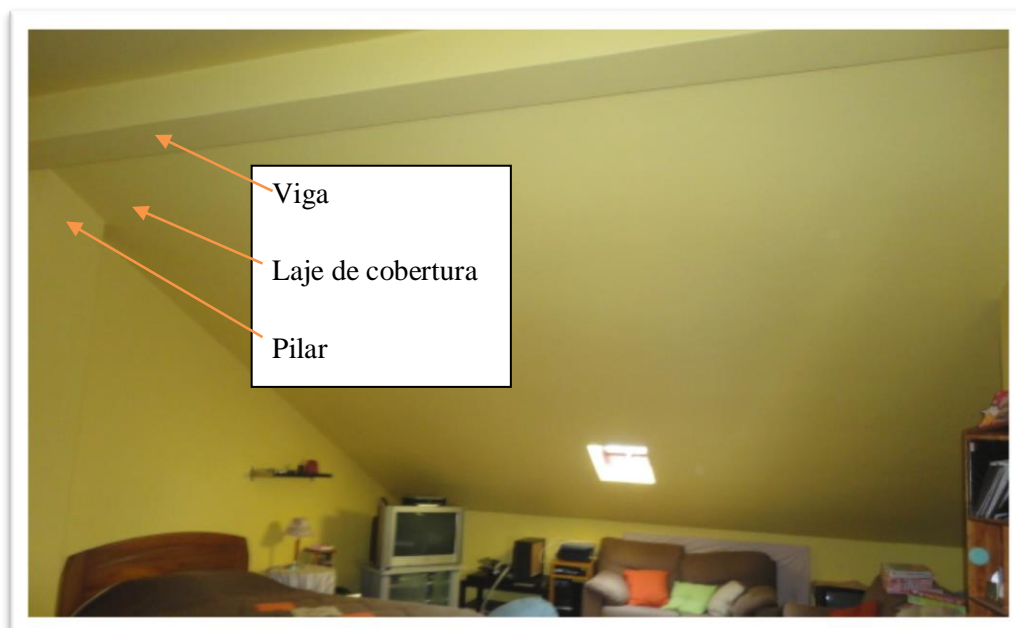


Figura 4.5 – Arrecadação - localização do pilar, viga e laje de cobertura

Verificou-se que a moradia não apresenta patologias relevantes ao nível estrutural uma vez que é visível o cuidado e manutenção que a vivenda apresenta o que faz com que se mantenha a boa qualidade e preservação das fachadas e do seu interior como podemos constatar pelas diversas figuras e especialmente pela Figura 4.6.



**Figura 4.6 – Fachada Principal**

Apesar de não terem sido detectados danos visíveis no betão armado, no entanto, para uma melhor avaliação do estado estrutural da moradia seria benéfico terem-se realizado ensaios de inspecção e diagnóstico com o intuito de certificarmo-nos, com uma maior exactidão, acerca do tipo de aço existente, capacidade resistente do betão, espaçamento entre armaduras, recobrimento e diâmetro.

As vantagens em recorrer a ensaios de inspecção e diagnóstico levam-nos a obter uma análise mais exacta e precisa da real estrutura existente e conseqüentemente poderia elaborar-se um dimensionamento diferente do realizado apenas com a inspecção visual e assim mais próximo da estrutura existente.

#### **ENSAIOS DE INSPECÇÃO E DIAGNÓSTICO**

Recomenda-se que os ensaios destrutivos que poderiam ter sido realizados seriam os seguintes:

- Ensaio de carotes;

- Ensaio de penetração.

O ensaio de carotes consiste em obter a resistência à compressão dos elementos de betão. Para a realização deste ensaio procede-se à recolha de amostras de betão *in situ* recorrendo a uma caroteadora em que as carotes deverão ser cilíndricas e apresentar um diâmetro mínimo de 5cm e extraídos com o auxílio de uma coroa diamantada. As carotes devem ser preparadas e ensaiadas em laboratório com o auxílio de uma prensa de ensaio que ao destruir a carote dá-nos o valor máximo de resistência à compressão. Os resultados obtidos deste ensaio podem ser influenciados por diversos factores, tais como: máxima dimensão do inerte, carbonatação do betão e direcção em que a carote foi extraída.

Na Figura 4.7 temos uma representação fotográfica de um ensaio de carotes de betão.



**Figura 4.7 – Ensaio de Carotes de betão (Fonte - Imagens do Google)**

O ensaio de penetração baseia-se no princípio de que a resistência à compressão de um betão esteja relacionado com a profundidade de penetração de uma sonda disparada por uma pistola contra a superfície do betão até que a sua enérgica cinética seja totalmente absorvida. O aparelho que nos permite realizar este ensaio é designado por Windsor Probe ou Pistola de Windsor (Figura 4.8). Este é um ensaio de baixo custo, de rápida e fácil execução, simples, de resultados imediatos e reflecte o comportamento do material betão desde a profundidade de 25 mm até 75 mm. É necessário apenas o acesso a uma das faces da estrutura a ser ensaiada e permite-nos uma boa análise acerca da homogeneidade do betão. Este ensaio possui algumas limitações nos resultados obtidos quer em termos de classes de resistência, tipos de betão e inertes, bem como na avaliação da influência de determinadas características como a temperatura e a carbonatação. Aquando da realização deste tipo de ensaio deve evitar-se zonas de armaduras de modo a que estas não influenciam os resultados finais.



**Figura 4.8 – Pistola de Windsor (Fonte: Elementos de OCO – ISEL)**

Os ensaios não destrutivos que poderiam ter sido realizados na presente situação seriam os seguintes:

- Esclerométrico;
- Profometer ou Pacómetro;
- Transmissão de ultra-sons.

O ensaio esclerométrico permite avaliar *in situ* a qualidade do betão em elementos de BA e permite-nos aferir a uniformidade do betão existente e ainda detectar eventuais zonas de fragilidade. O aparelho utilizado é o Esclerómetro de Schmidt (Figura 4.9) que mede a dureza superficial do betão e o seu princípio de funcionamento é uma massa impelida por uma mola embate num percutor em contacto com a superfície. O valor do recuo da massa é então convertido num valor de resistência à compressão através de ábacos.

Alguns dos factores que influenciam os resultados deste ensaio são: a calibração do aparelho, a concentração de inertes na superfície, a carbonatação do betão e o teor de humidade superficial.

Este é um ensaio normalizado pela NP EN 12504-2, é económico e realiza-se de uma forma simples e não destrutiva.



**Figura 4.9 – Esclerómetro de Schmidt (Fonte – Imagens do Google)**

O ensaio do Profómetro ou Pacométrico permite-nos fazer a caracterização estrutural dos elementos de BA como sendo a distribuição dos varões de aço, o seu diâmetro e o recobrimento no interior dos elementos. Este aparelho funciona com base em efeitos electromagnéticos. As limitações deste equipamento devem-se à pouca fiabilidade na determinação simultânea do diâmetro e do recobrimento e à não detecção da segunda camada de armaduras. É fiável para recobrimentos inferiores a 10 cm apenas e varões muito próximos uns dos outros podem ser detectados como sendo um só. Trata-se de um ensaio que se realiza in situ, é económico, não destrutivo e também bastante simples de aplicar. Na Figura 4.10 temos o exemplo de um Pacómetro.



**Figura 4.10 – Pacómetro (Fonte - Scielo Portugal)**

O ensaio com transmissão de ultra-sons (Figura 4.11) é vulgarmente usado na avaliação da qualidade do betão e mede a velocidade de propagação de uma onda ultra-sónica através do betão. A partir deste ensaio detectamos a presença de fissuras internas, imperfeições e alterações no betão, tal como a deterioração devido ao ambiente químico agressivo, congelamento e descongelamento.



**Figura 4.11 – Ensaio de Ultra-sons (Fonte: Scielo Portugal)**

#### **4.4.2 PROJECTO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE GÁS**

Nesta especialidade foi apresentada uma declaração em que explicita que não se encontra prevista a utilização de gás uma vez que é utilizada a energia eléctrica para os aparelhos de aquecimento e de águas quentes sanitárias.

#### **4.4.3 PROJECTO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS**

Uma vez que a moradia já existe e não foram realizados quaisquer ensaios de inspeção e diagnóstico, o projecto apresentado é apenas uma especulação daquilo que poderá ser um projecto desta moradia.

Na elaboração deste projecto começou-se por identificar a localização do contador já existente e da fonte de aquecimento (esquentador) (Figura 4.12), de seguida procedeu-se a um possível esboço da rede de abastecimento de águas.



**Figura 4.12 – Localização do contador e do esquentador**

De seguida, procedeu-se ao cálculo e dimensionamento da rede por forma a obter-se os diâmetros espectáveis das tubagens. Realizou-se ainda a memória descritiva e justificativa da rede de abastecimento da rede que podemos ver apresentada de seguida. As peças desenhadas deste projecto encontram-se no Anexo VII para consulta.

## **INTRODUÇÃO**

Refere-se a presente memória descritiva e justificativa ao projecto da rede de distribuição interior de água de uma moradia que o requerente pretende legalizar as alterações da moradia, de acordo com o projecto de arquitectura entregue na Câmara Municipal e em conformidade com o Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto.

## **REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA**

O sistema de distribuição de água fria à moradia tem início na rede pública a partir da caixa de ramal localizada no passeio junto à entrada da moradia. As canalizações de água fria seguirão o traçado indicado nas peças desenhadas, onde se assinalam os respectivos diâmetros.

## **REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE**

Para o abastecimento de água quente, foi projectada a instalação de um esquentador na cozinha de onde se iniciará a rede de água quente. As canalizações de água quente seguirão o traçado indicado nas peças desenhadas, onde se assinalam os respectivos diâmetros e serão isoladas com produtos adequados, imputrescíveis, não corrosivos, incombustíveis e resistentes à humidade.

### **TRAÇADO**

O traçado das canalizações prediais de água será constituído por troços rectos, horizontais e verticais, ligados entre si por acessórios apropriados, devendo os primeiros possuir ligeira inclinação para favorecer a circulação do ar, 0,50 % (valor recomendável). As canalizações de água quente serão colocadas, sempre que possível, paralelamente às de água fria e nunca abaixo destas. A distância mínima entre a água quente e a água fria é de 5 cm.

### **INSTALAÇÃO DO CONTADOR**

O contador será instalado no muro de vedação, em compartimento próprio, de acordo com as dimensões indicadas pelos Serviços Municipalizados da Câmara Municipal de Peniche, onde se encontra a válvula de retenção e válvula de corte manobrada pelo utilizador.

### **TUBAGENS E ACESSÓRIOS**

As tubagens das redes de distribuição domiciliárias de água fria e quente serão executadas em tubo PN 20 da marca “Coprax” com acessórios do mesmo material.

### **ENSAIOS**

A verificação da conformidade do sistema com o projecto aprovado e com a legislação aplicável deve ser feita com as canalizações e respectivos acessórios à vista. Será efectuado um ensaio de estanquidade da rede em conformidade com o previsto na legislação. Todas as tubagens serão submetidas a prova de ensaio hidráulico pelo período de 24 horas a uma pressão máxima de 600 kPa.

### **VÁLVULAS DE SECCIONAMENTO**

Serão instaladas válvulas de seccionamento à entrada dos ramais de introdução individuais, dos ramais de distribuição das instalações sanitárias e das cozinhas e a montante de autoclismos, de fluxómetros, de equipamento de lavagem de roupa e de louça, do equipamento de produção de água quente, de purgadores de água e ainda imediatamente a montante e a jusante do contador. Serão também instaladas válvulas de retenção a montante de aparelhos produtores-acumuladores de água quente e no início de qualquer rede não destinada a fins alimentares e sanitários.

**DIMENSIONAMENTO**

Para o dimensionamento hidráulico das tubagens foi estudada a melhor solução que, para o máximo de economia, não violasse as preconizações do regulamento.

**CÁLCULO**

Para a determinação do caudal de cálculo das tubagens da água quente e fria considerou-se os caudais instantâneos que se apresentam no Quadro 4.1.

**Quadro 4.1 – Caudais mínimos nos dispositivos de água quente e fria**

	<b>Equipamentos</b>	<b>Caudais mínimos (l/s)</b>
WC 1	Lavatório individual (Lv)	0,10
	Autoclismo de bacia de retrete (Br)	0,10
	Bidé (Bd)	0,10
	Banheira (Ba)	0,25
WC 2	Lavatório individual (Lv)	0,10
	Autoclismo de bacia de retrete (Br)	0,10
	Bidé (Bd)	0,10
	Banheira (Ba)	0,25
WC 3	Lavatório individual (Lv)	0,10
	Autoclismo de bacia de retrete (Br)	0,10
	Bidé (Bd)	0,10
	Chuveiro (Ch)	0,15
Cozinha	Pia lava-louça (Ll)	0,20
	Esquentador	0,90
	Máquina de lavar louça (Ml)	0,15
Telheiro	Pia lava-louça (Ll)	0,20
Tratamento de roupa	Máquina de lavar roupa (Mr)	0,20

Utilizando a metodologia de cálculo, vista anteriormente, e recorrendo ao cálculo automático consegue-se obter os resultados do Quadro 4.2. e Quadro 4.3.

Quadro 4.2 - Cálculo dos caudais de cálculo e diâmetros das tubagens

Tipo de Ramal	Troço	Q <sub>a</sub> (l/s)	Q <sub>c</sub> (l/s)	Dint (mm)	Dint (mm) catálogo	DN (mm) catálogo
Ramal de	A – B	3,20	0,9898	35,5	42	63
Ramal de distribuição	B – C	3,20	0,9898	35,5	42	63
	C – E	2,95	0,9495	34,8	42	63
	E – G	0,75	0,4723	24,5	26,6	40
	E – I	1,10	0,5741	27,0	33,2	50
	I – K	0,85	0,5034	25,3	26,6	40
	K – M	0,55	0,4032	22,7	26,6	40
Rama de alimentação	C – D	0,25	0,2697	18,5	21,2	32
	E – F	1,10	0,5741	27,0	33,2	50
	G – H	0,20	0,2407	17,5	21,2	32
	I – J	0,25	0,2697	18,5	21,2	32
	K – L	0,30	0,2960	19,4	21,2	32
	M – N	0,10	0,1690	14,7	16,6	25
	M – O	0,45	0,3640	21,5	26,6	40

Quadro 4.3 - Cálculo de perdas de carga e pressão

Tipo de Ramal	Troço	Velocidade escoamento (m/s)	J (m/m)	$\Delta H$ (m)	$\Delta H$ total (m)	Pressão ponto mais desfavorável (kPa)
Ramal de distribuição	B – C	0,7148	0,0157	0,1466	1,0440	228,0598
	C – E	0,6857	0,0146	0,0262		
	E – G	0,8503	0,0376	0,4959		
	E – I	0,6635	0,0185	0,0598		
	I – K	0,9063	0,0420	0,0353		
	K – M	0,7259	0,0285	0,2803		

Na impossibilidade de se conhecer com exactidão a localização de toda a rede de águas o presente projecto foi realizado com base no regulamento em vigor e assim foi feito um esboço da possível rede.

#### **4.4.4 PROJECTO DA REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS E PLUVIAIS**

Tal como foi abordado no ponto anterior, não foram realizados nenhuns ensaios de inspecção e diagnóstico à rede de drenagem e por isso o projecto apresentado é uma mera especulação da rede que poderá existir.

Em primeiro lugar, procurou-se saber a localização dos elementos de drenagem das águas residuais domésticas e pluviais (tubos de queda, tubos de ventilação, ralos, caixas de visita, etc.) e reunida toda esta informação elaborou-se o projecto de acordo com os elementos que nos eram visíveis a olho nu e fazendo-se cumprir a legislação em vigor. De seguida, procedeu-se ao cálculo e dimensionamento da rede de modo a obter-se os diâmetros das tubagens e as cotas das caixas de visita e elaborou-se também a memória descritiva e justificativa como podemos verificar de seguida.

#### **INTRODUÇÃO**

Refere-se a presente memória descritiva e justificativa ao projecto da rede de drenagem de águas residuais de uma moradia que o requerente pretende legalizar as alterações da moradia de acordo com o projecto de arquitectura entregue na Câmara Municipal e em conformidade com o Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto.

#### **REDE DE DRENAGEM PREDIAL DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS**

Conforme se apresenta nas peças desenhadas a rede é ligada ao colector municipal. Os ramais de descarga das águas residuais domésticas têm por finalidade a condução destas aos respectivos colectores prediais.

#### **TRAÇADO**

No traçado da rede teve-se o cuidado para que o seu escoamento se faça por gravidade, sendo feito por troços rectilíneos unidos por curvas de concordância, facilmente desobstruíveis sem necessidade de proceder à sua desmontagem, ou por caixas de reunião. A inclinação das tubagens situa-se nos 2 mm/m. A ligação dos vários aparelhos sanitários a um mesmo ramal de descarga será feita por meio de forquilhas ou caixas de reunião. Sempre que não for possível evitar as mudanças de direcção, estas devem ser efectuadas por curvas de concordância. Nos colectores prediais enterrados devem ser implantadas câmaras de inspecção no seu início, em mudanças de direcção, de inclinação, de diâmetro e nas confluências.

### **LIGAÇÃO AO COLECTOR PRINCIPAL**

A ligação dos ramais de descarga deve ser feita aos colectores prediais, por meio de forquilhas ou câmaras de inspecção.

### **TUBAGENS E ACESSÓRIOS**

A rede de esgotos será executada em tubo PVC, bem como os ramais de ventilação. As mudanças de direcção serão praticadas por meio de caixas de visita com as dimensões mínimas de 0.40 x 0.40 x 0.40 m, medidas interiormente e o seu acesso far-se-á por tampa com caixilho de ferro fundido. As caixas de visita serão executadas em alvenaria de tijolo ou betão e afagadas interiormente sendo no fundo executado caleira que oriente as águas no sentido do escoamento. Os diâmetros destas redes bem como a indicação dos elementos acessórios estão indicados nas peças desenhadas.

### **VENTILAÇÃO**

As redes de drenagem de águas residuais domésticas têm que possuir sempre ventilação primária, obtida através do prolongamento dos tubos de queda até à sua abertura na atmosfera.

### **SIFÕES**

Todos os aparelhos sanitários devem ser servidos, individual ou colectivamente, por sifão. Quando não incorporados nos aparelhos sanitários os sifões devem ser instalados a uma distância não superior a 3 m. Os sifões devem ser instalados verticalmente, de modo a poder manter-se o seu fecho hídrico, e colocados em locais acessíveis para facilitar operações de limpeza e manutenção.

### **COLECTORES PREDIAIS**

Os colectores prediais têm como função a recolha de águas residuais provenientes de tubos de queda, de ramais de descarga situados no piso superior adjacente.

### **DIMENSIONAMENTO**

O diâmetro nominal de águas residuais domésticas não pode ser inferior ao maior dos diâmetros dos ramais a eles ligados, com um mínimo de 50 mm. No caso dos colectores

prediais o diâmetro nominal não pode ser inferior ao maior dos diâmetros das canalizações a eles ligados, com um mínimo de 110 mm.

### CÁLCULO

Recorrendo-se do cálculo automático apresentam-se nos quadros seguintes (desde o Quadro 4.4 até ao Quadro 4.9) o cálculo da rede de drenagem das águas domésticas.

**Quadro 4.4 – Determinação dos Caudais Acumulados de Descarga**

Aparelho	Caudal (l/min)	Proveniência das Descargas					
		I.S. 1	I.S. 2	I.S. 3	Cozinha	Telheiro	Tratamento de roupa
		Quant.	Quant.	Quant.	Quant.	Quant.	Quant.
Bacia de Retrete	90	1	1	1	0	0	0
Banheira	60	1	1	0	0	0	0
Bidé	30	1	1	1	0	0	0
Chuveiro	30	0	0	1	0	0	0
Lavatório	30	1	1	1	0	0	0
Máquina de lavar loiça	60	0	0	0	1	0	0
Máquina de lavar roupa	60	0	0	0	0	0	1
Lava loiça	30	0	0	0	1	1	0
Tanque de lavar roupa	60	0	0	0	0	0	0
	$Q_{ac} =$	210	210	90	30	60	60

**Quadro 4.5 – Determinação dos Caudais Acumulados Totais do Edifício**

Quantidade	Sala de água	Total (l/min)
1	I.S. 1	210
1	I.S. 2	210
1	I.S. 3	180
1	Cozinha	90
1	Telheiro	30
1	Tratamento de roupa	60
	Total =	780

**Quadro 4.6 – Dimensionamento dos Ramais de Descarga Não Individuais**

Aparelhos sanitários	Caudal acumulado (l/min)	Caudal de cálculo (l/min)	Inclinação (mm/m)	Diâmetro (interior) (m)	Diâmetro adoptado (mm)
Ba + Bd + Lv	120	95	20	0,0619	75
Ch + Bd + Lv	90	82	20	0,0585	75

**Quadro 4.7 – Dimensionamento dos Tubos de Queda**

Tubo de Queda	Aparelhos sanitários	Caudal acumulado (l/min)	Caudal de cálculo (l/min)	Taxa de ocupação (ts)	Diâmetro do tubo de queda (mm)	Diâmetro adoptado (mm)
D1	Ba + Bd + Lv + Br	210	129	1/5	74,7	90
D2	Ba + Bd + Lv + Br	210	129	1/5	74,7	90

**Quadro 4.8 – Dimensionamento dos Colectores Prediais**

Colector Predial	Proveniências das descargas	Caudal acumulado (l/min)	Caudal de cálculo (l/min)	Inclinação (mm/m)	Diâmetro (interior) (m)	Diâmetro do colector (mm)	Diâmetro adoptado (mm)
CI 1	Cx 1	240	138	20	0,0712	71	110
CI 2	Cx 2	300	156	20	0,0744	74	110
CI 3	Cx 3	780	259	20	0,0902	90	110

**Quadro 4.9 – Dimensionamento do Ramal de Ligação**

Proveniências de descargas	Caudal acumulado (l/min)	Caudal de cálculo (l/min)	Inclinação (mm/m)	Diâmetro (interior) (m)	Diâmetro do colector (mm)	Diâmetro do ramal de ligação (mm)
Cx 3	780	259	20	0,0902	90	125

A rede de drenagem de águas pluviais resume-se à colocação de ralos de pavimento que serão conduzidos ao colector municipal de acordo com as peças desenhadas.

O cálculo da rede de drenagem das águas pluviais foi elaborado de acordo com a metodologia apresentada e está apresentado nos quadros seguintes (desde o Quadro 4.10 até ao Quadro 4.13).

**Quadro 4.10 – Dimensionamento dos Ramais de Descarga**

Área de contribuição	Intensidade de precipitação (l/min.m <sup>2</sup> )	Caudal de cálculo (l/min)
105,30	1,75	184,28
50,70	1,75	88,73
21,00	1,75	36,75

**Quadro 4.11 – Dimensionamento dos Ramais de Descarga**

Aparelhos sanitários	Caudal acumulado (l/min)	Caudal de cálculo (l/min)	Inclinação (mm/m)	Diâmetro de cálculo (mm)	Diâmetro adoptado (mm)
Ralo 1	184,28	184	20	0,0397	50
Ralo 2	88,73	89	20	0,0302	50
Ralo 3	36,75	37	20	0,0217	50

**Quadro 4.12 – Dimensionamento dos Colectores Prediais**

Colector Predial	Proveniências das descargas	Caudal acumulado (l/min)	Inclinação (%)	Diâmetro de cálculo (mm)	Diâmetro adoptado (mm)
Cl 1	Ralo 1	184,28	2	61	110
Cl 2	Ralo 2	273,00	2	71	110
Cl 3	Ralo 3	309,75	2	74	110

**Quadro 4.13 – Dimensionamento do Ramal de Ligação**

Proveniências das descargas	Caudal acumulado (l/min)	Caudal de cálculo (l/min)	Inclinação (%)	Diâmetro de cálculo (mm)	Diâmetro adoptado (mm)
Cx 3	309,75	309,75	2	96	125

No Anexo VIII pode-se consultar as peças desenhadas deste projecto da rede de drenagem de águas residuais.

#### **4.4.5 PROJECTO ACÚSTICO**

Tal como no caso estudo anterior, começou-se por definir a constituição das paredes exteriores e respectivos elementos e de seguida procedeu-se à concepção da memória descritiva e justificativa onde consta também o cálculo e os respectivos desenhos.

#### **MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

##### **INTRODUÇÃO**

O presente projecto de acondicionamento acústico corresponde ao projecto arquitectónico, aprovado pela câmara municipal.

A avaliação das condições acústicas do presente projecto tem por base a tipologia das paredes que constituem a moradia bem como a zona onde se insere. No caso presente considera-se que a moradia está situada numa zona sensível.

##### **DESCRIÇÃO DA TIPOLOGIA DAS PAREDES**

As paredes exteriores serão duplas de tijolo furado de 11 + 11 cm, com caixa-de-ar e rebocada em ambas as faces com uma espessura de 1,5 cm cada um delas.

Para as superfícies envidraçadas considerou-se vidro duplo de 8mm.

##### **MÉTODOS DE VERIFICAÇÃO**

A verificação dos índices de isolamento sonoro a sons de condução aérea para a moradia de acordo com o definido no artigo 5.º, ponto 1 alínea a) i), do Decreto-lei n.º 96/2008 de 9 de Junho.

Cálculo dos índices de isolamento sonoro

Zona opaca: massa superficial da parede de 0,11 m rebocada numa das faces (1,5 cm):

$$188,0 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow R_w = 42 \text{ dB}$$

Acrescento de novo pano de parede com 0,11 m de espessura: massa superficial 188,0 kg/m<sup>2</sup>

$$\Rightarrow \Delta R_w = 3 \text{ dB}$$

Isolamento global da parte opaca:  $R_w = 42 + 3 = 45 \text{ dB}$

Zona translúcida: Caracterizada com  $R_w$  de 34 dB

Área envidraçada: 1,76 m<sup>2</sup>

Área opaca: 17,78 m<sup>2</sup>

$$D_{2m,n,w} = 10 \times \log\left(\frac{10}{19,54}\right) + 10 \log\left[\frac{19,54}{17,78 \times 10^{-\frac{45}{10}} + 1,76 \times 10^{-\frac{34}{10}}}\right] = 38,99 \text{ dB}$$

Verificação:  $D_{2m,n,w}$ , mín: 33 dB

No presente caso estimou-se o valor de 38,99 dB logo verifica-se que cumpre o regulamento em vigor.

Podemos consultar a peça desenhada deste projecto acústico no Anexo IX.

#### 4.4.6 PROJECTO DE ISOLAMENTO TÉRMICO

Relativamente ao projecto de isolamento térmico, uma vez que a moradia se encontra construída e de acordo com o entendimento da ADENE a verificação do comportamento térmico da moradia tem em vista a satisfação das exigências preconizadas no Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), (Decreto Lei n.º 118/2013). Assim, e uma vez que a moradia se encontra construída, e de acordo com o entendimento da ADENE não se apresenta Declaração de Conformidade Regulamentar uma vez que não é possível cumprir integralmente com a legislação em vigor.

Existem alguns ensaios de inspecção e diagnóstico que poderíamos ter recorrido para melhor se conhecer as características térmicas do edifício.

#### ENSAIOS DE INSPECÇÃO E DIAGNÓSTICO

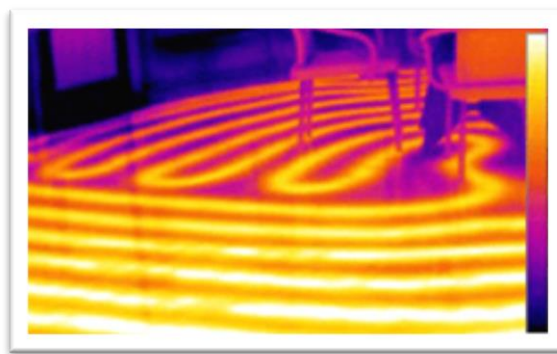
Alguns dos meios de peritagens que nos permitiriam detectar e caracterizar as patologias térmicas da estrutura seriam:

- Termografia;
- Medição do teor de água em materiais de construção.

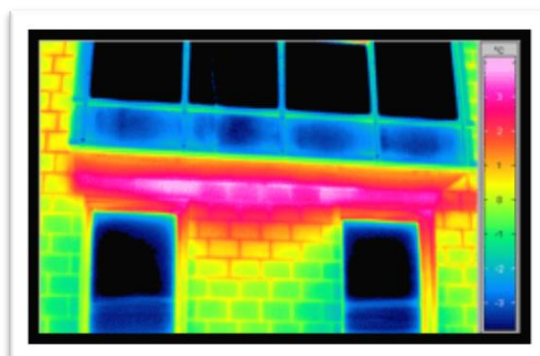
A termografia é uma técnica de análise de edifícios rápida, económica, coerente e não destrutiva que permite detectar heterogeneidades nos elementos construtivos que não podem ver detectados a olho nu. O equipamento utilizado para este método são as câmaras termográficas e o seu princípio de funcionamento faz-se por meio de raios infravermelhos

que nos indicam a temperatura a que está determinada superfície. Através da análise termográfica é possível detectar a existência de anomalias nos padrões de temperatura dos elementos de construção, quando analisados nas mesmas condições. Sempre que houver diferenças nos padrões de temperaturas sabemos que estamos perante alguma anomalia. As câmaras termográficas permitem detectar e localizar problemas como as humidades e infiltrações em paredes e coberturas, falta de isolamento térmico em fachadas e coberturas, roturas em tanques, depósitos, canalizações de águas e em sistemas de ar condicionado, e perdas de ar e de calor através dos vãos (janelas e portas). Com este aparelho conseguimos também identificar o traçado das tubagens, a sua localização e as dimensões dos elementos estruturados embebidos nas paredes. Podemos ainda detectar a existência de colónias de insectos no interior dos elementos de madeira e analisar o sistema de equipamentos eléctricos.

A título de exemplo temos na Figura 4.13 e na Figura 4.14 imagens obtidas através do uso da termografia.

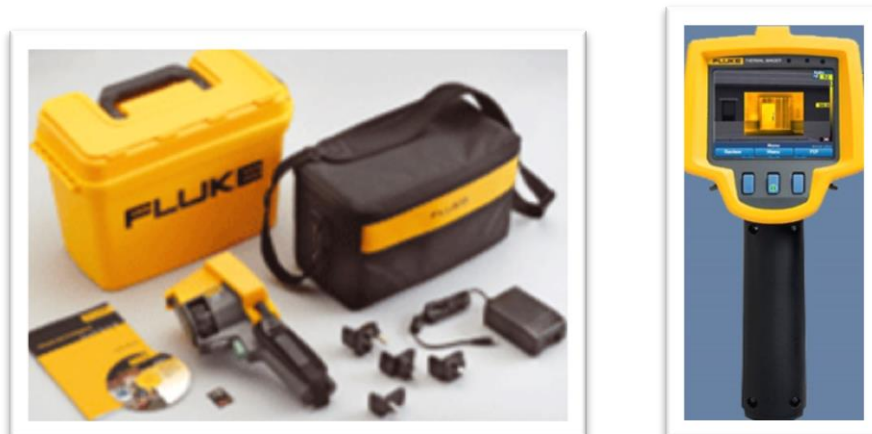


**Figura 4.13 – Identificação de sistema de aquecimento em pavimentos (Fonte: PPH – Peritagem de patologias da Habitação)**



**Figura 4.14 – Identificação de pontes térmicas em fachadas de edifícios (Fonte: PPH – Peritagem de patologias da Habitação)**

Na Figura 4.15 temos o exemplo de uma câmara termográfica embora exista uma vasta diversidade deste tipo de equipamentos no mercado.



**Figura 4.15 – Câmara termográfica (Fonte: PPH – Peritagem de patologias da Habitação)**

Recorrendo ao ensaio não destrutivo da medição do teor de água em materiais de construção podemos detectar a presença de humidade e do teor de água que as construções possuem. A presença de humidade nas construções leva-nos à deterioração da estrutura e ao aparecimento de patologias indesejadas. Usualmente, utiliza-se este método em paredes, tectos e pavimentos que nos permite dar a conhecer o teor de água e determinar assim a existência de eventuais infiltrações que ainda possam não ser visíveis a olho nu. O aparelho utilizado é o huminímetro, Figura 4.16, que é um aparelho portátil que permite medir a quantidade de humidade superficial. Este é um ensaio rápido, fácil de utilizar e de manusear e ainda é possível concretizar-se um número elevado de ensaios em relativamente pouco tempo.



**Figura 4.16 – Huminímetro (Fonte – Imagens do Google)**

## **5 ANÁLISE COMPARATIVA DOS CASOS DE ESTUDO**

Os dois casos de estudo que se apresentam neste trabalho têm características diferentes mas nem por isso a resposta aos pareceres são assim também díspares.

Para as construções novas os projectos e dimensionamento que se elaboram são para situações reais e de futura concretização, neste sentido, os projectos são realizados com o intuito de se encontrar as melhores soluções construtivas para o máximo de economia possível. São elementos que servem para o construtor e todos os trabalhadores em obra conseguirem construir o edificado correctamente e posteriormente que este tenha um bom funcionamento de serviço.

No caso da legalização de alterações, os projectos executados servem apenas como um elemento especulativo do existente pois não foram realizados quaisquer ensaios de inspecção e diagnóstico.

Em resposta ao projecto de estabilidade do caso de estudo da legalização, o mesmo é realizada na sua íntegra (memória descritiva e justificativa e peças desenhadas) apenas com a inspecção visual que se fez ao edifício.

No projecto da rede de abastecimento de gás, para a situação de construção nova foi realizado um projecto que foi devidamente certificado por uma entidade externa e que será de futura concretização. Este projecto foi dimensionado para o abastecimento a gás natural embora, na localização onde a moradia se situa ainda não exista rede de distribuição. Contudo, é obrigatório, que se faça para todos os novos projectos de construção o abastecimento a gás natural mesmo que não exista rede de distribuição no local. A moradia irá ser abastecida a gás engarrafado embora não esteja prevista esta situação no projecto de gás concebido.

O projecto da rede de abastecimento de águas da legalização foi executado apenas também com a inspecção visual e tendo em consideração a localização dos elementos constituintes desta rede. O cálculo e dimensionamento da rede foi realizado tendo em conta os dispositivos existentes.

Relativamente ao projecto de drenagem de águas residuais, para a situação de legalização foi realizado da mesma forma que foi para a situação de construção nova pois tendo em conta os elementos de drenagem realizou-se o presente projecto.

Tanto para o projecto da rede de abastecimento de águas como para o projecto da rede de drenagem de águas residuais, foram realizados da mesma forma para os dois casos em estudo embora que um seja para futura construção e o outro (legalização) seja apenas um mero projecto especulativo acerca das redes existentes.

O projecto de acústico para ambos os casos em estudo foi também realizado da mesma forma tendo em consideração a constituição das paredes (exteriores) e dos vãos.

O projecto de isolamento térmico da construção nova foi realizado pelo engenheiro orientador não tendo a aluna tido conhecimento do mesmo. Para a situação de legalização, em resposta ao projecto de isolamento térmico, é apresentada uma memória descritiva e justificativa onde consta que uma vez que a moradia se encontra construída não é possível cumprir integralmente com a legislação em vigor.

## **6 OUTROS TRABALHOS**

Além dos projectos de especialidades foram também concretizados outros trabalhos relacionados com a profissão do engenheiro civil. Maioritariamente, os trabalhos realizados foram: projectos de demolição, ocupações de via pública, fichas de segurança contra incêndios e licenças de utilização.

### **6.1 PROJECTO DE DEMOLIÇÃO**

A Portaria N.º701-H/2008 define projecto de demolição como sendo “o projecto com base numa construção existentes que visa a sua total ou parcial destruição”.

Um projecto de demolição é composto pelas seguintes peças:

- Calendarização onde consta o número de dias de trabalho da respectiva demolição;
- Estimativa orçamental;
- Ficha de descrição da edificação existente;
- Ficha Q3 do INE;
- Foto;
- Identificação do requerente (bilhete de identidade ou cartão de cidadão);
- Memória descritiva;
- Peça desenhada onde está identificado a área limite da propriedade, a sinalização necessária para identificar a zona de trabalhos, a localização e zonas de circulação do camião de transporte de entulho;
- Planta de localização;
- Registo da conservatória;
- Termo do autor do projecto de demolição.

No Anexo X consta, a título de exemplo, um projecto de demolição de uma moradia.

## **6.2 OCUPAÇÃO DE VIA PÚBLICA**

A ocupação de via pública é um processo essencial sempre que o espaço disponível para a concretização dos trabalhos não é o suficiente e por isso é necessário ocupar um espaço extra, de forma a conseguir assim colmatar a falta de espaço existente para o decorrer normal dos trabalhos. Esse espaço de ocupação da via pública pode ser utilizado como estaleiro da obra, para ocupação de carros e máquinas como por exemplo a implementação de uma grua.

O processo de ocupação de via pública é composto por:

- Declaração de ocupação de via pública onde o requerente assume que se responsabiliza pela reposição dos eventuais danos causados na via após a conclusão dos trabalhos;
- Foto;
- Localização;
- Peça desenhada onde está identificado a área limite da propriedade e a zona de ocupação da via pública.

No Anexo XI pode ser consultado alguns elementos do processo de um exemplo de ocupação da via pública.

## **6.3 FICHA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO**

A ficha de segurança contra incêndio é uma ficha da Autoridade Nacional da Protecção Civil onde consta a identificação do prédio urbano, do requerente e do autor da ficha. Nela estão também definidas as características da utilização-tipo, a caracterização global do edifício e as condições exteriores ao edifício assim como a resistência ao fogo dos elementos de construção no que diz respeito a isolamentos e protecção dos elementos estruturais e incorporados. Estes são os campos a preencher caso se trate de uma Utilização-Tipo I que engloba as habitações isoladas, geminadas ou em banda.

O preenchimento destas fichas foi realizado usando o livro [18] onde está muito explícito cada campo a preencher. No Anexo XII está a Ficha de Segurança Contra Incêndio do caso estudo referido no capítulo 3.

#### **6.4 AUTORIZAÇÃO DE UTILIZAÇÃO**

A autorização de utilização é um documento oficial emitido pela entidade licenciadora (Câmara Municipal) que confere a uma determinada fracção ou edifício a legalidade da sua utilização. Geralmente, o pedido desta autorização é efectuado no final da operação urbanística (licenciamento ou comunicação prévia) de construção e este documento só é emitido após os técnicos municipais fazerem uma vistoria e comprovarem que as operações de construção foram realizadas de acordo com os projectos aprovados.

Os elementos fundamentais para o pedido desta autorização são os seguintes:

- Telas finais das plantas, com a data actualizada, da rede de abastecimento de águas e de drenagem de águas residuais, em formato digital;
- Telas finais, com a data actualizada, de todas as peças desenhadas do projecto de arquitectura;
- Folha de áreas com a descrição por pisos;
- Termo de responsabilidade do director de fiscalização da obra (acondicionamento acústico), termo de responsabilidade pelo director de fiscalização da obra e respectiva declaração da ordem profissional;
- Termo de responsabilidade da instalação de gás;
- Comprovativo da Certiel e ITED ou facturas da luz e do telefone;
- Ficha Q4 do INE;
- Fotografia actualizada da fachada;
- Registo da conservatória.



## 7 CONCLUSÃO

Na prática corrente não se realizam quaisquer tipos de ensaio de inspecção e diagnóstico aquando de um processo de legalização de edifícios recorrendo-se apenas ao exame visual e nada mais. A realização desses ensaios iria encarecer todo o processo de legalização. As entidades licenciadoras aceitam os projectos nestas condições sendo que a responsabilidade cabe sempre ao técnico responsável pela realização dos projectos. Até aos dias de hoje nunca houve problemas de maior relevância a esta parte, contudo, é de salientar que a realização dos ensaios de inspecção e diagnóstico certamente iriam dar resultados bastante diferentes dos projectados nestas condições.

As construções ilegais em nada contribuem para o desenvolvimento urbanístico e na maioria das vezes até perturbam o mesmo. A título de exemplo, as construções ilegais como telheiros ou anexos muitas das vezes prejudicam as construções adjacentes uma vez que lhes são retiradas as vistas assim como a radiação solar incidente. Em Portugal ainda é muito comum existirem construções ilegais e as entidades camarárias pouco ou nada fazem para as dizimar. Este deveria ser um assunto da maior relevância pois todos saímos prejudicados com estas situações. Cabe às câmaras municipais controlarem estas situações e assim angariarem também maiores receitas no que diz respeito ao imposto municipal sobre imóveis (IMI). Também por questões de justiça seria benéfico que todos contribuíssemos de igual forma para este imposto consoante os imóveis de cada um.

Verificou-se que os projectos apresentados para os dois casos de estudo são bastante semelhantes embora o projecto de construção venha a ser de futuro uma situação real a concretizar e o projecto da legalização é apenas um mero elemento especulativo que em nada traduz a realidade construtiva existente mas ainda assim serve para o licenciamento que é o objectivo pretendido. Nas situações de legalização em que anteriormente tenha existido algum projecto, sempre que o requerente ou a câmara municipal dispõe dos projectos os mesmos são consultados e fazem-se os projectos novos com as indicações que constam nos projectos de um licenciamento antigo. No presente caso de legalização não tínhamos disponíveis os projectos anteriores por isso teve de se partir do princípio que nada sabíamos e projectamos e dimensionamos tudo de novo.

Na rede de abastecimento de gás o material escolhido foi o cobre uma vez que este material é o que apresenta melhor comportamento nas situações apresentadas e também o que garante a melhor relação qualidade preço.

Na rede de abastecimento de água não foram projectados os painéis solares tal como o regulamento indica devido ao facto da cobertura da moradia não ter nenhuma água virada a sul. A escolha do material da marca “Coprax” para a rede de abastecimento de água prende-se com o facto de este ser um material bastante resistente e de manuseamento e transporte fácil o que confere assim uma maior trabalhabilidade do material. Este material encontra-se homologado pelo LNEC e tem uma boa relação qualidade preço.

Relativamente aos tubos da rede de drenagem, o material escolhido foi o PVC devido também ao facto da boa relação qualidade preço. Este é um material também considerado leve e as suas técnicas de união são de fácil execução. Possui uma facilidade de instalação e de execução de ligações e apresenta uma boa resistência a produtos químicos e à oxidação. Garante um baixo valor de perdas de cargas contínuas.

A nível pessoal este estágio foi bastante enriquecedor pois foi possível compreender melhor como se processam os diferentes trabalhos de gabinete do âmbito da engenharia civil. Muitas das vezes os clientes vêm em procura não só de construir coisas novas mas sim de resolver algumas situações de licenciamento das suas propriedades. Por exemplo, a autorização de utilização é um documento que nem todas as pessoas têm embora os seus imóveis tenham sido construídos com licenças camarárias e estejam perfeitamente legais, contudo, à época que foram construídos este era um documento que não era preciso para fins legais e grande parte das pessoas não requereu este documento junto da câmara municipal na devida altura e agora para tratar, por exemplo, de uma transacção de venda ou de aluguer não poderá fazê-lo sem este documento.

Resumidamente, o estágio foi mais uma etapa de aprendizagem e despertou-me para muitas situações que nunca tinham sido postas em causa durante o percurso académico e com isto aprendi também novos conceitos. O contacto com o cliente e com as situações reais do dia-a-dia foi uma mais-valia para que no futuro me encontre mais bem preparada para lidar com determinadas situações e assim permitiu-me ter uma perspectiva diferente e mais realista da vida real.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apontamentos e sebatas das seguintes unidades curriculares leccionadas no ISEL: Física das Construções, Hidráulica Aplicada, Observação e Comportamento de Obras, Processos de Construção e Edificações I.

Apontamentos e elementos de consulta do curso de projectista de redes de gás do Instituto Tecnológico do Gás

### Catálogo

[C.1] **Coprax** – Tubos e acessórios em polipropileno copolímero random

### Livros e teses

[1] **A. Santos Silva, LNEC; A. Monteiro, LNEC; E. Pereira, LNEC, 2013.** Estruturas de betão: Técnicas de inspecção e diagnóstico. Seminário DURATINET. LNEC.

[2] **Amaral, Sara Filipa Milho, 2013.** Inspeção e diagnóstico de edifícios recentes – Estudo de um caso real. Lisboa, Portugal: Trabalho de projecto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na área de especialização em Edificações. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

[3] **BAETA, João Pedro Lourenço, 2007.** Avaliação da prática actual de dimensionamento de redes domiciliárias de distribuição de água: análise comportamental e ensaios *in situ*. Lisboa, Portugal: Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa.

[4] **CARVALHO, Ana Sofia Cardoso, 2009.** Caracterização preliminar de patologias acústicas do património edificado habitacional da cidade de Lisboa. Lisboa, Portugal: Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa.

[5] **FERMINO, Nélida Cristina Silva Rodrigues, 2014.** Métodos expeditos de avaliação experimental *in-situ* de características mecânicas de elementos de betão armado. Porto, Portugal: Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil, Especialização em Estruturas. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto.

- [6] **FERREIRA, Ana Rafaela Penedores Caixeiro, 2007.** Soluções técnicas para isolamento sonoro de edifícios de habitação. Lisboa, Portugal: Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa.
- [7] **FERREIRA, Joana Alexandra de Almeida, 2010.** Técnicas de diagnóstico de patologias em edifícios. Porto, Portugal: Dissertação submetida para a satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil – Especialização em Construções. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto.
- [8] **FERREIRA, Maria Inês Carvalho Sousa, 2013.** Sistemas prediais de drenagem de águas residuais domésticas – Estudo comparativo entre o Regulamento Geral e a Norma Europeia 12056-2. Porto, Portugal: Dissertação submetida para a satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil – Especialização em Construções. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto.
- [9] **FREITAS, António Jorge dos Santos, 2012.** Acompanhamento da construção de duas creches e ateliers de tempos livres. Lisboa, Portugal: Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil, Especialização em Edificações. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- [10] **MATEUS, Diogo (Professor Aux. FCTUC), 2008.** Acústica de edifícios e controlo de ruído.
- [11] **Mendes, Hugo Miguel Serôdio, 2015.** Reabilitação do centro de saúde de Sete Rios, do Ministério da Saúde. Lisboa, Portugal: Relatório de estágio para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, Especialização em Edificações. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- [12] **PALAS, Joana Isabel dos Santos, 2013.** Redes prediais – Patologias e reabilitação de redes de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais domésticas. Porto, Portugal: Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil, Especialização em Construções. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto.
- [13] **PALMA, António Maria Oliveira Coelho, 2010.** Principais métodos de diagnóstico de anomalias de paredes de edifícios antigos. Exemplo de aplicação. Lisboa, Portugal: Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, Perfil de Construção. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa.
- [14] **PREDROSO, Vítor M. R.** Manual dos sistemas prediais de distribuição e drenagem de águas. 3ª Edição, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2007.

[15] **Quintela, António Carvalho, Hidráulica, Gulbenkian, 2002.**

[16] **REIS, Tiago Diogo Pedroso, 2015.** Acompanhamento da construção de uma moradia unifamiliar. Lisboa, Portugal: Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil, Especialização em Edificações. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

[17] **Silva, João Carlos Martins Lopes da, 2012.** Reabilitação térmica de edifícios residenciais: propostas de intervenção. Lisboa, Portugal: Trabalho final de mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

[18] **Silvano, Marco Miguel e Pedro, Regulamento de Segurança em Tabelas. Fábrica das Letras, 2009.**

### **Normas e regulamentos**

[N.1] Decreto-Lei n.º 31/2009 de 3 de Julho

[N.2] **Instalações de Gás** – Decreto-Lei n.º 521/99 de 10 de Dezembro

[N.3] **Portaria N.º 701-H/2008**

[N.4] **Portaria Técnica das Condições de Segurança Contra Incêndio em Edifícios e Recintos** – Portaria n.º 1532/2008 de 29 de Dezembro

[N.5] **Portaria Técnica Relativo ao Projecto, Construção, Exploração e Manutenção das Instalações de Gás Combustível Canalizado em Edifícios** – Portaria n.º 361/98 de 26 de Junho

[N.6] **Redes, ramais de distribuição e utilização de gases combustíveis da 1ª, 2ª e 3ª famílias. Simbologia** – NP 4271:1994

[N.7] **Regimento Jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE)** – Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de Novembro actualizado pelo Decreto-Lei n.º 224/15 de 9 de Outubro

[N.8] **Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios** – Decreto-Lei n.º 96/2008 de 9 de Junho

[N.9] **Regulamento Geral do Ruído** – Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro actualizado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007 de 1 de Agosto

**[N.10] Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais** – Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto

**[N.11] Regulamento sobre a Instalação de Redes de Utilização de Gases Combustíveis** – Decreto-Lei n.º 263/89 de 17 de Agosto

**[N.12] Regulamento Técnico Relativo ao Projecto, Construção, Exploração e Manutenção de Redes de Distribuição de Gases Combustíveis** – Portaria n.º 690/2001 de 10 de Julho com as respectivas alterações sobre a Portaria n.º 386/94 de 16 de Junho

**[N.13] Ensaios não destrutivos** – NP EN 12504-2

### **Internet**

**[W.1]** <http://www.arquiteturaportuguesa.pt/terminal-de-cruzeiros-do-porto-de-leixoes/> (acedido em 19 de Outubro de 2016)

**[W.2]** <http://casavivaobras.pt/projectos-arquitectura-e-engenharia> (acedido em 10 de Maio de 2015)

**[W.3]** [http://www.civil.ist.utl.pt/~cristina/RREst/Aulas\\_Apresentacoes/07\\_Bibliografia/inspeccao%20\(inspection\)/NM\\_08.pdf](http://www.civil.ist.utl.pt/~cristina/RREst/Aulas_Apresentacoes/07_Bibliografia/inspeccao%20(inspection)/NM_08.pdf) (acedido em 28 de Outubro de 2015)

**[W.4]** <http://cm-viseu.pt/guiareabcentrohistorico/capitulo6/index.php?pag=37> (acedido em 22 de Setembro de 2015)

**[W.5]** [http://www.coprax.com/uploads/documentos/documento\\_1353345285\\_5274.pdf](http://www.coprax.com/uploads/documentos/documento_1353345285_5274.pdf) (acedido em 7 de Abril de 2016)

**[W.6]**

[https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779576302117/VC\\_FasesdoEstudo\\_aula9.pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779576302117/VC_FasesdoEstudo_aula9.pdf) (acedido em 10 de Maio de 2015)

**[W.7]** [http://www.gecorpa.pt/upload/Agenda/PATORREB2015\\_programa.PDF](http://www.gecorpa.pt/upload/Agenda/PATORREB2015_programa.PDF) (acedido em 10 de Maio de 2015)

**[W.8]** <http://www.inci.pt/Portugues/Paginas/INCIHome.aspx> (acedido em 13 de Outubro de 2015)

- [W.9] <http://www.isq.pt/service.aspx?menuid=2436&eid=21141&bl=1> (acedido em 2 de Maio de 2016)
- [W.10] [http://www.nada.pt/projects/nada/docs/fases\\_projecto.pdf](http://www.nada.pt/projects/nada/docs/fases_projecto.pdf) (acedido em 10 de Maio de 2015)
- [W.11] <http://www.ncrep.pt/section.php?id=1439> (acedido em 20 de Outubro de 2015)
- [W.12] <http://www.oz-diagnostico.pt/fichas/1F%20001.pdf> (acedido em 15 de Outubro de 2015)
- [W.13] <http://www.peritagemdeedificios.com/equipamentos.html> (acedido em 9 de Outubro de 2015)
- [W.14] <http://www.peritagemdeedificios.com/termografia.html> (acedido em 1 de Setembro de 2015)
- [W.15] <http://www.progenie.pt/wp-content/uploads/2015/01/FT121.pdf?99e75b> (acedido em 28 de Outubro de 2015)
- [W.16] [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?pid=S0870-11642012000200002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?pid=S0870-11642012000200002&script=sci_arttext) (acedido em 20 de Outubro de 2015)
- [W.17] <http://www.spft.pt/construcao/Construcao-Civil/35/Inspecoes-a-redes-e-ramais-de-gas/117/> (acedido em 1 de Setembro de 2015)
- [W.18] <http://www.spybuilding.com/private/admin/ficheiros/uploads/3dc886d6d1adbf2c23cf64e6f264f064.pdf> (acedido em 1 de Setembro de 2015)
- [W.19] <http://www.tecnilab.pt/content/default.asp?idCat=Tramex&idCatM=PRODUTOS> (acedido em 2 de Maio de 2016)
- [W.20] <http://www.termografia.pt/termografia> (acedido em 1 de Setembro de 2015)

**Anexo I – Parecer Técnico (Construção Nova)**

---

## **Anexo II – Projecto de Gás (Construção Nova)**

---

**Anexo III – Projecto da Rede de Abastecimento de Águas  
(Construção Nova)**

---

**Anexo IV – Projecto da Rede de Drenagem de Águas Residuais  
(Construção Nova)**

---

## **Anexo V – Projecto Acústico (Construção Nova)**

---

## **Anexo VI – Parecer Técnico (Legalização)**

---

**Anexo VII – Projecto da Rede de Abastecimento de Águas  
(Legalização)**

---

**Anexo VIII – Projecto da Rede de Drenagem de Águas Residuais  
(Legalização)**

---

## **Anexo IX – Projecto Acústico (Legalização)**

---

## **Anexo X – Projecto de Demolição**

---

## **Anexo XI – Ocupação de Via Pública**

---

## **Anexo XII – Ficha de Segurança Contra Incêndio**

---