



**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**

**Área Departamental de Engenharia Civil**

**PROJECTO DE TÉRMICA, ACÚSTICA, ÁGUAS E ESGOTOS E SEGURANÇA CONTRA  
INCÊNDIO EM EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO, MAFRA**

Trabalho final para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na Área de  
Especialização de Edificações

Susana Patrícia Vargas Carolino

Licenciada em Engenharia Civil pelo Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

Orientador:

Doutor, Pedro Miguel Soares Raposeiro da Silva (ISEL - ADEC)

Júri:

Presidente:

Doutor, Luciano Alberto do Carmo Jacinto (ISEL – ADEC)

Vogais:

Engenheira, Maria Alexandra Cardoso da Costa (ISEL – ADEC)

Novembro de 2017



*Somos o que fazemos mas somos, principalmente,  
o que fazemos para mudar o que somos.*

Eduardo Galeano



## **AGRADECIMENTOS**

Antes do que outro qualquer, o meu profundo agradecimento à minha prima. Colega disponível, trabalhadora incansável, amiga de coração, Engenheira e Arquitecta Cristina Vargas, muito obrigada.

Ao experiente Engenheiro Almeida Santos, que há anos me chefiou numa obra e que, desde então, pacientemente, tanto me tem transmitido a nível técnico e humano.

Ao promissor e empenhado Engenheiro Pedro Casaleiro, pelo ímpar e personalizado suporte que me prestou, ajudando-me a superar inúmeros obstáculos neste trabalho.

Ao meu orientador, Doutor Pedro Raposeiro da Silva, por me ter encaminhado técnica e burocraticamente e ter sido exemplo perfeito de uma academia mais próxima dos alunos, descomplicada e facilitadora de aquisição de conhecimentos.

À Doutora Teresa Oliveira pelo incentivo constante à diligência no trabalho.

Por fim, não poderia esquecer o agradecimento aos meus pais, a quem naturalmente devo tudo. Tudo.



## RESUMO

A criação de espaços para a realização das mais diversas tarefas do ser humano é uma das maiores e ancestrais preocupações desta espécie. Já na pré-história, o Homo Sapiens adaptou grutas, montou estruturas com elementos naturais e melhorou ambientes para se proteger do clima, para armazenar os seus bens e se proteger dos inimigos. A engenharia é algo inato ao ser humano.

No entanto, o aumento demográfico resultou numa densidade populacional e em alterações climáticas que exigem que as construções sejam cada vez especializadas, razões que implicam maiores desafios técnicos. Não só as clássicas especialidades como estabilidade são mais desafiantes pois os edifícios crescem em altura, com implantação em zonas mais acidentadas, com solos mais instáveis ou de maior actividade sísmica, como também são agora exigidas novas especialidades.

Térmica, acústica e segurança contra incêndio são ramos da engenharia que foram progressivamente adicionados no rol dos projectos exigíveis para o licenciamento de uma construção. Com estes projectos pretende-se garantir níveis de conforto e segurança que, de início implicam um maior investimento, mas que rapidamente se traduzirão em poupança energética, mais saúde, mais segurança e, por conseguinte, aumento de qualidade de vida para os utentes.

Por outro lado, hoje estão disponíveis ferramentas informáticas de cálculo que permitem um dimensionamento mais rápido e integrado com as outras especialidades.

O presente trabalho tem como objectivo a demonstração dos procedimentos a adoptar para a realização de projectos de abastecimento de águas, esgotos, pluviais, térmica, acústica e segurança contra incêndio.

Recorreu-se a diversas ferramentas informáticas, consoante a complexidade do projecto da especialidade em causa.

**Palavras-chave:** Projecto, Abastecimento de Águas, Drenagem de Águas Residuais Domésticas; Drenagem de Águas Pluviais; Térmica, Acústica, Segurança contra Incêndio em Edifícios



## ABSTRACT

Creation of spaces for the accomplishment of the most diverse tasks of the human being is one of the greatest and ancestral preoccupations of this specie. Already in prehistory, Homo sapiens adapted caves, built structures with natural elements and improved environment to protect themselves from the climate, to store their property and protect from enemies. Engineering is something inert to the human being.

However, the demographic increase has resulted in a population density and climate change that require that buildings are increasingly specialized, which are reasons for greater technical challenges. Not only the classic specialties like stability are more challenging as the buildings grow in height, with deployment in more rugged areas, with more unstable or with more seismic activity soils, as well as new specialties are now required.

Thermal, acoustics and fire safety are branches of engineering that, more or less recently, have been added to the list of projects required for the licensing of a building. These projects aim to guarantee levels of comfort and safety that, at first, imply a greater investment, but which will quickly result into energy savings, more health, more safety and, consequently, an increase in the quality of life for the users.

On the other hand, today computer tools of calculation are available that allow a faster sizing and integrated with the other specialties.

The present work has as objective the demonstration of the procedures to be adopted for the realization of projects of water supply, sewage, pluvial, thermal, acoustic and fire safety. The work methodology was variable, resorting to several informatics tools, trying to adapt them to the complexity of the project of the specialty in question.

**Palavras-chave:** Project, Water Supply, Drainage Waste Water Network, Drainage Stormwater Network; Thermal; Acoustics; Fire Safety in Buildings



## ÍNDICE DE CONTEÚDOS

1. INTRODUÇÃO .....	15
1.1- ENQUADRAMENTO .....	15
1.2- OBJECTIVOS DO TRABALHO FINAL DE MESTRADO .....	15
1.3- ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO FINAL DE MESTRADO .....	15
1.4- DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	16
2.- ENQUADRAMENTO DOS TRABALHOS.....	19
<b>3- PROJECTO DE REDE PREDIAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, DRENAGEM DE RESIDUAIS DOMÉSTICAS E PLUVIAIS.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1- PROJECTO DE DIMENSIONAMENTO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....</b>	<b>21</b>
3.1.1- Metodologia de cálculo .....	21
3.1.2- Instalação da rede .....	21
3.1.3- Recepção dos sistemas.....	27
3.2- PROJECTO DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS .....	28
3.2.1- Caudais de descarga .....	28
3.2.2- Caudais de cálculo .....	28
3.2.3- Dimensionamento hidráulico dos ramais de descargas .....	29
3.2.4- Dimensionamento hidráulico dos tubos de queda .....	32
3.2.5- Dimensionamento hidráulico dos colectores prediais .....	34
3.2.6- Ventilação.....	35
3.2.7- Instalação da rede .....	36
3.3- REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	37
3.3.1- Caudais de cálculo .....	38
3.3.2- Dimensionamento hidráulico dos algeirozes, caleiras e colectores prediais .....	39
4- PROJECTO ACÚSTICO .....	41
4.1 -METODOLOGIA DE CÁLCULO PARA SONS AÉREOS.....	47
4.2- METODOLOGIA DE CÁLCULO PARA SONS DE PERCUSSÃO.....	49
5- PROJECTO DE TÉRMICA.....	53
5.1 - ENQUADRAMENTO LEGAL .....	53
5.2- CONFORTO TÉRMICO .....	57
5.3- METODOLOGIA DE CÁLCULO .....	58
6- PROJECTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS .....	61
6.1- FENOMOLOGIA DA COMBUSTÃO .....	61
6.2- METODOLOGIA DE CÁLCULO .....	64
7- CONCLUSÕES .....	70



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Anexo V do RGSPDADAR - Caudais de cálculo em função dos caudais acumulados para um nível médio de conforto .....	24
Figura 2 – Anexo XV do RGSPDADAR – Caudais de cálculo de águas residuais domésticas em função dos caudais acumulados .....	29
Figura 3 - Anexo XVI do RGSPDADAR - Distâncias máximas entre os sifões e as secções ventiladas - Para escoamento em secção cheia.....	30
Figura 4 - Dimensionamento dos ramais de descarga.....	32
Figura 5 - Determinação do diâmetro dos tubos de queda .....	34
Figura 6 - Anexo IX do RGSPDADAR - Regiões pluviométricas .....	39
Figura 7 - Soma das pressões sonoras.....	44
Figura 8 - Sensação de intensidade sonora .....	45
Figura 9 - Lei das massas no isolamento sonoro .....	47
Figura 10 - Isolamento sonoro de um envidraçado .....	<b>Erro! Marcador não definido.</b>
Figura 11 - Acréscimo de isolamento sonoro por introdução de novo pano de divisória .....	48
Figura 12 - Triângulo do fogo.....	62
Figura 13 - Tetraedro do fogo.....	62



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Anexo IV do RGSPDADAR - Caudais mínimos nos dispositivos de utilização de água quente e água fria.....	23
Tabela 2 - Anexo IV do RGSPDADAR - Caudais mínimos nos dispositivos de utilização de água quente e água fria.....	24
Tabela 3 - Índice de rugosidade de diversos materiais.....	26
Tabela 4 - Anexo XIV do RGSPDADAR - Caudais de descarga de aparelhos sanitários e características geométricas de ramais de descarga e sifões.....	28
Tabela 5 - Valores de Ks.....	31
Tabela 6 - Diâmetros em função dos caudais e inclinação.....	32
Tabela 7 - Taxa de ocupação máxima dos tubos de queda sem ventilação secundária.....	33
Tabela 8 - Diâmetro do tubo de queda.....	33
Tabela 9 - Relação entre inclinação e secção de tubagem.....	35
Tabela 10 - Relação entre o isolamento acústico de um elemento construtivo e as condições de audabilidade.....	45
Tabela 11 - Isolamento sonoro de portas / largura da frincha.....	<b>Erro! Marcador não definido.</b>
Tabela 12 - Isolamento sonoro das janelas.....	<b>Erro! Marcador não definido.</b>
Tabela 13 - Valores estimativos de índice de isolamento sonoro $I_p$ em lajes de edifícios.....	50
Tabela 14 - Laje sem revestimento - Laje com revestimento.....	51
Tabela 15 - Correção devida à transmissão marginal em dB.....	52
Tabela 16 - Metas gerais portuguesas para a parcela de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto de energia em 2005 e 2020.....	54
Tabela 17 - Comburentes / Combustíveis.....	62
Tabela 18 - Categorias dos agentes extintores.....	64



## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1- ENQUADRAMENTO**

O presente documento foi elaborado no âmbito da disciplina de Trabalho Final de Mestrado em Engenharia Civil, ramo de Edificações, no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Concluir-se-á assim um ciclo de estudos que teve início há cerca de 25 anos com um agora inexistente grau de bacharel, passando pela licenciatura, culminando agora com o grau de Mestre. Pelo caminho, outras formações complementares foram alimentando a aluna com gosto pela engenharia civil, mas que, inevitavelmente, careciam de peso e importância formal de uma Academia. Com experiência profissional adquirida essencialmente em obra, foi escolha da aluna obter novas competências com programas de cálculo, entretanto vulgarizados, e aprender especialidades não contempladas na primeira fase da sua vida académica.

A amplitude de caminhos profissionais para um engenheiro civil é imensa e não abarcável humanamente na sua totalidade. No entanto, dentro da área das edificações é fundamental uma actualização constante de conteúdos e ferramentas de trabalho para que, mesmo o trabalho mais prático em obra, possa ser devidamente agilizado e sustentado em fundamentos teóricos.

### **1.2- OBJECTIVOS DO TRABALHO FINAL DE MESTRADO**

O TFM teve como objectivo a demonstração da aquisição de conhecimentos integrados nas especialidades de abastecimento de águas, drenagem predial de águas residuais domésticas, drenagem predial de águas pluviais, conforto térmico, conforto acústico e segurança contra incêndio em edifícios.

### **1.3- ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO FINAL DE MESTRADO**

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

O capítulo 1 refere-se à introdução do trabalho onde é apresentado o enquadramento do trabalho final, os seus objectivos e a forma como se encontra organizado.

No capítulo 2 é apresentada a abordagem às diversas fases do projecto e a metodologia adoptada em cada especialidade.

Nos capítulos 3, 4, 5 e 6 são apresentados os projectos de especialidades de Abastecimento Predial de Águas, Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Drenagem

de Pluviais, Condicionamento Acústico, Requisitos Térmicos e Segurança Contra Incêndios, respectivamente para um edifício de habitação, efectivamente já construído em Mafra, na Quinta das Pevides. No entanto, por uma questão de adequação àquilo que seria um caso de licenciamento, em todos os casos é referido como se se tratasse de uma edificação a ser construída.

No capítulo 7 são expostas as conclusões que se podem retirar de um trabalho com este propósito e desta amplitude.

#### **1.4- DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS**

Para o desenvolvimento deste trabalho houve necessidade de rever legislação já comprovadamente estabilizada e anteriormente assimilada (Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais), rever criticamente a Regulamentação de Térmica, estudada autodidacticamente aquando da candidatura à Adene a Perita Qualificada (PQ1); aprofundar os conhecimentos na área da acústica que gentilmente o Orientador passou à aluna, ganhando assim as bases mínimas necessárias para uma matéria totalmente nova; e finalmente pôr em prática os conhecimentos técnicos recém adquiridos no curso de Projectista de Segurança Contra Incêndio Grau 3 e 4, concluído em Junho passado, para certificação pela ANPC.

Foi também possível ganhar mais alguma experiência com o Autocad, software que actualmente é familiar a qualquer engenheiro, mas que, na primeira fase da vida académica da aluna foi impossível a sua aprendizagem pois o estabelecimento de ensino encontrava-se com obras nos gabinetes de informática e computadores. Também durante a vida profissional desta aluna, esta importante ferramenta foi sendo esquecida pois, como já referido, foi passada, na sua maioria, em ambiente de obra.

A nível dimensionamento da rede abastecimento de águas, iniciou-se o cálculo com o software disponibilizado gratuitamente pela Top Informática, no âmbito da cadeira de Sustentabilidade da Construção, Cype 2017. No entanto, por ocorrerem erros frequentes derivados do dimensionamento indissociável da rede de águas e da rede de esgotos, a aluna optou posteriormente por uma versão mais antiga mas que analisa cada rede isoladamente.

O traçado foi primeiramente definido em planta em Autocad e exportado então para o Cype, versão 2010.

Por outro lado, para a drenagem de residuais domésticas, por se tratar de uma rede bastante simplificada, com desenvolvimento igual em todos os pisos superiores e sem

necessidade de recolha de águas em níveis abaixo da cota de soleira, não se viu justificação para outra forma de cálculo simplificada através de uma folha de cálculo em Excell. O mesmo critério esteve presente na escolha da metodologia de cálculo da rede de Drenagem de Águas Pluviais.

Já quanto ao projecto de térmica adoptou-se a folha de cálculo gratuitamente disponibilizada pelo IteCons - Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade, associação sem fins lucrativos, agregada à Universidade de Coimbra. Por ser uma folha de cálculo de Excell, de livre acesso, fiável, com bom apoio ao utilizador e constantemente actualizada, é de uso amplamente difundido entre entidades e projectistas e por isso entendeu-se ser a forma mais realista de apresentar esta parcela do trabalho.

Finalmente, a metodologia para o projecto de segurança contra incêndio foi, a análise das características arquitectónicas e verificação da sua conformidade com os requisitos legais. Quando tal não se verifica, há que propor alterações compatíveis com o Regulamento ou, caso não seja viável por questões técnicas, apresentar medidas compensatórias.

Por fim, para transformar projectos soltos entre si e com forma meramente funcional para efeitos de licenciamento, houve necessidade de consultar trabalhos académicos já entregues, por forma a dar um corpo académico a este documento.

Para a elaboração deste trabalho recorreu-se, além dos softwares já referidos, ao Microsoft Word 2016 para processamento de texto.



## 2.- ENQUADRAMENTO DOS TRABALHOS

O primeiro passo para a concretização de Projectos de Especialidades é a definição dos objectivos da obra e suas características gerais.

No caso presente, este trabalho desenvolveu-se sobre um projecto de arquitectura de um edifício de habitação, com 4 pisos acima da rasante, com 8 fracções autónomas (três T3 e cinco T2) e um piso semi-enterrado, de estacionamento para os condóminos. Este edifício localiza-se em Mafra, na Quinta das Pevides, a uma cota de 168m, distando cerca de 5,3 km da linha do mar.

Além da localização, orientação, edificações adjacentes e rede de infra-estruturas, que costumam ser explicitados pelo projectista de Arquitectura e pelo Dono de Obra, pormenores construtivos tais como revestimentos de paredes, pavimentos, se se pretende ou não rede de águas em áreas sem exigências legais (ex. parqueamentos dos condóminos), etc , normalmente chegam aos Engenheiros de especialidades já pré-definidos . Neste caso, uma vez que o projecto de Arquitectura foi facultado estritamente para fins académicos, perante várias omissões, coube á aluna pressupor materiais e avançar com os consequentes cálculos. O critério foi adoptar materiais de utilização corrente, de fácil acesso.

Na elaboração dos Projectos de Especialidades tentou-se respeitar as medidas e restrições retiráveis do Projecto de Arquitectura. Quando, por força das conclusões de algum cálculo, concluiu-se ser necessário modicar a arquitectura, compatibilizaram-se somente as especialidades agora estudadas, não fazendo as respectivas alterações no projecto de arquitectura.

A Portaria 113/2015, de 22 de Abril, indica, no 4º Art, alínea 16, que tratando-se de uma obra de edificação na fase de licenciamento, na sequência da aprovação do projecto de Arquitectura, deverá o processo ser instruído de:

- Projecto de estabilidade que inclua o projecto de escavação e contenção periférica;
- Projecto de alimentação e distribuição de energia eléctrica
- Projecto de instalação de gás, quando exigível, nos termos da lei;
- Projecto de redes prediais de água e esgotos;
- Projecto de águas pluviais;
- Projecto de arranjos exteriores, quando exista logradouro privativo não pavimentado;
- Projecto de infraestruturas de telecomunicações;
- Estudo de comportamento térmico e demais elementos previstos na Portaria n.º 349 - C/2013, de 2 de Dezembro;

- Projecto de instalações electromecânicas, incluindo as de transporte de pessoas e ou mercadorias;
- Projecto de segurança contra incêndios em edifícios;
- Projecto de condicionamento acústico;

Todos os projectos são constituídos por Memória Descritiva e Justificativa, que inclui apresentação dos cálculos, Termo de Responsabilidade subscritos pelos autores dos projectos garantindo o cumprimento das disposições legais e regulamentares aplicáveis e por conjunto de peças desenhadas.

### **3- PROJECTO DE REDE PREDIAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, DRENAGEM DE RESIDUAIS DOMÉSTICAS E PLUVIAIS**

#### **3.1– PROJECTO DE DIMENSIONAMENTO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

##### **3.1.1- Instalação da rede**

As redes prediais de distribuição são constituídas pelas seguintes partes:

- Ramal de ligação – troço entre a rede pública e o limite da propriedade;
- Ramal de introdução colectivo – troço entre o limite da propriedade e os ramos de introdução individuais de cada fracção;
- Ramal de introdução individual – troço entre o ramal de introdução colectivo e o contador individual;
- Ramal de distribuição – troço entre o contador e os ramos de alimentação;
- Ramal de alimentação – troço de ligação a cada equipamento de utilização.

O traçado deve ser constituído por troços rectos, ligados por acessórios em material apropriado e compatível, com desenvolvimentos verticais e horizontais. Nestes últimos recomenda-se uma ligeira inclinação de 0,5% no sentido do escoamento, com o propósito de facilitar a saída do ar da tubagem.

Faz-se a ressalva de que, nos materiais que sejam mais maleáveis ao ponto de se poder instalar uma rede sem necessidade de acessórios para mudanças de direcção, tem sempre que se garantir uma profundidade tal na parede que garanta a transição entre os dois planos com um ângulo razoável.

As canalizações podem ser embutidas, instaladas à vista (essencialmente em reabilitações de baixo custo) ou sobre tecto falso. Esta última opção chegou a ser considerada para este caso. No entanto, por os apartamentos terem um pé-direito reduzido de 2,60m, decidiu-se que, apesar das dificuldades acrescidas que implicam uma reparação numa tubagem embutida, seria este o tipo de instalação a propor.

Deve optar-se por traçados onde seja pouco provável a furação das paredes para fixação de móveis ou utensílios.

A rede de água quente deve desenvolver-se, sempre que possível, acima e paralelamente à rede de água fria, afastadas entre si no mínimo 0,05m. A rede de água quente, pelo Regulamento de Térmica, recomenda-se que seja protegida com 10mm ou 20 mm de isolamento térmico (dependendo se a rede tem ou não retorno).

Relativamente ao material da tubagem, divide-se em dois grandes grupos: metálicos e termoplásticos. Dentro do grupo dos metálicos, os mais frequentes são o aço galvanizado, o inox e o cobre.

Além da questão a tensão de rotura e consequente tensão máxima de serviço (que não deve exceder 1/6 da primeira), especialmente na rede de água quente há que ter em conta a dilatação térmica por metro linear. Sendo o cobre (seguido do aço) materiais com grandes dilatações térmicas, sempre que hajam troços com mais de 5m (e 8m) em redes não embutidas, devem ser previstos acessórios como juntas e curvas de dilatação para permitir que a tubagem possa dilatar sem criação de tensões.

Há que verificar a compatibilidade entre materiais diferentes e, mesmo sem contacto directo, as tubagens a montante podem libertar iões na água, corroendo a tubagem a jusante. (Pedroso, Vitor, 2007)

Todas as tubagens a utilizar devem ser certificadas por entidade acreditada para o efeito. Dentro dos materiais termoplásticos podemos encontrar o policloreto de vinilo (PVC), o polietileno reticulado (PER / PEX), o polietileno de alta densidade (PEAD) e o polipropileno (PP). De salientar que o PVC e PEAD não podem ser utilizados no transporte de água quente. Por outro lado, no material PEX, como é recomendável o encamisamento em manga de protecção para substituição dos tubos sem necessidade de intervir nas paredes, com o recurso a anel de borracha de vedação nas extremidades da manga, a caixa de ar entre tubo e manga, ainda que penalizado na análise da especialidade de térmica, funcionará como isolamento. (Pedroso, Vitor, 2007)

### **3.1.2- Metodologia de cálculo**

Na metodologia de cálculo para a rede de águas há que considerar alguns factores, nomeadamente: a perda de carga contínua e a instantânea, a velocidade de escoamento e a pressão. Numa primeira fase, o objectivo de um trabalho de engenharia de cálculo de rede predial de abastecimento de águas, é encontrar a menor diâmetro possível que permita o cumprimento dos regulamentos e normas em vigor. No entanto, por uma questão de facilidade de execução em obra, é recomendável que se tente uniformizar os diâmetros para reduzir a margem de erro e os desperdícios.

Para a concepção desta rede, inicia-se o projecto pelo esboço de um traçado que alimente todos os equipamentos de consumo e de produção de água quente que estejam identificados no projecto de arquitectura. Em articulação com o projecto de térmica, concluiu-se que os painéis solares térmicos que essa regulamentação refere, são neste

caso dispensados por inadequada orientação solar. Por isso, para produção de águas quentes sanitárias, foram considerados apenas os equipamentos individuais de cada fracção autónoma.

Para o dimensionamento da rede de abastecimento de água são considerados caudais mínimos ou instantâneos para cada aparelho de consumo, conforme previsto no Anexo IV do RGSPDADAR (Tabela 1)

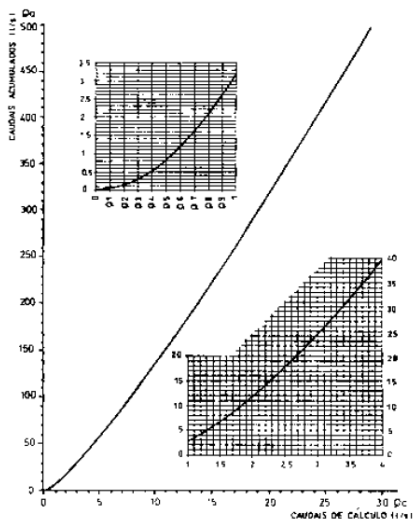
**Tabela 1- - Caudais mínimos nos dispositivos de utilização de água quente e água fria - Anexo IV do RGSPDADAR**

DISPOSITIVOS DE UTILIZAÇÃO	CAUDAIS MÍNIMOS (l/s)
Lavatório individual	0.10
Lavatório colectivo (por bica)	0.05
Bidé	0.10
Banheira	0.25
Chuveiro individual	0.15
Pia de despejo com torneira de 1 mm de diâmetro	0.15
Autoclismo de bacia de retrete	0.10
Mictório com toneira individual	0.15
Pia lava-louça	0.20
Bebedouro	0.10
Máquina de lavar louça	0.15
Máquina ou tanque de lavar roupa	0.20
Bacia de retrete com fluxómetro	1.50
Mictório com fluxómetro	0.50
Boca de rega ou de lavagem de 15mm de diâmetro	0.30
Idem de 20 mm	0.45
Máquinas industriais e outros aparelhos não especificados	Conforme indicação dos fabricantes

### 3.1.2.1- Caudal de cálculo

Quanto mais forem os equipamentos previstos numa edificação, menor a probabilidade de funcionamento em simultâneo de todos eles. Por esta razão, o dimensionamento de uma rede não é feito para o somatório de todos os caudais mas sim para um caudal designado por caudal de cálculo ( $Q_c$ ) que não é mais do que a multiplicação do caudal acumulado ( $Q_a$ ), afectado por um factor de redução designado por coeficiente de simultaneidade ( $X$ ).

O caudal de cálculo pode ser obtido graficamente, em função da soma de caudais instantâneos dos vários equipamentos a montante da secção, através do anexo V do RGSPDADAR.(Figura 1).



**Figura 1 - Caudais de cálculo em função dos caudais acumulados para um nível médio de conforto - Anexo V do RGSPDADAR**

**Tabela 2 - Caudais mínimos nos dispositivos de utilização de água quente e água fria - Anexo IV do RGSPDADAR**

NÚMERO DE FLUXÓMETROS INSTALADOS	EM UTILIZAÇÃO SIMULTÂNEA
3 a 10	2
11 a 20	3
21 a 50	4
Superior a 50	5

O valor do caudal de cálculo pode também ser obtido a partir da seguinte expressão

$$Q_c = X \cdot Q_a \tag{1}$$

Em que:

$Q_c$  = Caudal de cálculo

$X$  = Coeficiente de simultaneidade

$Q_a$  = Caudal acumulado

Por seu lado, o coeficiente de simultaneidade pode ser obtido através da expressão:

$$X = \frac{1}{\sqrt{N-1}} \tag{2}$$

Sendo:

X = Coeficiente de simultaneidade

N = Número de dispositivos a considerar

Esta expressão 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 pois é bastante provável que dois equipamentos funcionem em simultâneo, pelo que o caudal acumulado não deverá ser minorado. (Pedroso, Vitor, 2007)

Velocidade de Escoamento - O artigo 94º limita a velocidade de escoamento entre 0,5 e 2,0m/s por motivos de conforto e durabilidade das tubagens.

### 3.1.2.2- Diâmetros e perdas de carga contínuas das tubagens

Uma vez determinado o caudal de cálculo, e as velocidades máximas e mínimas aceitáveis, é possível calcular o diâmetro e as perdas de cargas associadas.

A equação de continuidade (Quintela, António, 2002)

$$D = \sqrt{\frac{Q_c}{0.785 \times v}} \quad [3]$$

E a equação de Flamant, que determina as perdas de carga contínuas (Pedroso, Vitor, 2007):

$$J = 4 \times b \times \frac{v^7}{D^4} \times D^{-5} \quad [4]$$

Em que:

D – Diâmetro interior da tubagem (m);

Qc – Caudal de cálculo (m<sup>3</sup>/s);

V – Velocidade de escoamento (m/s);

J – Perda de carga (m/m);

b – Coeficiente de rugosidade do material, retirado do seguinte quadro:

**Tabela 3 - Índice de rugosidade de diversos materiais**

Material	B – coeficiente de rugosidade
Ferro preto	0.00023
Ferro galvanizado	
Ferro fundido (FF)	
Cobre	0.000152
Aço inox	
Policloreto de Vinílico (PVC)	0.000134
Polipropileno (PP)	
Polietileno de alta densidade (PEAD)	
Polietileno reticulado (PEX / PER)	

### 3.1.2.3- Perdas de carga localizadas

Além das perdas de carga produzidas pelo atrito do fluido sobre a superfície interna do tubo, cada singularidade como curvas, joelhos, Ts, contadores, válvulas, etc, introduzirá uma perda de carga pontual. A fim de dispensar uma contabilização exaustiva de cada um destes elementos, pode-se optar por uma simplificação, majorando o comprimento em 20% para efeito da determinação da perda de carga total.

$$L_{eq} = L \times 1,20 \quad [5]$$

Com as perdas de carga contabilizadas pela seguinte expressão

$$\Delta H = L_{eq} \times J \quad [6]$$

$L_{eq}$  – Comprimento equivalente após majoração de 20% do comprimento real (m);

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

$J$  – Perda de carga contínua (m/m).

### 3.1.2.4- Verificação das condições de pressão

Para o correcto funcionamento de uma rede de abastecimento predial, há que garantir que o ponto mais desfavorável da instalação tem a pressão mínima para o correcto funcionamento dos respectivos equipamentos. Esta condição pode ser satisfeita de

imediatamente, através da capacidade da rede pública, ou indirectamente, recorrendo à instalação de grupo hidropressor.

A verificação da pressão num ponto é feita através da seguinte expressão:

$$P = P_d - Z_n - \Delta H_t \quad [7]$$

Em que:

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

P<sub>d</sub> – Pressão disponível na rede pública de distribuição à entrada do edifício (m.c.a.);

Z<sub>n</sub> – Diferença de cota entre o ponto mais desfavorável e a rede pública de distribuição (m.c.a.);

ΔH<sub>t</sub> – Perdas de carga totais entre a rede pública e o ponto mais desfavorável (m.c.a.).

Por uma questão de bom funcionamento da instalação, apesar do Regulamento prever que as pressões possam variar entre os 50 kPa e os 600 kPa, devem limitar-se entre 150 kPa e 300 kPa. (Pedroso, Vitor, 2007)

### 3.1.3- Recepção dos sistemas

A regulamentação exige que, para recepção dos sistemas de distribuição de água predial sejam feitos os seguintes procedimentos:

- Verificação da conformidade com o projecto;
- Ensaio de estanquidade;
- Funcionamento hidráulico

A verificação de conformidade do projecto e ensaio de estanquidade, deverá ser realizada com a tubagem à vista.

Caso, durante a fase de execução, tenham sido realizadas alterações relativamente ao projectado, o projecto deverá ser actualizado para que conste no cadastro da entidade competente. (RGSPDADAR)

## 3.2- PROJECTO DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

### 3.2.1- Caudais de descarga

Os caudais de descarga são considerados de acordo com os aparelhos e equipamentos que servem.

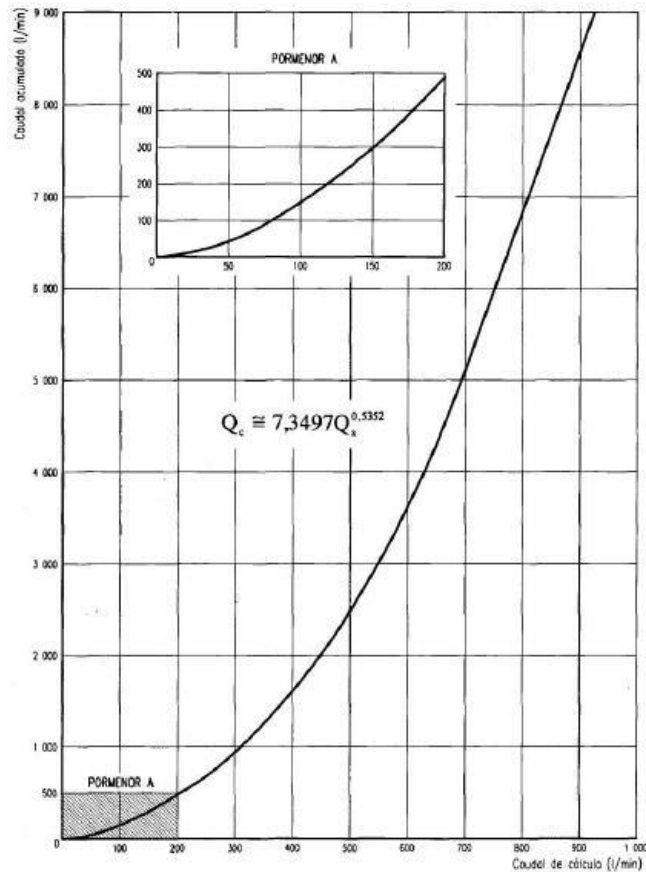
Os valores mínimos são os indicados no anexo XIV do Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais – RGSPDADAR (Tabela 4):

**Tabela 4 - Caudais de descarga de aparelhos sanitários e características geométricas de ramais de descarga e sifões - Anexo XIV do RGSPDADAR**

Aparelho	Caudal de descarga (l/min)	Ramal de descarga (mm)	Sifão	
			Ø mínimo (mm)	Fecho hídrico (mm)
Bacia de retrete	90	90	Incorporado no aparelho	50
Banheira	60	40	30	
Bidé	30	40	30	
Chuveiro	30	40	30	
Lavatório	30	40	30	
Máq. L Louça	60	50	40	
Máq. L Roupa	60	50	40	
Mictório espaldar	90	75	60	
Mictório suspenso	60	50	Incorporado no aparelho	
Pia lava-louça	30	50	40	
Tanque	60	50	30	

### 3.2.2- Caudais de cálculo

À semelhança da rede de abastecimento, também na drenagem predial se entra em conta com o factor de não ser provável a utilização simultânea de todos os equipamentos. Por isso, o somatório dos caudais é afectado por um coeficiente de simultaneidade que para os casos correntes de habitação é retirado do seguinte ábaco:



**Figura 1– Caudais de cálculo de águas residuais domésticas em função dos caudais acumulados – Anexo XV do RGSPDADAR**

Resultando assim o Caudal de Cálculo da seguinte expressão:

$$Q_c = C_s \times Q_a \quad [8]$$

Em que:

$Q_c$  – Caudal de cálculo;

$C_s$  – Coeficiente de simultaneidade;

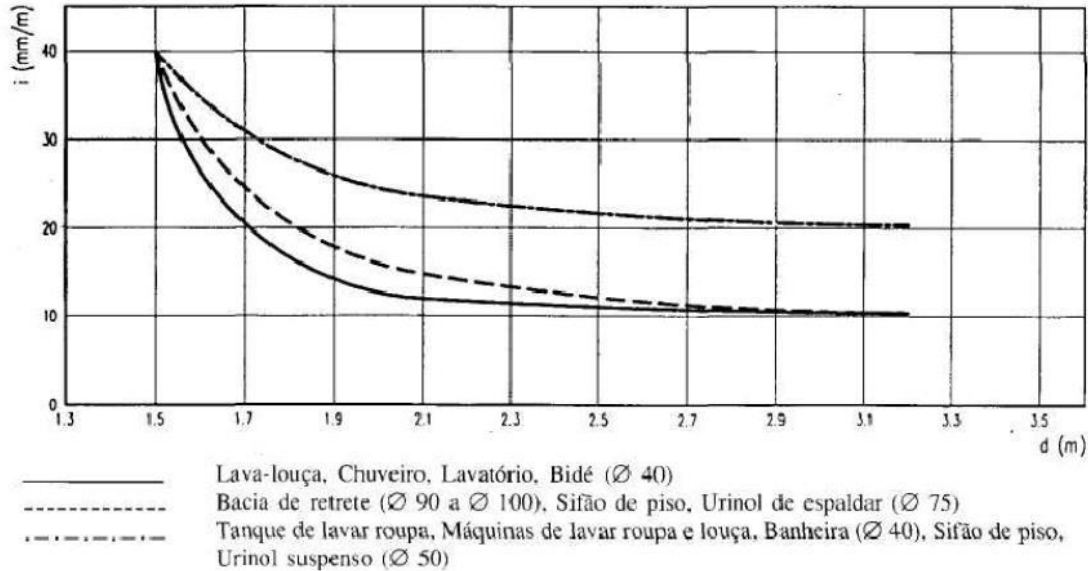
$Q_a$  – Caudal acumulado (somatório dos caudais de descarga de todos os aparelhos ligados).

### 3.2.3– Dimensionamento hidráulico dos ramais de descargas

Têm por função o encaminhamento das águas residuais domésticas desde os aparelhos sanitários até ao tubo de queda ou ao colectador predial.

No dimensionamento dos ramais de descarga há que ter em consideração os caudais de cálculo, inclinações entre 1% e 4%, a rugosidade do material e o risco de perda do fecho hídrico.

Os ramais de descarga individuais podem ser dimensionados para escoamentos a secção cheia desde que a distância máxima entre sifão e secção ventilada seja respeitada de acordo com o ábaco da Figura 3:



**Figura 3 - Distâncias máximas entre os sifões e as secções ventiladas - Para escoamento em secção cheia - Anexo XVI do RGSPDADAR**

Quando excedidas essas distâncias, sistemas sem ventilação secundária ou ramais não individuais, o ramal deve ser dimensionado para escoamentos a meia secção.

Os troços devem ser rectilíneos, unidos por curvas de concordância. As ligações de vários equipamentos devem ser feitas através de forquilhas ou, idealmente, através de caixas de reunião. (Pedroso, Vitor, 2007).

Os ramais de descarga das águas cinzentas devem ser independentes dos das águas negras.

O diâmetro interior pode ser calculado por uma de 3 vias:

a) Analiticamente, através da equação de Manning-Strickler:

$$Q = K_s \times A \times R^{2/3} \times \sqrt{i} \quad [9]$$

Em que:

Q – Caudal de cálculo (m<sup>3</sup>/s);

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

$A$  – Secção molhada do escoamento ( $m^2$ );

$R$  – Raio hidráulico do escoamento ( $m$ ) (quociente entre a área da secção molhada e o perímetro molhado do escoamento);

$i$  – Inclinação da tubagem ( $m/m$ ).

O valor de  $K_s$  de rugosidade do material é retirado da tabela:

**Tabela 5 - Valores de  $K_s$**

Material constituinte das tubagens	$K_s$
PVC	120
Cimento liso, chapa metálica sem soldaduras	90 a 120
Cimento afagado, aço com protecção betuminosa	85
Reboco, grés, ferro fundido novo	80
Betão, ferro fundido com algum uso	75
Ferro fundido usado	70

Dividindo  $D$  por 4 obtém-se o raio hidráulico que, no caso de escoamentos com secção cheia, obtém-se pela seguinte fórmula:

$$D = \left( \frac{Q}{0,312 \times K_s \times \sqrt{i}} \right)^{3/8} \quad [10]$$

Já em escoamentos a meia secção, utiliza-se a seguinte expressão:

$$D = \left( \frac{Q}{0,156 \times K_s \times \sqrt{i}} \right)^{3/8} \quad [11]$$

b) – Através do ábaco:

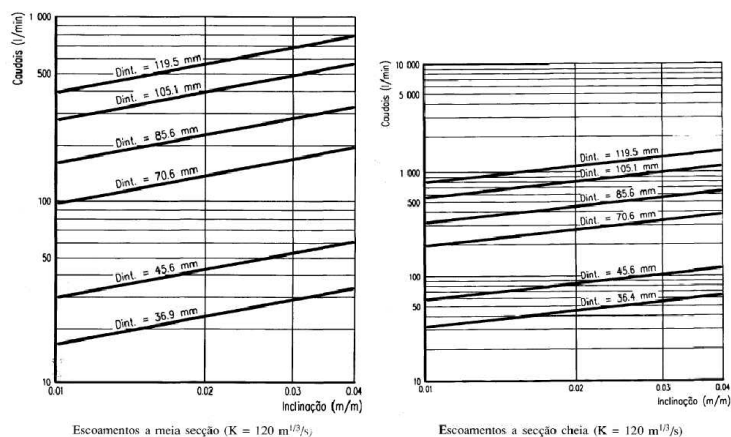


Figura 2 - Dimensionamento dos ramais de descarga – Pedroso, Vitor

c) – Através da tabela

Tabela 6 - Diâmetros em função dos caudais e inclinação – Pedroso, Vitor

		Caudais (l/min)			
Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro interior (mm)	Inclinação			
		1%	2%	3%	4%
40	35,2	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	105,10	276	390	478	552
125	119,50	389	550	673	777

### 3.2.4- Dimensionamento hidráulico dos tubos de queda

Os tubos de queda devem ser constituídos, idealmente, por um único alinhamento recto. Sempre que tal não aconteça, as translações podem ser feitas num máximo de 10 vezes o diâmetro do tubo e realizadas com recurso a curvas de concordância.

A concordância entre tubos de queda e tubagens de fraca pendente deverá ser obtida através de curvas de transição de raio maior ou igual ao triplo do seu diâmetro.

A inserção dos tubos de queda nos colectores prediais deverá ser feita com recurso a forquilhas ou câmaras de inspecção.

Deverão ser dotados de boca de limpeza de diâmetro não inferior ao seu, posicionadas de modo a garantir a sua acessibilidade em todas as mudanças de direcção, próximo das curvas de concordância e próximo da mais elevada inserção dos ramais de descarga e no mínimo de 3 em 3 pisos, próximo da inserção dos ramais. (Pedroso, Vitor, 2007)

O diâmetro dos tubos de queda deve ser sempre igual ou superior a qualquer tubo que a ele conflua, com o mínimo de 50mm.

A taxa de ocupação máxima dos tubos de queda tem em consideração a seguinte tabela:

**Tabela 7 - Taxa de ocupação máxima dos tubos de queda sem ventilação secundária**

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

Para determinação do diâmetro do tubo de queda pode-se utilizar os seguintes métodos:

- a) Através de tabela

**Tabela 8 - Diâmetro do tubo de queda**

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

b) Analiticamente, através da expressão:

$$D = 4,4205 \times Q^{\frac{3}{8}} \times t_s^{\frac{-5}{8}} \quad [12]$$

Em que:

Q = Caudal confluyente

T<sub>s</sub> = Taxa de ocupação

c) Através do ábaco

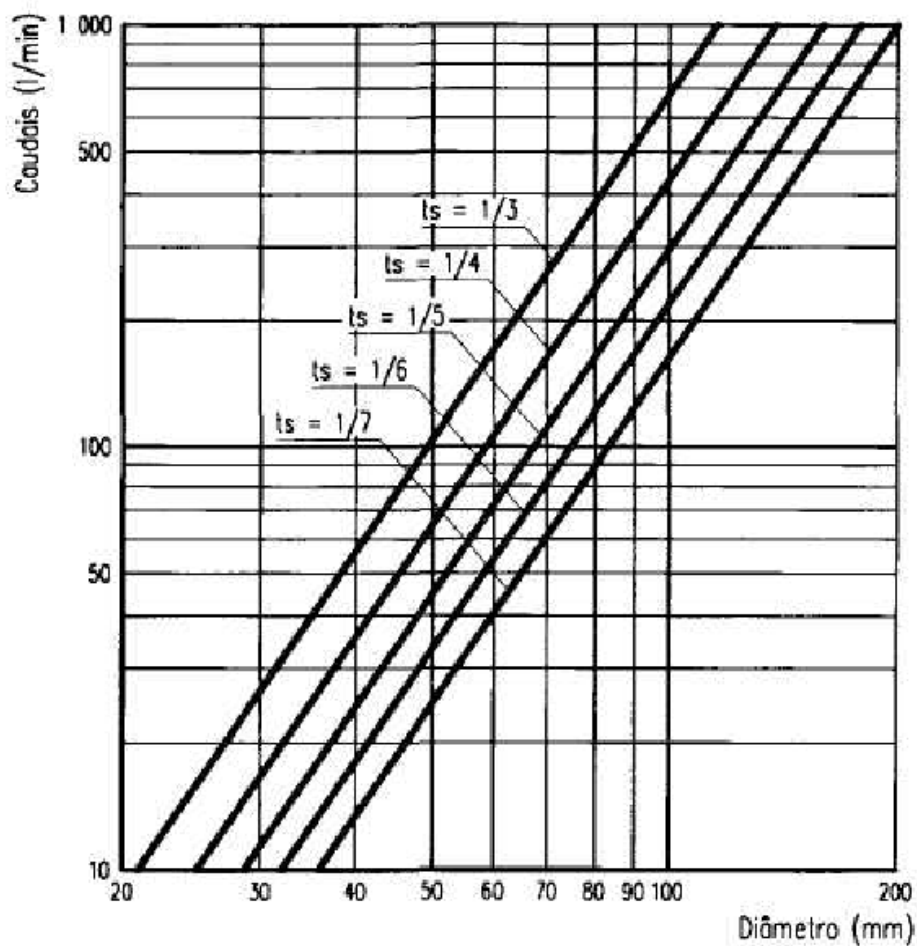


Figura 3 - Determinação do diâmetro dos tubos de queda – (Pedroso, Vítor)

### 3.2.5- Dimensionamento hidráulico dos colectores prediais

Os colectores prediais devem ser dimensionados para escoamentos de secção inferior à meia secção.

À semelhança dos ramais de descarga recomenda-se que o traçado seja constituído por troços rectos e o seu diâmetro nunca inferior ao maior dos diâmetros das canalizações que para ele confluem com um mínimo de 100mm. A inclinação deve estar compreendida entre 1% e 4%.

Para permitir operações de manutenção ou desentupimentos, sempre que os colectores estejam enterrados devem-se prever câmaras de inspecção no início do troço, 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, pode-se simplificar a rede com a adopção de acessórios localizados em número suficiente (Pedroso, Vitor, 2007).

As câmaras ou bocas de limpeza devem, obrigatoriamente, ter entre si uma distância máxima de 15 m.

Para obter o diâmetro interior dos colectores prediais pode-se recorrer aos seguintes métodos::

a) Equação de Manning-Strickler, tal como para cálculo dos ramais de descarga;

b) Quadro que relaciona inclinação da tubagem e secção da tubagem:

**Tabela 9 - Relação entre inclinação e secção de tubagem – (Pedroso, Vitor)**

DN (mm)	Diâmetro interior (mm)	Caudais (l/min)			
		Inclinação			
		1%	2%	3%	4%
110	105,1	276	390	478	553
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

### 3.2.6- Ventilação

A adopção de sistemas com colunas de ventilação é obrigatória nas situações em que o caudal de cálculo a escoar nos tubos de queda com altura superior a 35 m seja superior a

700 l/min. Também está proibida a instalação de qualquer dispositivo que impeça a ventilação da rede pública através do sistema predial de drenagem.

Os ramais de ventilação têm por finalidade a manutenção do fecho hídrico, sempre que não esteja assegurado pelas restantes condições.

O diâmetro tem que ser maior ou igual a dois terços do diâmetro dos ramais de descarga respectivos e devem ser constituídos por troços rectilíneos, ascendentes e verticais até atingirem uma altura mínima de 0,15 m acima do nível superior do equipamento mais elevado a ventilar com esse ramal. A coluna de ventilação deve ser ligada através de troços com inclinação mínima de 2% para facilitar o escoamento da água condensada.

A ventilação da rede de drenagem de águas residuais nunca pode estar ligada a qualquer outra rede de ventilação do edifício. (RGSPDADAR)

No caso presente dispensou-se a ventilação secundária por estarem reunidas as condições que garantem o fecho hídrico.

### **3.2.7- Instalação da rede**

Na concepção dos sistemas deve procurar-se que o escoamento seja feito por via gravítica de modo a favorecer a fiabilidade e economia.

Ainda que possam existir sistemas de drenagem não separativos entre residuais domésticas e águas pluviais, a montante das câmaras do ramal de ligação, os sistemas devem ser sempre independentes.

Na rede estão interditos os seguintes lançamentos:

- Matérias explosivas ou inflamáveis;
- Matérias radioactivas em concentrações inaceitáveis;
- Efluentes de laboratórios ou instalações hospitalares que, pela sua natureza, possam pôr em risco a saúde pública;
- Entulhos, areias ou cinzas;
- Efluentes a temperaturas superiores a 30°
- Lamas provenientes de fossas sépticas, gorduras ou óleos de câmaras retentoras ou dispositivos similares que resultem de operações de manutenção;
- Sobejos de comida, triturados ou não, que possam obstruir ou danificar os colectores ou que possam inviabilizar o processo de tratamento final;
- Efluentes de unidades industriais que contenham compostos cíclicos hidroxilados e seus compostos hidrogenados, matérias sedimentáveis precipitáveis e flutuantes que possam pôr em risco os trabalhadores ou os ecossistemas, substâncias que impliquem a destruição

dos processos de tratamento biológicos ou dos ecossistemas receptores ou qualquer substância que estimulem o desenvolvimento de agentes patogénicos. (RGSPDADAR)

Para evitar a ocorrência de ruídos, o dimensionamento dos tubos de queda com taxas de ocupação desadequadas poderá dar origem à formação de tampões que quando arrebetam dão origem a descargas ruidosas que só podem ser evitadas se se conseguir que o escoamento se processe de forma anelar.

Os sifões dos equipamentos não deverão ter maior diâmetro do que os respectivos ramais de descarga pois poderia originar pressões negativas no escoamento e é proibida a dupla sifonagem.

Todos os aparelhos, com excepção das bacias de retrete, devem ser dotados de ralos. Estes acessórios têm como função a retenção das partículas sólidas sem impedir a passagem da parte líquida.

Os materiais das tubagens muito rígidos, com grande rugosidade poderão provocar ruídos de ressonância.

O traçado deve ser tão linear quanto possível, a fim de evitar ruídos de choque. Pela mesma razão, a tubagem deve estar isolada de outros elementos rígidos através da colocação de materiais amortecedores tais como cortiça, borracha, etc.

Sendo os termoplásticos os materiais mais utilizados para a drenagem de águas residuais, há que ter em conta, caso transportem águas quentes, o coeficiente de dilatação térmica dando especial atenção aos pontos de fixação e amarração, por forma a que possibilitem a absorção de tensões.

Para drenagem de águas residuais sujeitas regularmente a temperaturas superiores a 20°, como por exemplo no esgoto das máquinas de lavar roupa ou louça, deve-se optar por séries especiais, próprias para este fim, com aumento de espessura.

Apesar de ser também possível a colagem entre troços, a ligação deve ser através de abocardamento com anéis de estanquidade. (Pedroso, Vitor, 2007).000

### **3.3- REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS**

Com o aumento da área impermeabilizada nas áreas urbanas, aumentou também a necessidade de encaminhar as águas pluviais para redes subterrâneas. Por outro lado, seria inconcebível que edifícios de média / grande drenassem as chuvas recolhidas na área da cobertura directamente para os arruamentos, atingindo pedestres ou viaturas.

No entanto, é ainda possível encontrar várias zonas do país que não possuem rede pública de drenagem de pluviais. Não obstante, e na expectativa de essa rede vir a ser criada, a montante da caixa do ramal de ligação, os sistemas devem ser sempre independentes, por forma a que, assim que hajam condições, o correcto encaminhamento seja efectuado. Nesses casos, e enquanto não estão reunidas as condições de redes subterrâneas separadas, as águas pluviais não devem ser descarregadas na rede pública de águas residuais pois comprometeria o tratamento a que estas últimas estão sujeitas.

Por outro lado, na rede de drenagem de águas pluviais são apenas permitidos os seguintes lançamentos:

- Chuvas;
- Provenientes de rega de jardins, lavagem de arruamentos, pátios e parques de estacionamento;
- Circuitos de refrigeração e aquecimento;
- Piscinas e depósitos de armazenamento de água;
- Drenagem do subsolo. (RGSPDADAR)

Sempre que a recolha das águas pluviais se processe abaixo da cota do arruamento onde está instalado o colector público, o efluente deverá ser bombeado para um nível superior ou igual ao do arruamento. Se a recolha das águas pluviais for totalmente acima desse nível, deve-se conceber o sistema mais fiável, através de drenagem gravítica. Por força das condicionantes de arquitectura e da urbanização, é corrente optar-se pelo sistema misto.

### 3.3.1- Caudais de cálculo

São consultados dados estatísticos que identificam valores de precipitação que ocorrem naquela área geográfica.

O período de retorno mínimo a considerar são 5 anos para uma duração de precipitação de 5 minutos a considerar na seguinte expressão.

$$I = a \times t^b \quad [13]$$

Em que:

I – Intensidade de precipitação (mm/h);

t – Duração da precipitação (min);

a,b – Constantes dependentes do período de retorno. Identificáveis na tabela seguinte.

### 3.3.2- Dimensionamento hidráulico dos algeiros, caleiras e colectores prediais

No dimensionamento de caleiras e algeiros deve ter em conta os caudais obtidos por forma a que a altura de lâmina líquida não exceda 7/10 da altura da secção transversal, a inclinação deve ser entre 1% e 4%.

O diâmetro mínimo para os ramais de descarga é de 40mm, excepto quando instalado ralo de pinha em que passa a ser 50mm, para compensar a redução de secção útil.

Para o dimensionamento dos colectores são admissíveis escoamentos em secção cheia.

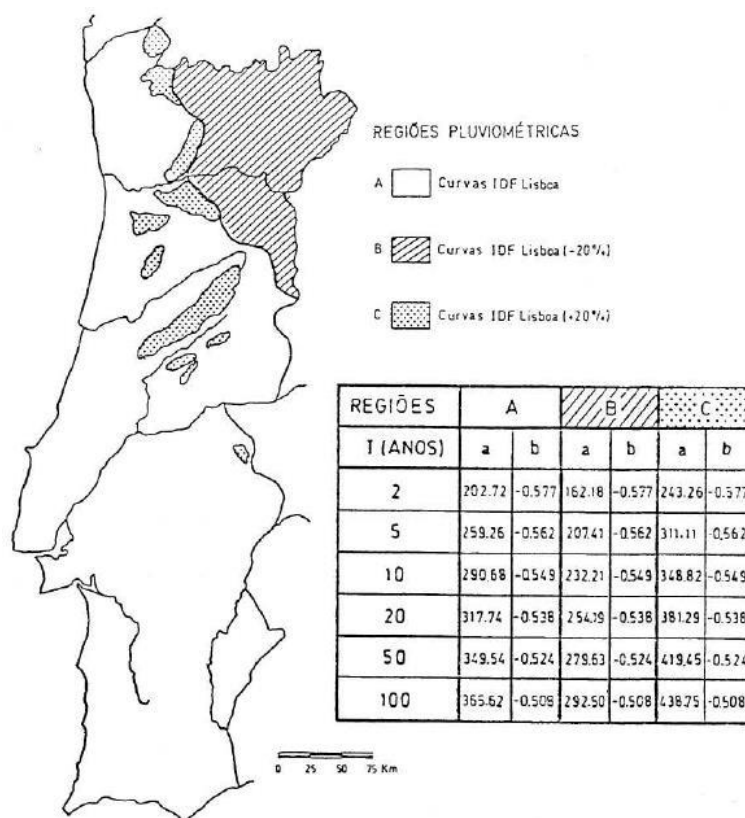


Figura 6 - Regiões pluviométricas - Anexo IX do RGSPDADAR

Conhecendo a intensidade de precipitação do local, o caudal a considerar será obtido através da expressão:

$$Q = C \times I \times A \quad [14]$$

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>)

#### 4- PROJECTO ACÚSTICO

Com o aumento de densidade populacional, com a sistematização do uso de equipamentos, máquinas, etc, no interior e exterior do edifício, às já existentes especialidades de engenharia em edifícios exigíveis num processo de licenciamento, que visam a segurança da população ou a habitabilidade mínima, como é caso do projecto de Abastecimento de Água e Drenagem de Residuais Domésticas, nos últimos anos acresceu-se a verificação do conforto acústico.

Para tal, foi publicada legislação para regulamentar os projectos de isolamento acústico nomeadamente o Decreto-Lei nº96/2008 de 9 de Junho – “Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE)”, que trouxe alterações ao DL 129/2002, de 11 de Maio sem no entanto o revogar, e o Decreto-Lei nº9/2007 de 17 de Janeiro – “Regulamento Geral do Ruído”.

Um ambiente acústico adequado ao fim a que se destina um determinado espaço é essencial para o seu bom funcionamento e para a higiene e saúde dos seus habitantes, dos seus trabalhadores ou dos seus utentes. Naturalmente os requisitos diferem conforme o tipo de utilização a que o espaço se destina. São distinguidos edifícios habitacionais e mistos, edifícios comerciais, de serviços e indústrias, edifícios escolares e de investigação, edifícios hospitalares, recintos desportivos, estação de transportes de passageiros, auditórios e salas.

A legislação DL 96/2000 tem o mérito de clarificar despenalizações de edifícios situados em zonas históricas e de prescrever exigências particulares a casos especiais como hotéis, auditórios ou fachadas com áreas translúcidas superiores a 60%.

Há então que distinguir a fase de licenciamento, em que tem que ser apresentada e aprovado um projecto acústico subscrito por Técnico de engenharia acústica ou reconhecido por Ordem Profissional; a fase de construção e implementação; e por fim a fase de verificação do regulamento com a avaliação in situ e respectiva conformidade.

Os mapas de ruído elaborados em cada Concelho indicarão a permissão de uso de solo para cada área, distinguindo zonas sensíveis das zonas mistas. Estes mapas de ruído consubstanciarão a elaboração, alteração e revisão dos Planos Directores Municipais (PDM) e planos de urbanização.

Para a elaboração dos mapas de ruído obtêm-se informações relevantes por técnicas de modelação ou por recolha de dados acústicos realizada de acordo com as técnicas normalizadas. (RGR). Estas recolhas de dados respondem aos indicadores  $L_{den}$  (Indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno) e  $L_n$  (Indicador de ruído nocturno) e são efectuadas a 4 m acima do solo.

Para o efeito, são distinguidos os seguintes conceitos:

Indicador do ruído diurno  $L_d$  (ou  $L_{day}$ ) - Nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na norma NP 1730-1: 1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos diurnos representativos de um ano.

Indicador do ruído do entardecer  $L_e$  (ou  $L_{evening}$ ) - Nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na norma NP 1730-1 : 1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano.

Indicador do ruído nocturno  $L_n$  (ou  $L_{nigth}$ ) - Nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na norma NP 1730-1 : 1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos nocturnos representativos de um ano.

Indicador do ruído diurno-entardecer-nocturno  $L_{den}$  - Indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incomodo global, dado pela expressão:

$$L_{den} = 10 \times \text{Log} \frac{1}{24} \times \left[ 13 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 3 \times 10^{\frac{L_d+5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_d+10}{10}} \right] \quad [15]$$

Para descrever o desempenho de um edifício são utilizados os seguintes indicadores:

$D_{2m,nT,w}$  – Isolamento a sons de condução aérea padronizado entre o exterior e o compartimento em avaliação, ou seja, a diferença entre o nível médio de pressão sonora exterior medido a 2 m da fachada do edifício e o nível médio de pressão sonora medido no local de recepção ( $L_2$ ) corrigido do tempo de reverberação do compartimento receptor.

$D_{nT,w}$  – isolamento a sons de condução aérea padronizado entre compartimentos de um edifício;

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log \left( \frac{T}{T_0} \right) \quad [16]$$

$$D_{nT} = R_w + 10 \cdot \log \left( \frac{0,16V}{T_0 S} \right) \quad [17]$$

$L_{nT,w}$  – isolamento a sons de percussão padronizado provenientes de uma percussão normalizada sobre pavimentos

$L_{Ar,nT}$  – Nível de avaliação padronizado – nível sonoro contínuo equivalente

T – tempo de reverberação (s)

$T_0$  - tempo de reverberação de referência (s);

em compartimentos de habitação considere-se  $T_0 = 0.5$  s

(Os índices devem ter a seguinte leitura: 2m – medido a 2m da fachada; nT – Padronizado; w – ponderação)

Neste caso que estamos a tratar somente de edifício de habitação, convém saber que:

Nas fachadas o isolamento sonoro:

- em zona mista  $D_{2m,nT,w} \geq 33$  dB

- em zona sensível  $D_{2m,nT,w} \geq 28$  dB

Isolamento a sons aéreos entre fogos, entre zonas de estar ou de dormir:

- em zona sensível  $D_{2m,nT,w} \geq 50$  dB

Isolamento a sons de percussão em pavimentos de fogos diferentes:

$L_{nT,w} \leq 60$  dB (entre fogos de habitação)

$L_{nT,w} \leq 50$  dB (entre fogos e zonas de serviços, comércio e indústria)

Isolamento a sons aéreos entre compartimentos de um fogo e locais de circulação comum:

$D_{nT,w} \geq 48$  dB

$D_{nT,w} \geq 40$  dB (caixas de elevadores)

$D_{nT,w} \geq 50$  dB (garagens)

Sendo o som perturbação física ou uma vibração provocada por uma variação de pressão relativa à pressão normal atmosférica e que é detectável pelo ouvido humano (RRAE).

A pressão sonora num instante é dada pela expressão:

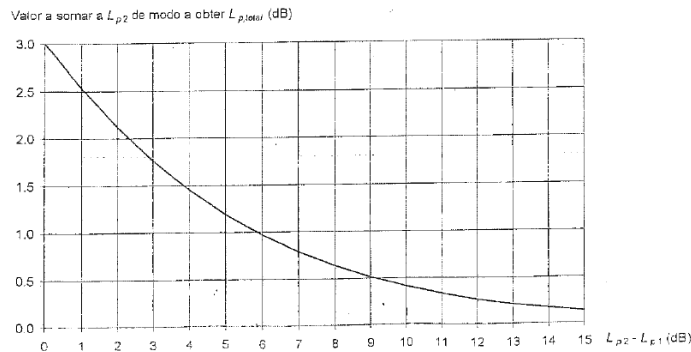
$$p = p' - p_{atm} \tag{18}$$

Tratando-se de um movimento harmónico, é a sua frequência que faz com que o tímpano distinga algumas gamas de sons. Às frequências mais elevadas interpretamos como sons agudos e às frequências mais baixas são os sons graves. Abaixo dos 16 Hz estão os infra-sons e acima dos 20.000Hz os ultra-sons, nenhum deles perceptíveis pelo ouvido humano. Como a gama de pressões sonoras é extremamente ampla, não seria prático trabalhar com os valores nas suas escalas naturais, sendo por isso usada a escala de dB, uma escala logarítmica. (Patrício, J., 2008)

A soma de pressões pode ser feita analiticamente através da expressão

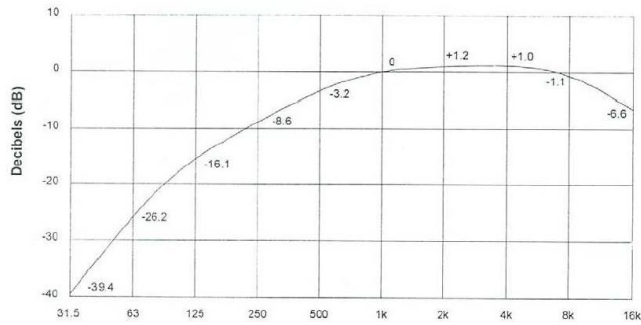
$$L = 10 \log \sum 10^{\frac{L_i}{10}} \tag{19}$$

Ou graficamente:



**Figura 4 - Soma das pressões sonoras - Patrício J. - Acústica de Edifícios**

Para melhor caracterizar a sensação de intensidade sonora do ouvido humano, os valores devem ser corrigidos de acordo com o seguinte gráfico (curva de correção ou ponderação A), passando a ser designados por dB(A):



**Figura 5 - Sensação de intensidade sonora - Patricio J. - Acústica de Edifícios**

Esta correcção pretende adequar o resultado à sensibilidade auditiva, despenalizando as componentes de espectro de frequências baixas.

$$L_P = 10 \log \sum 10^{0,1 \times (L_{pi} + C)} \quad (\text{dB (A, B, C ou D)}) \quad [20]$$

Da onda sonora, quando na sua propagação encontra um obstáculo, parte do som incidente é absorvido e parte do som é reflectido. O isolamento acústico resultante de determinado elemento construtivo reduz a transmissão de som e melhora o conforto de cada fracção (Tabela 10)

**Tabela 10 - Relação entre o isolamento acústico de um elemento construtivo e as condições de audibilidade - Patricio J. - Acústica de Edifícios**

Amortecimento do som através de uma parede	Condições de Audibilidade	Conclusão
30 dB ou menos	A voz normal pode ser compreendida fácil e distintamente	Pobre
De 30 a 35 dB	O som da voz pode ser percebido fracamente. A conversa pode ser ouvida mas não compreendida.	Suave
De 35 a 40 dB	O som da voz pode ser ouvido mas não compreendido com facilidade. A voz normal só será ouvida debilmente e às vezes não.	Bom
De 40 a 45 dB	O som da voz pode ser ouvido fracamente sem, no entanto ser compreendido. A conversação normal não é audível.	Muito bom (recomendado para edifícios de habitação)
45 dB ou mais	Sons muito fortes como o canto, instrumentos de sopro, rádio tocando muito alto podem ser ouvidos fracamente e às vezes não.	Excelente (recomendado para estúdios de rádio, auditórios e indústria)

Para otimizar o ambiente acústico pode-se intervir no interior, ao nível do acondicionamento acústico, e no exterior, com isolamento acústico nos paramentos.

Relativamente ao tipo de transmissão do som, pode-se distinguir os sons aéreos e os sons de percussão.

As principais fontes dos sons aéreos são o trânsito, a vizinhança, as obras e sistemas e equipamentos mecânicos das instalações colectivas (RGR).

O som de percussão tem como principal origem a acção de choque de qualquer objecto sobre um elemento da construção.

Os sons de percussão resultam de uma acção de choque exercida directamente sobre um elemento de compartimentação devido à rigidez das ligações existentes ao longo do edifício.

Para reduzir este ruído devem-se instalar na estrutura apoios de mola metálicos, placas flexíveis ou apoios discretos. Devem isolar-se também as paredes, os pavimentos, tectos falsos e condutas.

Na fase de projecto utilizam-se métodos analíticos relacionando a definição dos elementos de compartimentação de uma determinada edificação (Patrício, J.,2008)

In situ podem utilizar-se métodos que têm como base a formulação teórica que pode traduzir, de uma forma mais ou menos aproximada, avaliando o comportamento vibracional dos elementos de compartimentação, a avaliação da conformidade do isolamento a sons de percussão dos edifícios com objectivos previamente fixados. Aí pode verificar-se o isolamento a sons de percussão padronizado,  $L'_{nT}$ , a diferença entre o nível sonoro médio ( $L_1$ ) medido no compartimento receptor, proveniente de uma excitação de percussão normalizada exercida sobre o pavimento, corrigido da influência das condições de reverberação do compartimento receptor dado pela expressão:

$$L'_{nT} = L_1 - 10 \cdot \log \left( \frac{T}{T_0} \right) \quad (\text{dB}) \quad [21]$$

Em que:

T - tempo de reverberação do compartimento (s)

$T_0$  – tempo de reverberação de referência (s) - em compartimentos de habitação  $T_0 = 0,5$  s

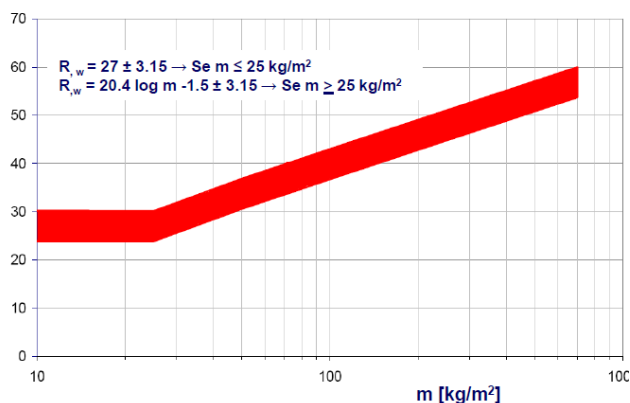
Numa perspectiva de reabilitação acústica dos edifícios há que intervir no isolamento a sons aéreos entre fogos e entre estes e o exterior e no isolamento a sons de percussão entre fogos sobrepostos. Os equipamentos de carácter colectivo e de instalações são fontes

frequente de ruído sentindo-se várias fracções habitacionais. Utilizações diferentes de habitação integradas num edifício. Caso hajam unidades de comércio e serviços integradas no edifício, também o isolamento a sons aéreos e a sons de percussão entre estes espaços e os fogos imediatamente adjacentes merece cuidado redobrado. (RRAE)

#### 4.1 -METODOLOGIA DE CÁLCULO PARA SONS AÉREOS

Quando se pretende reduzir a propagação de sons aéreos, a solução tradicional é o aumento de massa. A condição essencial para que um elemento ou parte dele seja considerado na redução acústica é que tem que ser uma massa única e solidamente unida. Para calcular o isolamento acústico resultante de um elemento de massa elevada, pode recorrer-se a:

a) Graficamente



**Figura 6 - Lei das massas no isolamento sonoro**

(apenas em elementos de massa por unidade de superfície razoavelmente elevada)

b) Analiticamente, através da expressão

$$R = 20 \log (m) + 20 \log \left( \frac{f}{250} \right) \quad [22]$$

De uma forma geral, a transmissão marginal não é desprezável. Depende fundamentalmente da relação entre a massa superficial do elemento considerado e a dos elementos vizinhos.

Quando a relação entre a massa das paredes laterais e a massa da parede de separação é grande, pode-se então considerar que se despreza a transmissão marginal.

$R_w \leq 35 \text{ dB} \rightarrow$  é desprezável a transmissão marginal

$35 \text{ dB} < R_w < 45 \text{ dB} \rightarrow$  estima-se em 3 dB a redução no  $R_w$

$R_w \geq 45 \text{ dB} \rightarrow$  redução de 4 a 5 dB, a verificar no local/informação técnica

Para melhorar o isolamento sonoro de um elemento de construção opta-se por um elemento duplo em vez de um elemento simples. Havendo descontinuidade mecânica entre os diferentes elementos, há maior resistência à transmissão de vibrações do que uma só parede homogénea. O isolamento acústico ou caixa de ar funcionam como amortecedor das ondas, absorvendo a energia por dissipação. (Patrício, J., 2008)

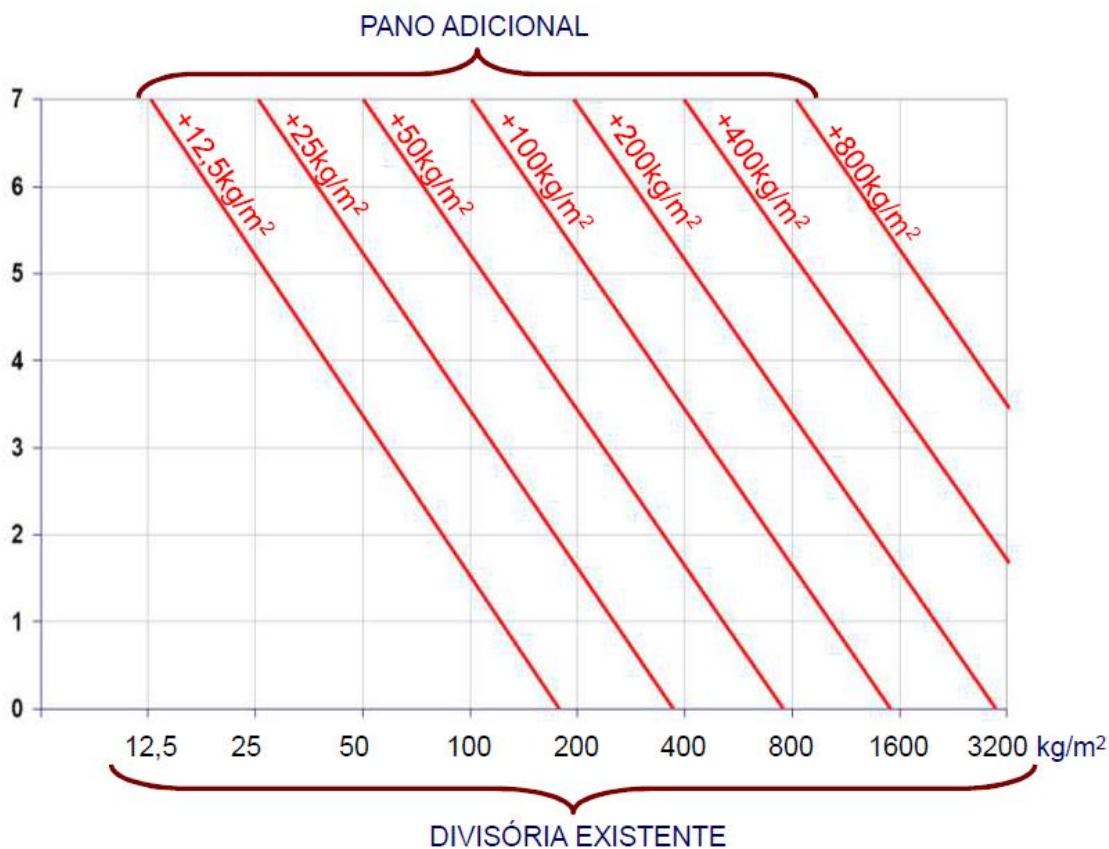


Figura 10 - Acréscimo de isolamento sonoro por introdução de novo pano de divisória - Patrício J. - Acústica de Edifícios

É aconselhável considerar um máximo de 5dB, fazendo a relação 5/7, para os outros valores.

Para que este ábaco possa ser considerado, há que garantir as seguintes condições:

$$d \geq \left\{ \begin{array}{l} 0,9 \times \left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right) (m) \\ 40 \text{ mm} \end{array} \right. \quad [23]$$

Quando não seja aplicável a lei das massas, tem que se optar pela verificação laboratorial ou pelo método misto e lei das massas experimental.

O isolamento sonoro dum elemento de separação descontínuo, composto por elementos simples ou múltiplos

$$R_w = 10 \log \left( \frac{\sum_i A_i}{\sum_i A_i 10^{\left(-\frac{R_{wi}}{10}\right)}} \right) \quad [24]$$

#### 4.2- METODOLOGIA DE CÁLCULO PARA SONS DE PERCUSSÃO

O método do invariante  $L_{n,w} + R_w$ , aplica-se para determinação do índice de isolamento a sons de percussão conferido pelos elementos de compartimentação horizontal (lajes de piso). Para isso há que conhecer o valor do índice de isolamento a sons aéreos,  $R_w$  (calculado conforme método anteriormente descrito).

Uma determinada força, aplicada num ponto 1, estabelece uma velocidade  $V_{12}$  num ponto 2, uma força  $F_2=F_1$  aplicada em 2, que dará origem a uma velocidade  $V_{21} = V_{12}$  no ponto 1. Este é o princípio físico da reciprocidade. (Patrício, J., 2007)

Este método foi estabelecido a partir da realização de um elevado número de ensaios experimentais efectuados em vários tipos de pavimentos.

Quando se aplica este método, considera-se que os elementos de compartimentação são devidamente classificados de lajes tipo, para os quais corresponde um valor constante do invariante:

$$L_{n,w} + D_{n,w} = \text{Cte} \quad [25]$$

$$L_{n,w} = (L_{n,w} + R_w) - R_w - \Delta L_w + \text{Trans Marginal} \quad [26]$$

1. determina-se o invariante ( $L_{n,w} + R_w$  - valor tabelado (Tabela 11));
2. determina-se o índice de isolamento sonoro a sons aéreos da laje ( $R_w$ );
3. determina-se o valor da atenuação sonora proporcionada pelo sistema complementar ( $\Delta L_w$  - valores tabelados (Tabela 12));
4. resultado obtido corresponde ao valor do índice de isolamento sonoro,  $L'_{n,w}$ , assegurado pelo elemento de compartimentação em causa.

**Tabela 111 - Valores estimativos de índice de isolamento sonoro  $I_p$  em lajes de edifícios - Patricio J. - Acústica de Edifícios**

TIPO DE PAVIMENTO	$L_{n,w} + R_w$
Laje maciça de betão não revestida (espessuras correntes)	130
Laje maciça de betão revestida com tacos de madeira	115
Laje maciça de betão com lajeta flutuante revestida com tacos de madeira	110
Laje aligeirada de vigotas pré-esforçada com blocos de cofragem e betão complementar não revestida	120
Laje maciça de betão com piso flutuante de madeira	112

**Tabela 122 – Índice de atenuação acústica a sons de percussão para alguns casos de revestimentos  
- Patricio J. - Acústica de Edifícios**

Natureza do revestimento de piso			$\Delta L'_{nw}$	
Designação	Características do elemento resiliente			
Lajeta flutuante de 4 cm de espessura com a face aparente revestida a tacos de pinho	Aglomerado negro de cortiça	Massa volúmica (kg/m <sup>3</sup> )	Espessura (mm)	
		95	10	19
		100	20	20
		100	10	18
		102	6	17
		112	10	18
		120	40	20
		140	12	18
		194	5	15
	Feltro betuminoso com regranulado de cortiça	Massa volúmica do regranulado (kg/m <sup>3</sup> )		
		52		19
		66		20
		114		21
		146		20
Aglomerado composto de cortiça	400	6	16	
	490	12	15	
	750	3	11	
Alcatifa	Tufada com base de latex		33	
	Tufada com base de favos de borracha		35	
	Flocada sobre tecido de juta		23	
Feltro	Propileno fibrilado		21	

**Tabela 13 - Correção devida à transmissão marginal em dB - Patricio J. - Acústica de Edifícios**

Massa superficial do pavimento (kg/m <sup>2</sup> )	Massa superficial média dos elementos marginais (paredes) homogéneos e não revestidos (kg/m <sup>2</sup> )								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	0
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

## 5- PROJECTO DE TÉRMICA

### 5.1 - ENQUADRAMENTO LEGAL

Com as cada vez mais notórias e inegáveis alterações climáticas a UE comprometeu-se com a redução de consumo de energia e emissão de gases que afectem a camada de ozono.

Sabe-se que os edifícios são responsáveis por 40% do consumo final de energia e por 36% das emissões de CO<sub>2</sub>. Possuem, no entanto, um potencial de poupança económica de 28%.

Por forma a reduzir o impacto das edificações no meio ambiente, desde dos anos 70 que tem havidos esforços nesse sentido. Nessa altura começou por se considerar a eficiência e a introdução das redes de gás natural.

Nos anos 80 deu-se ênfase na redução de emissões e foram introduzidas novas tecnologias de combustão, funcionando a temperaturas mais baixas e com menores emissões.

A introdução de normas *Passive House* ocorreu nos anos 90, a par com a redução da procura por aquecimento, e o aumento da procura por arrefecimento, mesmo em países do Norte da Europa

Foi também nessa altura que se sentiram as primeiras preocupações com a qualidade do ar interior;

Finalmente no início do século XXI foram criados métodos de optimização, começaram a integrar-se energias renováveis, houve a introdução do conceito de edifícios e sistemas inteligentes e uma visão holística do edifício enquanto um sistema integrado de múltiplos elementos, ao invés de sistemas individuais.

Entre 2004 e 2006 foram definidos os primeiros valores e parâmetros para reduzir o consumo energético em 40% até ao ano 2020.

Foi feita uma reavaliação em 2013 para uma redução em 20% e uma redução de 40% em 2050 para o consumo energético bruto.

Nesse sentido têm sido elaboradas e melhoradas Directivas Europeias transpostas para a legislação nacional, nomeadamente:

- Decreto-Lei 40/90, de 6 de Fevereiro – Regulamento das Características de Comportamento Térmicos dos Edifícios (RCCTE)
- Decreto-Lei 118/98, de 7 de Maio – Regulamento de Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)

- Directiva 2002/91/CE - relativa ao desempenho energético dos edifícios (EPBD) – transposta para a legislação nacional através de:
- Decreto-Lei n.º 78/2006 de 4 de Abril – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios;
- Decreto-Lei nº 79/2006, de 4 de Abril – Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização em Edifícios de Serviços (RSECE);
- Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE).

Com esta legislação o Governo promoveu fortemente a eficiência energética dos edifícios, traduzindo-se na criação do sistema de certificação energética, mas também na identificação de aspectos relevantes da sua aplicação. A criação e funcionamento desse sistema de certificação, juntamente com o esforço empregue na sua aplicação, têm contribuído nos últimos anos para destacar questões relacionadas com o aumento da eficiência energética e utilização de energias renováveis em edifícios.

- Directiva 2009/28/CE relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis (RES) – teve como factores orientadores a redução das emissões de gases de efeito estufa em conformidade com o protocolo de Quioto. Objectivamente pretendia estabelecer um quadro comum para a promoção de fontes renováveis de energia na UE, determinando metas nacionais obrigatórias para atingir uma quota global de 20% de energia proveniente de fontes renováveis no consumo energético bruto e uma quota de 10% para a energia proveniente de fontes renováveis nos transportes até 2020 (Tabela 14)

**Tabela 14 - Metas gerais portuguesas para a parcela de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto de energia em 2005 e 2020**

Parcela de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto de energia em 2005 (%)	19,8
Meta de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto de energia em 2020 (%)	31,0
Consumo energético ajustado total esperado em 2020 (ktoe)	16623
Quantidade esperada de energia proveniente de fontes renováveis correspondente à meta de 2020 (=B xC) (ktoe)	5153

- Directiva 2010/31/EU - EPBD-reformulada - Reformulação da directiva inicial relativamente ao desempenho energético dos edifícios 2002/91/EU. Como maiores

alterações, trouxe a abolição do limite de 1000 m<sup>2</sup> para aplicação do Regulamento aquando de grandes remodelações e a obrigatoriedade de, a partir de 2020, todos os edifícios novos terem um balanço energético próximo do zero, com fontes de energia renovável próprias. Introduz requisitos sobre a análise da viabilidade económica, sob uma metodologia comum, a aplicar na estimativa das poupanças ao longo de toda a vida útil do edifício. Os sistemas técnicos ficam também sujeitos a requisitos de eficiência e não somente a envolvente.

Considerando que “É da exclusiva responsabilidade dos Estados-Membros estabelecer requisitos mínimos para o desempenho energético dos edifícios e dos elementos construtivos. Esses requisitos deverão ser estabelecidos tendo em vista alcançar um equilíbrio óptimo em termos de rentabilidade entre os investimentos efectuados e os custos de energia economizados ao longo do ciclo de vida do edifício, sem prejuízo do direito dos Estados-Membros de fixarem requisitos mínimos mais eficientes em termos energéticos do que os níveis de eficiência óptimos em termos de minimização de custos.” (2010/31/EU)

“As medidas destinadas a melhorar o desempenho energético dos edifícios deverão ter em conta as condições climáticas e locais, bem como o ambiente interior e a rentabilidade económica. Essas medidas não deverão afectar outros requisitos relativos aos edifícios, tais como a acessibilidade, a segurança e a utilização prevista do edifício”, o Sistema de Certificação Energética Português e a Regulamentação Térmica de 2006 foram revistos para transpor a reformulação de 2010 da EPBD (o processo iniciou-se em 2010 e as comissões técnicas concluíram os seus trabalhos em 2012).

O Decreto-Lei n.º 118/2013 foi além da transposição da Directiva 2010/31/UE, fazendo também uma revisão da legislação térmica nacional através o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE). Foi ajustado o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS).

Passou a ser exigido um certificado válido, com a classificação mínima de B- para a obtenção da licença de construção e um certificado válido para todos os edifícios (novos ou existentes) quando anunciados para realização de uma transacção onerosa (venda ou arrendamento), edifícios de comércio ou serviços com área útil igual ou superior a 1000 m<sup>2</sup>, ou 500 m<sup>2</sup> no caso de centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas.

As propriedades de entidades públicas com área superior a 500 m<sup>2</sup>, ou 250 m<sup>2</sup> (a partir de 1 de Junho de 2015) ficaram também sujeitos à obrigação de possuírem um Certificado energético válido.

Excepção a esta exigência são, instalações industriais, agrícolas ou pecuárias; edifícios utilizados como locais de culto ou para actividades religiosas; edifícios destinados a armazéns, estacionamento e oficinas; edifícios unifamiliares com área útil inferior a 50 m<sup>2</sup> e edifícios de comércio e serviços devolutos (até que sejam anunciados para venda ou arrendamento); edifícios em ruína; infraestruturas militares e edifícios afectos aos sistemas de informações ou a forças e serviços de segurança sujeitos a regras de controlo e confidencialidade; monumentos e edifícios considerados com especial valor arquitectónico ou histórico.

Estabelece uma relação com a avaliação das soluções de custo óptimo encontradas através da aplicação da metodologia proposta no Regulamento Delegado nº 244/2012 em complemento da EPBD-recast.

As energias renováveis que suprimem a parte do remanescente das necessidades energéticas previstas, de acordo com os modelos do REH e do RECS, devem ser geradas preferencialmente, no próprio edifício ou no terreno onde está construído. Em alternativa, em infraestruturas de uso comum tão próximas do local quanto possível.

Com esta legislação definiram-se requisitos comuns no que se refere a uma metodologia de cálculo do desempenho energético integrado dos edifícios e das fracções autónomas e na aplicação de requisitos mínimos para o desempenho energético dos edifícios novos.

Foi também possível distinguir requisitos mínimos para o desempenho energético de construções existentes, partes de edifícios sujeitos a grandes renovações, elementos construtivos da envolvente dos edifícios com elevada expressão no desempenho energético da envolvente quando forem renovados ou substituídos e sistemas técnicos dos edifícios quando instalado um novo sistema ou quando o sistema existente for substituído ou melhorado;

Esclareceu-se a necessidade de certificação energética dos edifícios ou das fracções autónomas, inspeções regulares das instalações de aquecimento e de ar condicionado nos edifícios.

Também então se definiram as datas de 31 de Dezembro de 2018, para os edifícios novos ocupados e detidos por autoridades públicas e 31 de Dezembro de 2020, para todos os edifícios novos na adopção do conceito nZeb (nearly zero energy building).

Promoveu-se assim a melhoria do desempenho energético dos edifícios na União Europeia tendo em conta as condições climáticas externas e as condições locais.

Conseguiu-se uma visão global do edifício e o tratamento de todos os componentes como partes de um sistema maior e estabelecer uma correlação entre o valor comercial do edifício e o seu desempenho energético.

A transposição para o direito nacional da Directiva 2010/31/UE criou uma oportunidade para melhorar a sistematização e âmbito do Sistema de Certificação Energética e respectivos regulamentos.

Com essas medidas conseguir-se-á a melhoria da qualidade do ar interior nos edifícios, redução dos consumos energéticos do parque edificado, diminuição da pobreza energética das famílias, redução das emissões de CO<sub>2</sub>, redução das importações de energia e da dependência energética externa nacional e evitar a expansão e dependência da rede

## 5.2- CONFORTO TÉRMICO

O debate sobre os edifícios de baixo consumo energético não pode, no entanto, menosprezar que os edifícios devem proporcionar ambientes confortáveis para trabalhar, relaxar e para diversão

A eliminação de calor pelo corpo humano é conseguida, em parte, por evaporação na pele. A temperaturas de 20 a 22°C, o calor libertado é bastante reduzido. A este nível de temperatura e com a humidade relativa inferior a 30% é criada electricidade estática e a garganta fica seca, enquanto que no limite superior de 70% odores são facilmente produzidos e surgem fungos. Se a temperatura é mais elevada, os níveis de humidade são muito importantes pois a evaporação da pele aumenta. É muito importante evitar situações que prejudiquem a evaporação a partir da pele humana. Para temperaturas entre 24°C e 26°C, os níveis de humidade relativa devem estar entre 40% a 60%.

Biologicamente um organismo tem uma margem de temperaturas aceitáveis para o seu funcionamento. O corpo humano recorre a mecanismos para perder calor nomeadamente:

- Radiação (40-50%). Energia térmica é irradiada da superfície corporal para a envolvente.
- Condução (2-3%). Este mecanismo considera ganhos/perdas de energia transferida para/pelo corpo humano por contacto directo com os elementos da envolvente.
- Convecção (25-30%). O ar que entra em contacto com o corpo absorve/liberta calor. Este processo depende de forma significativa da velocidade e temperatura do ar e do tipo de vestuário.

- Evaporação (25-30%). Este é o único mecanismo activo utilizado pelo corpo humano para rejeitar calor. Em média, este mecanismo pode rejeitar cerca de 700W de energia térmica. O conforto térmico num determinado espaço é afectado pela temperatura ambiente, pela temperatura radiativa das superfícies adjacentes, pela humidade relativa do ambiente; pela velocidade do ar, pelo caudal de renovação do ar. Na escala individual interfere o metabolismo, o tipo de actividade e o vestuário. (<http://www.southzeb.eu>)

O regulamento sugere a temperatura ambiente mínima de conforto de 18°C para a estação de aquecimento e máxima de 25°C para arrefecimento.

### 5.3- METODOLOGIA DE CÁLCULO

O REH permite, baseado na metodologia ISO 13790, estimar o consumo energético em edifícios ou fracções de habitação.

A metodologia considera os seguintes aspectos:

- Necessidades de aquecimento- método baseado em graus-dias e o balanço térmico da envolvente para a estação de aquecimento
- Necessidades de arrefecimento - utiliza-se a diferença média entre a temperatura interior e a temperatura exterior e o balanço térmico através da envolvente para a estação de arrefecimento
- Necessidades de águas quentes sanitárias - com base no consumo médio diário e no número de dias por ano com consumo de AQS.
- Devido ao reduzido impacto no consumo total, os ganhos térmicos associados nomeadamente ao metabolismo dos ocupantes, ao calor dissipado nos equipamentos e nos dispositivos de iluminação são contabilizados de forma simplificada, com um valor fixo de 4 W/m2.
- Necessidades nominais de energia primária,  $N_{tc}$ , dada pela expressão:

$$N_{tc} = \sum_j \left( \sum_k \frac{f_{i,k} \times N_{ic}}{\eta_{ref,k}} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left( \sum_k \frac{f_{v,k} \times N_{vc}}{\eta_{ref,k}} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left( \sum_k \frac{f_{a,k} \times Q_a / A_p}{\eta_{ref,k}} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \frac{W_{vmj}}{A_p} \times F_{pu,j} - \sum_p \frac{E_{ren,p}}{A_p} \times F_{pu,p} \quad [27]$$

Em que:

$N_{ic}$  – Necessidade de energia útil para aquecimento, supridas pelo sistema k

$f_{i,k}$  – Parcela das necessidade de energia útil para aquecimento suprida pelo sistema k

$N_{vc}$  – Necessidade de energia útil para arrefecimento, supridas pelo sistema k

$f_{v,k}$  – Parcela das necessidade de energia útil para arrefecimento suprida pelo sistema k

$Q_a$  – Necessidade de energia útil para produção de AQS supridas pelo sistema k

$f_{a,k}$  – Parcela das necessidade de energia útil para produção de AQS suprida pelo sistema k

$\pi_k$  – Eficiência do sistema k que toma o valor de 1 no caso de sistemas para aproveitamento de fontes de energia renovável à excepção de sistemas de queima de biomassa sólida em que deve ser usada a eficiência do sistema de queima

j – Todas as fontes de energia, incluindo as de origem renovável

p – fontes de energia renovável

$E_{ren,p}$  – energia produzida a partir de fontes de energia renovável p, incluindo apenas energia consumida

$W_{vm}$  – energia eléctrica necessária ao funcionamento de ventiladores

$A_p$  – área interior útil de pavimento

$F_{pu,j}$  e  $F_{pu,p}$  – factor de conversão de energia útil para energia primária

$\delta$  – igual a 1 excepto para o uso de arrefecimento ( $N_{vc}$ ) em que pode tomar o valor 0 sempre que o factor de utilização de ganhos térmicos seja superior ao respectivo factor de referência, o que representa as condições em que o risco de sobreaquecimento se encontra minimizado.



## 6- PROJECTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS

### 6.1- FENOMOLOGIA DA COMBUSTÃO

A combustão é a reacção química exotérmica de oxidação-redução, entre uma matéria combustível (que actua como agente redutor) e um comburente (que actua como agente oxidante), provocada por uma determinada energia de activação e normalmente auto-sustentada. Passa a designar-se de incêndio quando não há controlo no espaço ou no tempo.

O fenómeno em que uma ou mais matérias (reagentes) se decompõem e/ou associam reagindo entre si, dando origem a outras matérias (produtos de reacção), designa-se por reacção química, sendo caracterizada por um balanço energético entre os produtos em presença (reagentes e produtos de reacção) e o ambiente exterior.

As reacções são endotérmicas quando os produtos resultantes têm mais energia do que os próprios reagentes, ou seja, o ambiente teve que fornecer energia, enquanto que as reacções são exotérmicas quando os produtos têm menos energia do que os próprios reagentes, tendo assim o ambiente exterior recebido a energia excedentária.

A libertação de energia pode assumir diversas formas, normalmente sob a forma de dissipação de calor ou, quando a energia libertada é suficientemente elevada, sob a forma de radiação luminosa (chamas).

Sendo a combustão uma reacção química exotérmica, liberta a energia de reacção para o espaço envolvente, sob a forma de calor libertado, radiação, onda de choque (em detonações) ou energia sonora.

A existência de combustível e comburente não significa que eles entrem em combustão. Para que se inicie a combustão de uma dada quantidade de combustível na presença de um oxidante (comburente), é necessário fornecer a energia de activação.

De uma forma simples, estes 3 elementos sem os quais não se dá a combustão, costuma-se referir o Triângulo do Fogo. (Castro, Carlos, et all, 2002)



Figura 7 - Triângulo do fogo (<http://www.rotasdaliberdade.com.br>)

Na combustão, a própria energia de reacção, ao libertar-se, vai originar a formação de radicais livres que por possuírem energia elevada, vão reagir com outras moléculas, dando origem a mais radicais livres, criando uma reacção em cadeia (Figura 8).

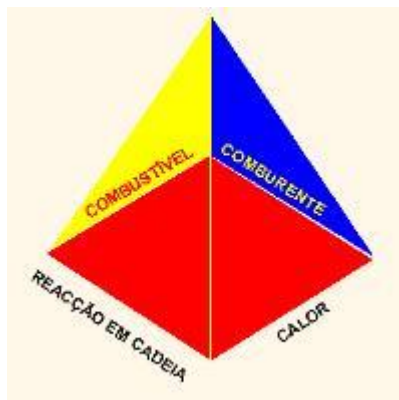


Figura 8 - Tetraedro do fogo – (<http://www.ebah.com.br>)

Ainda que o oxigénio seja o comburente mais frequente na maior parte das combustões, outras substâncias há que são comburentes específicos para outros combustíveis (Tabela 15).

Tabela 15 - Comburentes / Combustíveis

Combustível	Comburente
Hidrogénio; cobre	Cloro
Cobre, carbono	Vapor de enxofre

Metais leves (lítio, sódio, potássio, magnésio)	Vapor de água
Magnésio. Titânio (se finamente divididos)	Gases pouco reactivos como CO <sub>2</sub> ou N <sub>2</sub>
Fósforo	Bromo

Como produtos resultantes da combustão temos libertação de calor, aparecimento de chamas, libertação de gases, produção de óxidos, produção de fumos (partículas de carbono que não sofreram combustão e outras em suspensão) e produção de cinzas (substâncias minerais não consumidas).

Numa combustão, o que arde são os vapores que se vão libertando dos sólidos ou líquidos. Nos gases, a combustão é directa, sem necessidade de passar por processos de transformação de estado físico. Assim a combustão dos gases depende essencialmente da concentração com que se misturam com o ar. Existem, para cada gás, dois valores concentrações limites dentro dos quais a mistura gás-ar se sofrer uma inflamação, esta é auto-sustentada. São eles o Limite inferior de inflamabilidade (LII) e o Limite Superior de Inflamabilidade (LSI)

Um incêndio extingue-se pela eliminação ou redução de um ou mais dos elementos componentes do tetraedro do fogo.

Quando actuamos no combustível, estamos a extinguir por carência ou diluição, retirando o combustível não ardido do alcance do fogo ou o fogo do alcance do combustível não atingido.

Retirando o comburente, extingue-se o fogo por asfixia ou abafamento. Distinguem-se entre si por a primeira não ter qualquer acção exterior, bastando que o espaço permaneça fechado e haja auto-extinção, por carência de O<sub>2</sub>, enquanto que o abafamento reque acção exterior mecânica para limitação do comburente

Se descemos a temperatura, interferimos com a energia de activação, arrefecendo a reacção. A catálise negativa ou inibição actua sobre a reacção em cadeia. Um último método de extinção é o sopro ou choque, que não é mais do que a separação do combustível do comburente. Câmaras de alta definição testam que quando se sopra para, por exemplo, apagar uma vela, a chama é empurrada para longe do pavio, extinguindo-se. (Castro, Carlos, et al, 2002)

Os extintores são sub-divididos por classes, conforme a sua capacidade de actuar em determinado tipo de combustível. São assim designados por letras, com as seguintes propriedades:

**Tabela 16 - Categorias dos agentes extintores**

CLASSE	DESIGNAÇÃO	EXEMPLOS SUBSTÂNCIAS
A	Fogos de materiais sólidos, geralmente de natureza orgânica, em que a combustão se faz com formação de brasas.	Madeira, carvão, papel, tecidos, alguns plásticos, etc.
B	Fogos de líquidos ou de sólidos liquefificáveis	Óleos, gasolinas, álcool, tintas, ceras, vernizes, etc.
C	Fogos de gases	Butano, Propano, Gás Natural, Acetileno, Hidrogéneo, etc.
D	Fogos de metais leves	Alumínio, Sódio, Magnésio, Titânio, etc.
F	Fogos envolvendo produtos para cozinhar em aparelhagem de cozinha	Óleos e gorduras vegetais ou animais

## 6.2- METODOLOGIA DE CÁLCULO

A legislação actual para o projecto de segurança contra incêndio encontra-se, essencialmente, no Decreto-Lei 224/2015, de 9 de Outubro, que alterou o DL 220/2008, de 12 de Novembro, e no Regulamento Técnico, Portaria 1532/2008, de 29 de Dezembro.

Os princípios gerais que pautam a criação e implementação da legislação de Segurança Contra Incêndio em edifícios são os da preservação da vida humana, do ambiente e do património cultural.

Tendo em vista o cumprimento dos referidos princípios, a legislação aplica-se a todas as utilizações de edifícios e recintos, visando em cada uma delas:

- Reduzir a probabilidade de ocorrência de incêndios;
- Limitar o desenvolvimento de eventuais incêndios, circunscrevendo e minimizando os seus efeitos, nomeadamente a propagação do fumo e gases de combustão;
- Facilitar a evacuação e o salvamento dos ocupantes em risco;
- Permitir a intervenção eficaz e segura dos meios de socorro.

Estão sujeitos ao regime de segurança contra incêndio todos os edifícios, ou suas fracções autónomas.

Também os edifícios de apoio a instalações de armazenamento de produtos de petróleo e a instalações de postos de abastecimento de combustíveis, tais como estabelecimentos de

restauração, comerciais e oficinas, os recintos permanentes, os recintos provisórios ou itinerantes, os edifícios de apoio a instalações de armazenagem e tratamento industrial de petróleos brutos, seus derivados e resíduos, os edifícios de apoio a instalações de recepção, armazenamento e regaseificação de gás natural liquefeito (GNL), os edifícios de apoio a instalações afetas à indústria de pirotecnia e à indústria extractiva; os edifícios de apoio a instalações dos estabelecimentos que transformem ou armazenem substâncias e produtos explosivos ou radioactivos.

Exceptuam-se os estabelecimentos prisionais e os espaços classificados de acesso restrito das instalações de forças armadas ou de segurança, os paióis de munições ou de explosivos e as carreiras de tiro.

As instalações que não disponham de legislação específica estão apenas sujeitas ao regime de segurança em matéria de acessibilidade dos meios de socorro e de disponibilidade de água para combate a incêndio, aplicando -se nos demais aspectos os respectivos regimes específicos.

Nos edifícios de habitação, são excepção os espaços interiores de cada habitação, onde se aplicam as condições de segurança das instalações técnicas e demais excepções previstas no regulamento técnico.

Também quando o cumprimento das normas de segurança contra incêndio nos imóveis classificados ou em vias de classificação se revele lesivo dos mesmos ou sejam de concretização manifestamente desproporcionada, são adoptadas as medidas de autoprotecção adequadas, após parecer da ANPC.

Às entidades responsáveis pelos edifícios e recintos incumbe promover a adopção das medidas de segurança mais adequadas a cada caso, ouvida a ANPC, sempre que entendido conveniente.

As operações urbanísticas referentes a edifícios, fracções autónomas, e recintos existentes estão também sujeitas à legislação de SCIE. Quando a aplicação seja manifestamente desproporcionada pelas suas características construtivas, arquitectónicas, ou de funcionamento e exploração dos edifícios e recintos, algumas medidas do Regulamento Técnico podem ser dispensadas. Nestes casos devem ser propostas medidas compensatórias, adequados para cada situação. (Regime Jurídico de Segurança contra Incêndio em Edifícios)

A abordagem tem início pela caracterização da utilização-tipo do edifício ou recinto, podendo ser exclusiva ou mista, entre:

- a) Tipo I «habitacionais», corresponde a edifícios ou partes de edifícios destinados a habitação unifamiliar ou multifamiliar, incluindo os espaços comuns de acessos e as áreas não residenciais reservadas ao uso exclusivo dos residentes;
- b) Tipo II «estacionamentos», corresponde a edifícios ou partes de edifícios destinados exclusivamente à recolha de veículos e seus reboques, fora da via pública, ou recintos delimitados ao ar livre, para o mesmo fim;
- c) Tipo III «administrativos», corresponde a edifícios ou partes de edifícios onde se desenvolvem actividades administrativas, de atendimento ao público ou de serviços, nomeadamente escritórios, repartições públicas, tribunais, conservatórias, balcões de atendimento, notários, gabinetes de profissionais liberais, espaços de investigação não dedicados ao ensino, postos de forças de segurança e de socorro, excluindo as oficinas de reparação e manutenção;
- d) Tipo IV «escolares», corresponde a edifícios ou partes de edifícios recebendo público, onde se ministrem acções de educação, ensino e formação ou exerçam actividades lúdicas ou educativas para crianças e jovens, podendo ou não incluir espaços de repouso ou de dormida afectos aos participantes nessas acções e actividades, nomeadamente escolas de todos os níveis de ensino, creches, jardins-de-infância, centros de formação, centros de ocupação de tempos livres destinados a crianças e jovens e centros de juventude;
- e) Tipo V «hospitalares e lares de idosos», corresponde a edifícios ou partes de edifícios recebendo público, destinados à execução de acções de diagnóstico ou à prestação de cuidados na área da saúde, com ou sem internamento, ao apoio a pessoas idosas ou com condicionalismos decorrentes de factores de natureza física ou psíquica, ou onde se desenvolvam actividades dedicadas a essas pessoas, nomeadamente hospitais, clínicas, consultórios, policlínicas, dispensários médicos, centros de saúde, de diagnóstico, de enfermagem, de hemodiálise ou de fisioterapia, laboratórios de análises clínicas, bem como lares, albergues, residências, centros de abrigo e centros de dia com actividades destinadas à terceira idade;
- f) Tipo VI «espetáculos e reuniões públicas», corresponde a edifícios, partes de edifícios, recintos itinerantes ou provisórios e ao ar livre que recebam público, destinados a espectáculos, reuniões públicas, exibição de meios audiovisuais, bailes, jogos, conferências, palestras, culto religioso e exposições, podendo ser, ou não, polivalentes e desenvolver as actividades referidas em regime não permanente, nomeadamente teatros, cineteatros, cinemas, coliseus, praças de touros, circos, salas de jogo, salões de dança, discotecas, bares com música ao vivo, estúdios de gravação, auditórios, salas de

conferências, templos religiosos, pavilhões multiusos e locais de exposições não classificáveis na utilização -tipo X;

g) Tipo VII «hoteleiros e restauração», corresponde a edifícios ou partes de edifícios, recebendo público, fornecendo alojamento temporário ou exercendo actividades de restauração e bebidas, em regime de ocupação exclusiva ou não, nomeadamente os destinados a empreendimentos turísticos, alojamento local, quando aplicável, estabelecimentos de restauração ou de bebidas, dormitórios e, quando não inseridos num estabelecimento escolar, residências de estudantes e colónias de férias, ficando excluídos deste tipo os parques de campismo e caravanismo, que são considerados espaços da utilização -tipo IX;

h) Tipo VIII «comerciais e gares de transportes», corresponde a edifícios ou partes de edifícios, recebendo público, ocupados por estabelecimentos comerciais onde se exponham e vendam materiais, produtos, equipamentos ou outros bens, destinados a ser consumidos no exterior desse estabelecimento, ou ocupados por gares destinados a aceder a meios de transporte rodoviário, ferroviário, marítimo, fluvial ou aéreo, incluindo as gares intermodais, constituindo espaço de interligação entre a via pública e esses meios de transporte, com excepção das plataformas de embarque ao ar livre;

i) Tipo IX «desportivos e de lazer», corresponde a edifícios, partes de edifícios e recintos, recebendo ou não público, destinados a actividades desportivas e de lazer, nomeadamente estádios, picadeiros, hipódromos, velódromos, autódromos, motódromos, kartódromos, campos de jogos, parques de campismo e caravanismo, pavilhões desportivos, piscinas, parques aquáticos, pistas de patinagem, ginásios e saunas;

j) Tipo X «museus e galerias de arte», corresponde a edifícios ou partes de edifícios, recebendo ou não público, destinados à exibição de peças do património histórico e cultural ou a actividades de exibição, demonstração e divulgação de carácter científico, cultural ou técnico, nomeadamente museus, galerias de arte, oceanários, aquários, instalações de parques zoológicos ou botânicos, espaços de exposição destinados à divulgação científica e técnica, desde que não se enquadrem nas utilizações -tipo VI e IX;

k) Tipo XI «bibliotecas e arquivos», corresponde a edifícios ou partes de edifícios, recebendo ou não público, destinados a arquivo documental, podendo disponibilizar os documentos para consulta ou visualização no próprio local ou não, nomeadamente bibliotecas, mediatecas e arquivos;

l) Tipo XII «industriais, oficinas e armazéns», corresponde a edifícios, partes de edifícios ou recintos ao ar livre, não recebendo habitualmente público, destinados ao exercício de actividades industriais ou ao armazenamento de materiais, substâncias, produtos ou

equipamentos, oficinas de reparação e todos os serviços auxiliares ou complementares destas actividades.

As utilizações-tipo dos edifícios e recintos em matéria de risco de incêndio podem ser da 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup>, 3.<sup>a</sup> e 4.<sup>a</sup> categorias

São factores de risco em cada UT:

- a) Utilização-tipo I — altura da utilização -tipo e número de pisos abaixo do plano de referência,
- b) Utilização-tipo II — espaço coberto ou ao ar livre, altura da utilização -tipo, número de pisos abaixo do plano de referência e a área bruta,
- c) Utilizações-tipo III e X — altura da utilização -tipo e efectivo,
- d) Utilizações-tipo IV e V — altura da utilização -tipo, efectivo, efectivo em locais de risco D ou E e, apenas para a 1.<sup>a</sup> categoria, saída independente directa ao exterior de locais de risco D, ao nível do plano de referência;
- e) Utilizações-tipo VI e IX — espaço coberto ou ao ar livre, altura da utilização -tipo, número de pisos abaixo do plano de referência e efectivo,
- f) Utilização-tipo VII — altura da utilização -tipo, efectivo e efectivo em locais de risco E,
- g) Utilização-tipo VIII — altura da utilização -tipo, número de pisos abaixo do plano de referência e efectivo,
- h) Utilização-tipo XI — altura da utilização -tipo, número de pisos abaixo do plano de referência, efectivo e a densidade de carga de incêndio modificada,
- i) Utilização-tipo XII — espaço coberto ou ao ar livre, número de pisos abaixo do plano de referência e densidade de carga de incêndio modificada

Há que classificar cada local de risco de acordo com a sua natureza de risco, com excepção dos espaços interiores de cada fogo, das vias horizontais e verticais de evacuação e dos espaços ao ar livre, são classificados de acordo com a natureza do risco.

O Regulamento Técnico que estabelece as seguintes condições técnicas gerais e específicas da SCIE:

- As condições exteriores comuns;
- As condições de comportamento ao fogo, isolamento e protecção;
- As condições de evacuação;
- As condições das instalações técnicas;

- As condições dos equipamentos e sistemas de segurança;
- As condições de autoprotecção.

## 7- CONCLUSÕES

A nível pessoal foi muito agradável rever matérias como Abastecimento de Águas e Drenagem de Residuais e Pluviais que, apesar de serem bastante do meu agrado, por força das primeiras opções profissionais, foram ficando esquecidas e sem uso. É um tema que, agora lembrado, seguramente me será muito útil.

O primeiro contacto com um Projecto de Acústica foi para a realização deste trabalho. A metodologia inicial, de tomar um projecto já realizado como bitola por forma a interpretar a legislação, reconheci depois que, não poderia ter tido o mínimo de eficácia. Sem a ajuda do Prof. Dr. Pedro Raposeiro da Silva, que se disponibilizou para me ajudar nesta matéria, o caminho teria sido mais longo e menores resultados. Ainda assim, hoje um projecto de habitação para licenciamento é um assunto que já não atemoriza.

Quanto ao Projecto de Térmica, apesar da legislação ser ambígua em alguns aspectos essenciais ao cálculo (ex.: definição da envolvente) e com uma estrutura de organização pouco óbvia, há disponíveis software ou folhas de cálculo gratuitas que, de forma expedita, permitem o cálculo quer para obtenção da licença de construção, quer para certificação energética.

O Projecto de Segurança contra Incêndio inserido neste trabalho, por força de se tratar de um edifício de habitação com grau de risco reduzido, foi uma oportunidade para utilizar os conhecimentos não há muito adquiridos.

Concluo, portanto, que, apesar do trabalho e do tempo requerido, este Trabalho de Final de Mestrado foi uma mais-valia para a minha actividade profissional, que pretendo redireccionar mais para gabinete, ao invés de uma aposta em obra na totalidade.

## BIBLIOGRAFIA

- Pedroso, V. M. R. (2007), Manual dos sistemas prediais de distribuição e drenagem de águas. 3ª Edição, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa,
- Quintela, A. C., (2002), Hidráulica, Fundação Calouste Gulbenkian
- Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto, Diário da República n.º 194, Série I-B, Lisboa: Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (RGSPPDADAR)
- Decreto-Lei n.º 96/2008 de 9 de Junho, Diário da República n.º 110/2008, Série I, Lisboa: Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional - Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios
- Patrício, J, (2008), Acústica nos Edifícios, Verlag Dashöfer;
- Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro actualizado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de Agosto, Série I, Lisboa: Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional - Regulamento Geral do Ruído
- <http://www.southzeb.eu> (acedido a 13/05/2016)
- Decreto-Lei n.º 118/2013.de 20 de Agosto, Diário da República. n.º 159, Série I, Lisboa: Ministério da Economia e do Emprego
- Portaria n.º 349-A/2013 de 29 de Novembro, Diário da República. n.º 232, Suplemento, Série I Lisboa: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia
- Portaria n.º 349-B/2013 de 29 de Novembro, Diário da República. n.º 232, Suplemento, Série I Lisboa: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia
- Portaria n.º 349-C/2013 de 02. de Dezembro, Diário da República. n.º 233, 2.º Suplemento, Série I, Lisboa: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia
- Portaria n.º 349-D/2013 de 02. de Dezembro, Diário da República. n.º 233, 2.º Suplemento, Série I. Lisboa: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia
- Despacho n.º15793-C/2013 de 03 de Dezembro, Diário da República. n.º 234, 3.ºSuplemento, Série II
- Despacho n.º15793-D/2013. de 03 de Dezembro, Diário da República. n.º 234, 3.ºSuplemento, Série II
- Despacho n.º15793-E/2013. de 03 de Dezembro, Diário da República. n.º 234, 3.ºSuplemento, Série II
- Despacho n.º15793-F/2013. de 03 de Dezembro, Diário da República. n.º 234, 3.ºSuplemento, Série II

- Despacho n.º15793-G/2013. de 03 de Dezembro,. Diário da República. n.º 234, 3.ºSuplemento, Série II
- Despacho n.º15793-H/2013. de 03 de Dezembro,. Diário da República. n.º 234, 3.ºSuplemento, Série II
- Despacho n.º15793-I/2013. de 03 de Dezembro,. Diário da República. n.º 234, 3.ºSuplemento, Série II
- Despacho n.º15793-J/2013. de 03 de Dezembro,. Diário da República. n.º 234, 3.ºSuplemento, Série II
- Despacho n.º15793-K/2013. de 03 de Dezembro,. Diário da República. n.º 234, 3.ºSuplemento, Série II
- Despacho n.º15793-L/2013. de 03 de Dezembro,. Diário da República. n.º 234, 3.ºSuplemento, Série II
- Portaria n.º 353-A/2013, de 04 de Dezembro, Diário da República. n.º 235, Suplemento, Série I. Lisboa: Ministérios do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, da Saúde e da Solidariedade, Emprego e Segurança Social
- Portaria n.º 66/2014.de 12 de Março. Diário da República nº 50, Série I, Lisboa: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia
- Portaria n.º 115/2015 de 24 de Abril, Diário da República n.º 80/2015, Série I, Lisboa: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia
- Portaria 113/2015, de 22 de Abril, Diário da República n.º 78/2015, Série I, Lisboa: Presidência do Conselho de Ministros e Ministérios da Economia e do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia
- Decreto-Lei nº 68-A/2015 de 30 de Abril. Diário da República n.º 84/2015, Série I. Lisboa: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia
- Castro, C. F., Abrantes, J. B (2002)., Manual de Segurança contra Incêndio em Edifícios, Escola Nacional de Bombeiros
- <http://www.rotasdaliberdade.com.br>
- Portaria n.º 1532/2008 de 29 de Dezembro, Diário da República nº 250, Série I - Portaria Técnica das Condições de Segurança Contra Incêndio em Edifícios e Recintos
- Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de Novembro actualizado pelo Decreto-Lei n.º 224/15 de 9 de Outubro - Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE)

## **Anexo I**

# **Projecto de rede predial de abastecimento de água**



## **1- INTRODUÇÃO**

O presente projecto é respeitante às instalações de águas, fria, quente e de incêndio, de um edifício de habitação e comércio a construir na Urbanização da Colina do Sol, nº10 – Quinta das Pevides – Mafra.

- Águas de abastecimento geral do edifício;
- Rede de combate a incêndio (RIA)

## **2- OBJECTIVO**

Pretende-se no presente documento e suas peças anexas, definir o traçado, o dimensionamento e respectivo calibre das tubagens e a caracterização da instalação das redes prediais.

## **3- LEGISLAÇÃO APLICÁVEL**

Em todo o desenvolvimento do projecto cumpriu-se, e no que este for omissos dever-se-á cumprir, com o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais Distribuição Água e de Drenagem de Águas Residuais (R.G.S.P.P.D.A.D.A.R.), aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto, assim como o Regulamento Geral de Edificações Urbanas (R.G.E.U.), Especificações do L.N.E.C. e demais legislação aplicável.

## **4- DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO**

O edifício é constituído por 5 pisos, em que um deles é enterrado. Este último destina-se exclusivamente a estacionamento e arrecadações do Condomínio. Os pisos elevados servem unicamente para habitação.

Cada um dos pisos elevados é constituído por dois apartamentos, tendo cada um deles 1 cozinha e 2 wc's.

O acesso aos pisos é feito por escadas e elevador.

Dispositivos de utilização por piso e por divisão:

PISOS 0 a 3 (2 APARTAMENTOS POR PISO)

Cada apartamento:

Cozinha: lava-louça (1 unid.); máq. Lavar louça (1 unid.); máq. Lavar roupa (1 unid.); termo acumulador eléctrico (1 unid.);

2 WC: bacias de retrete (2 unid.); bidés (2 unid.); lavatórios (2 unid.); banheiras (2 unid.)

## 5- ORIGEM E CONTAGEM GERAL DA ÁGUA

A origem da água será a rede da Be Water – Águas de Mafra na zona.

Considera-se um ramal geral de alimentação passando no passeio da via de acesso ao piso 0 do edifício. Neste piso saem duas derivações para as duas fracções do R/C e uma prumada vertical para alimentação dos restantes pisos, sendo aí feitas as necessárias derivações. Os contadores serão instalados nas escadas, individualmente, e junto a cada fracção respectiva.

## 6- CONCEPÇÃO GERAL DA REDE

### 6.1- CONDICIONAMENTOS

Os caudais instantâneos utilizados constam no anexo IV do regulamento RGSPDADAR, definidos como os caudais mínimos a considerar nos dispositivos de utilização; os caudais acumulados correspondem ao somatório dos caudais instantâneos nos respectivos troços.

Dispositivos de utilização	Designação	Qinst [l/s]
Lavatório individual	Lv	0,10
Bidé	Bd	0,10
Banheira	Ba	0,25
Chuveiro individual	Ch	0,15
Autoclismo de bacia de retrete	Br	0,10
Pia lava-louça	LI	0,20
Maquina de lavar louça	MI	0,15
Maquina de lavar roupa	Mr	0,20
Termoacumulador eléctrico	DAQ	0,20

### 6.2- VELOCIDADE CÁLCULO, DIÂMETRO CÁLCULO E DIÂMETRO NOMINAL

A velocidade de cálculo considerada foi  $V=1,00$  m/s, (velocidade média de conforto em função do material utilizado).

## 7- MATERIAIS

### 7.1- TUBOS DE PAREDE TRICOMPOSTA (PER/AI/PEAD)

A rede entre os contadores e as caixas dos colectores dos compartimentos, a rede dos serviços comuns e inclusivamente a rede de distribuição de água quente será em PER/AI/PEAD tubos de parede tricomposta Classe 1 (MPa) 80°C (para águas frias e quentes).

Dimensões consideradas	
DN (TRICOMPOSTO) (mm)	Dint (mm)
16	11,60
20	14,40
26	20,00
32	23,20
40	33,00
50	42,00

Por uma questão de sistematização do trabalho em obra, optou-se por tubagem de diâmetro 32 desde a entrada do edifício até ao equipamento individual de aquecimento de águas (incluindo colunas montantes) e diâmetro 26 na restante rede interior de água fria. Toda a rede de água quente tem também diâmetro 26.

## 7.2- ACESSÓRIOS E ÓRGÃOS DAS REDES

As redes serão equipadas válvulas de acordo com as peças desenhadas, memória descritiva e caderno de encargos, podendo ser de latão, bronze, aço PVC ou outros materiais que reúnam as condições necessárias de utilização.

## 8- DIVERSOS

### 8.1- POSIÇÃO DAS CANALIZAÇÕES

A tubagem será embebida nas paredes e rede de água quente será revestida com isolamento nunca inferior a 10 mm de espessura.

Os vários troços devem ser rectilíneos, nas direcções horizontal ou vertical, ligados por acessórios apropriados.

Para favorecer a circulação de ar, os troços horizontais devem possuir uma ligeira inclinação por volta dos 0,5%.

A canalização de água quente deve ser instalada acima da canalização de água fria distando no mínimo 0,05m.

A tubagem nunca pode ficar sob elementos de fundação, embutidas em elementos estruturais, embutidas em pavimentos, excepto quando flexíveis e embainhadas, em locais de difícil acesso ou em espaços pertencentes a chaminés e sistemas de ventilação.

## **8.2- IDENTIFICAÇÃO DAS CANALIZAÇÕES**

As canalizações à vista serão identificadas de acordo com as prescrições da norma NP 182 : "Identificação de fluidos. Cores e sinais para canalizações".

## **8.3- DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS GENÉRICAS**

Na execução da rede deverão ser tidas em conta as seguintes disposições:

- Deverão ser instaladas válvulas de seccionamento à entrada dos ramais de introdução individuais, dos ramais de distribuição das instalações sanitárias e das cozinhas, a montante dos autoclismos, das máquinas de lavar roupa e louça
- A montante dos aparelhos produtores de água quente deve também ser instalada uma torneira de segurança.
- Os aparelhos sanitários e torneiras e ligações, são os definidos no projecto de arquitectura.
- Todos os materiais e acessórios a aplicar serão de qualidade reconhecida e devidamente homologados pelo LNEC.

## **8.4 ENSAIOS**

Os ensaios a realizar serão os seguintes:

- Ensaio de estanquidade – deve ser realizado ainda com as tubagens à vista, travadas e com dispositivos de obturação nas extremidades. A tubagem deve ser cheia com água, a partir do ponto mais baixo da rede a ensaiar, através de bomba com manómetro, até se obter uma pressão de uma vez e meia a máxima de serviço com o mínimo de 900 kPa. A pressão tem que se manter estável por um período mínimo de 15 min para que a rede possa ser dada como aprovada.
- Após a instalação dos equipamentos de utilização e antes da entrada em funcionamento, a rede deve ser lavada para fins de desinfecção.

## **8.5 OMISSÕES**

Em tudo o que estiver omissa neste projecto, deverão ter-se em conta os regulamentos e normas em vigor, bem como as recomendações técnicas e especificações do LNEC e dos

fabricantes dos materiais a utilizar, associadas às boas normas de construção e às indicações dos Serviços Municipalizados.



## **Anexo II**

# **Projecto de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais**



## **1- INTRODUÇÃO**

A presente memória descritiva diz respeito ao projecto da rede predial de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais, para um edifício de habitação localizado na Quinta das Pevides, Mafra.

## **2- OBJECTIVO**

Pretende-se no presente documento e suas peças anexas, definir o traçado, o dimensionamento e respectivo calibre das tubagens e a caracterização da instalação das redes prediais supra referidas.

## **3- LEGISLAÇÃO APLICÁVEL**

Em todo o desenvolvimento do projecto cumpriu-se, e no que este for omissos dever-se-á cumprir, com o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais Distribuição Água e de Drenagem de Águas Residuais (R.G.S.P.P.D.A.D.A.R.), aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto, assim como o Regulamento Geral de Edificações Urbanas (R.G.E.U.), Especificações do L.N.E.C. e demais legislação aplicável.

## **4- DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO**

O edifício é constituído por 5 pisos, 1 em cave e restantes 4 elevados. Os pisos elevados são exclusivamente destinados a habitação e o piso enterrado destina-se a arrecadações e estacionamento para os condóminos.

Cada um dos pisos elevados é constituído por dois apartamentos, tendo cada um deles 1 cozinha e 2 wc's.

O acesso aos pisos elevados e em cave é feito por intermédio de um vão de escadas e por elevador.

Dispositivos de utilização por piso e por divisão:

### **○ PISOS 0 a 3 (2 APARTAMENTOS POR PISO)**

Cada apartamento:

1 Cozinha: lava-louça (1 unid.); máq. Lavar louça (1 unid.); máq. Lavar roupa (1 unid.); termo acumulador eléctrico (1 unid.);

1 WC : bacia de retrete (1 unid.); lavatório (1 unid.); bidé (1 unid.);

2 WC: bacia de retrete (1 unid.); bidé (1 unid.); lavatório (1 unid.); banheira (1 unid.);

## **5- LIGAÇÕES ÀS REDES EXTERIORES**

Estão previstas 2 ligações às redes exteriores envolventes. Assim, teremos:

- Ligação pluvial, correspondente a todas as áreas de drenagem, cobertura e terraços;
- Ligação residual doméstica, em paralelo à anteriormente referida e correspondente a todos os equipamentos a drenar incluindo caves.

## **6- CONCEPÇÃO GERAL DA REDE**

### **6.1- CONDICIONAMENTOS**

No projecto de arquitectura estão previstas, em cada área de consumo, coretes localizadas por forma a que todos os equipamentos individuais possam alcançar uma prumada sem extensos desenvolvimentos horizontais. Desta forma não há necessidade de traçados com pendentes mais reduzidas, o que por si só implicaria risco acrescido de entupimentos. A existência de coretes permite também a instalação de tubos de queda distintos para drenagem de bacias de retrete e para a drenagem de águas de sabão. Assim está liminarmente garantida a alínea 2 do art. 218º, que impede inserções destes ramais no mesmo plano horizontal com ângulos superiores a 45º.

Ao nível térreo, sendo o tecto da cave acima da cota do arruamento, conseguem-se reunir todas as prumadas num colector horizontal, que, por ser uma área não sujeita a requisitos estéticos, ficará à vista, com bocas de limpeza, com pendente superior a 1%.

Estando garantido o fecho hídrico de todos os equipamentos com sifão individual (bacia de retrete) e por sifão de pavimento (restantes equipamentos), dispensa-se a ventilação secundária. Uma vez que é obrigatório o prolongamento do tubo de queda até à cobertura e abertura para a atmosfera para fins de eficaz funcionamento hidráulico, do RGSPDADAR estão cumpridas os requisitos legais.

### **6.2- ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS**

Os caudais de descarga provenientes dos aparelhos de utilização dos vários compartimentos, piso a piso, são reunidos num sifão ao nível do pavimento e posteriormente encaminhados para o respectivo tubo de queda. Excepção é a bacia de retrete, que tem um ramal de ligação individualizado até ao tubo de queda dedicado às águas negras

Todos os caudais afluentes são recolhidos por colectores prediais situados no tecto do piso -1 que os drenam graviticamente até à caixa do ramal de ligação, já fora da área coberta do edifício.

### **6.3- ÁGUAS PLUVIAIS**

Os caudais pluviais são recolhidos na cobertura por meio de caleiras no perímetro da área construída e encaminhados para os tubos de queda,

Todos os caudais pluviais recolhidos seguem os ramais de descarga existentes até à cota do arruamento na fachada Noroeste e, na fachada Sudeste, até à cota do pavimento do R/C, onde se encontram os dois terraços destas fracções. Aí há que encaminhar esse afluente até à periferia da edificação por caleira.

Para drenagem do piso das garagens e arrecadações, está prevista uma rede de recolha com caleira e ralos de pavimento que descarregam para uma estação elevatória. Daí será elevado pelo menos até à cota do arruamento, por forma a garantir que mesmo que o colector, alguma vez se encontre com pressão e incapaz de escoar, o efluente não retorna ao piso enterrado,

### **INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO**

A edificação em causa situa-se na Região Pluviométrica “A”.

Assim a intensidade de precipitação é obtida tendo por base as curvas de intensidade, duração e frequência, que fornecem os valores das médias das intensidades máximas de precipitação, adoptando para o efeito um período de retorno de 5 anos, para uma duração de precipitação de 5 minutos.

O valor da intensidade de precipitação adoptado nos cálculos hidráulicos foi de 2,00 L/min.m<sup>2</sup>.

## **7- MATERIAIS**

### **7.1- TUBAGEM**

Serão utilizadas canalizações em PVC-PN4 nas prumadas e ramais embutidos das redes interiores, PEAD nos ramais de descarga situados no tecto do piso -1.

As montagens devem efectuar-se em conformidade com as indicações das norma e documentos de homologação, as indicações do fabricante e eventuais prescrições locais ( serviços municipalizados, etc.).

## **7.2- SIFÕES DE PAVIMENTO**

Os sifões de pavimento são em PVC, munidos de tampa roscada em latão cromado instalada à cota do pavimento.

## **7.3- ACESSÓRIOS E ÓRGÃOS DAS REDES**

As redes serão equipadas com diferentes acessórios, designadamente, sifões, ralos, bocas de limpeza, ventiladores de prumadas, câmaras visita, etc., de acordo com as peças desenhadas, memória descritiva e caderno de encargos.

## **8- DIVERSOS**

### **8.1- POSIÇÃO DAS CANALIZAÇÕES**

Os tubos ficarão, em geral, embutidos.

Poderão ficar à vista no tecto do piso -1, uma vez que esta área não tem requisitos estéticos.

### **8.2- IDENTIFICAÇÃO DAS CANALIZAÇÕES**

As canalizações à vista serão identificadas de acordo com as prescrições da norma NP 182 : "Identificação de fluidos. Cores e sinais para canalizações".

### **8.3- DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS GENÉRICAS**

Na execução da rede deverão ser tidas em conta as seguintes disposições:

- Todos os aparelhos sanitários são obrigatoriamente sifonados, de forma a evitar a ocorrência de cheiros, sendo, no entanto, interdita a dupla sifonagem.
- A rede deve ser executada de forma a permitir o trajecto mais curto no escoamento do esgoto, convergindo os vários ramais segundo ângulos o mais pequenos possíveis.
- As canalizações deverão ser dispostas tão rectilíneamente quanto possível, orientando-se verticalmente ou quase horizontalmente, com o declive indicado nas peças desenhadas, a fim de permitir o arrastamento do ar. As mudanças de direcção serão efectuadas com o auxílio de acessórios da mesma natureza e próprios do sistema.
- Quando necessárias, devem ser instaladas juntas de dilatação na tubagem em todos aqueles em que, por motivo de dilatação da tubagem ou deformações estruturais do edifício, se verifique a possibilidade de transmissão de esforços à tubagem.

- Nos eventuais atravessamentos da tubagem com elementos estruturais e/ou divisórias, as canalizações deverão ser envolvidas por mangas metálicas devendo o espaço entre as canalizações e mangas ser preenchido por material isolante elástico.
- Os apoios da tubagem devem ser especialmente cuidados, devendo aplicar-se um anel de cortiça ou de borracha entre o tubo e as peças de fixação do apoio, de forma a evitar a transmissão de vibrações entre a tubagem e a estrutura do edifício e vice-versa.
- Os tubos de queda deverão ser inseridos inferiormente nas câmaras de inspecção ou na tubagem de recepção, através de curvas de raio longo ou mediante a instalação de duas curvas a 45° e um troço recto.
- As canalizações enterradas no solo, serão de modo a ficarem convenientemente apoiadas em todo o seu comprimento e satisfazerem as disposições regulamentares.
- Para facilidade de manutenção da Rede a instalação da tubagem e equipamentos deve ser feita de modo a permitir um rápido e fácil acesso a todos os órgãos da rede, tais como bocas de limpeza, sifões, câmaras de inspecção e ligações principais.
- Os aparelhos sanitários e torneiras e ligações, são os definidos no projecto de arquitectura.
- Todos os materiais e acessórios a aplicar serão de qualidade reconhecida e devidamente homologados pelo LNEC.

#### **8.4- ENSAIOS**

Os ensaios a realizar serão os seguintes:

- De estanquidade com ar, fumo ou água.
- De eficiência do funcionamento hidráulico correspondendo à observação do comportamento dos sifões quanto a fenómenos de auto-sifonagem e sifonagem induzida, em conformidade com o número de descargas em simultâneo indicadas na regulamentação em vigor.
- Todas as canalizações, antes de serem tapadas, devem ser previamente ensaiadas, só podendo continuar os trabalhos após a aprovação da Fiscalização.

#### **8.5- OMISSÕES**

Em tudo o que estiver omitido neste projecto, deverão ter-se em conta os regulamentos e normas em vigor, bem como as recomendações técnicas e especificações do LNEC e dos fabricantes dos materiais a utilizar, associadas às boas normas de construção e às indicações dos Serviços Municipalizados.



## **Anexo III**

# **Projecto Acústico**



## 1- GENERALIDADES

Para efeitos de trabalho de final de mestrado em Edificações, o presente trabalho pretende avaliar as condições de condicionamento acústico referentes ao edifício de habitação multifamiliar situado na Quinta das Pevides, 10, freguesia de Mafra, concelho de Mafra, no âmbito da verificação das exigências regulamentares.

Por omissão do projecto de arquitectura, as características construtivas dos elementos da envolvente e de compartimentação interna foram definidas conjuntamente para cumprir este projecto e o de térmica.

Apresentam-se, nos diversos pontos os elementos de cálculos justificativos e pormenores construtivos relevantes.

## 2- LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

Considera-se aplicável, em termos de licenciamento acústico, o estabelecido na regulamentação em vigor, Decreto-Lei nº 9/2007, de 17 de Janeiro e Decreto-Lei nº 129/2002, de 11 de Maio com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei nº 96/2008, de 9 de Junho.

## 3- LOCAL DE IMPLANTAÇÃO – RUIDO AMBIENTE EXTERIOR

Atendendo às indicações da regulamentação em vigor bem como ao local onde se encontra o referido edifício, considera-se o edifício localizado em "zona sensível" (alínea v) do Artigo 3º do Decreto-Lei 9/2007 de 17 de Janeiro.

Zonas mistas	Zonas sensíveis
$L_{den} \leq 65dB(A)$	$L_{den} \leq 55dB(A)$
$L_n \leq 55dB(A)$	$L_n \leq 55dB(A)$

Em que:

- Indicador do ruído nocturno =  $L_n$  ou  $L_{night}$
- Indicador de ruído do entardecer =  $L_e$  ou  $L_{evening}$
- Indicador de ruído diurno: =  $L_d$  ou  $L_{day}$

$$\left[ L_{den} = 10 \cdot \log \frac{1}{24} \left( 13 \cdot 10^{\frac{L_d}{10}} + 3 \cdot 10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right) \right]$$

## 4- DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO

Edifício Multifamiliar de 8 fogos destinados exclusivamente a habitação, distribuídos por 4 pisos elevados. Este edifício tem ainda um piso enterrado com parqueamento e

arrecadações para uso exclusivo pelos condóminos. O edifício possui fachadas nas orientações Noroeste e Sudeste, tendo as empenas encostadas a outras duas edificações muito idênticas.

Procurando a situação mais comum em Portugal, em todo o edifício se prevê a adopção de soluções construtivas correntes, designadamente estrutura resistente de betão armado, definida através de pórticos com as malhas preenchidas com alvenaria de tijolo.

## **5- FENÓMENO DE PROPAGAÇÃO DO SOM**

O som é uma onda mecânica com movimento harmónico, de transmissão concêntrica, que necessita de um meio material para se propagar. A elasticidade e da massa interferem na propagação dessa energia através de cada matéria. O som é causado pela variação de pressão provocada pela fonte, transmitindo-se pela colisão das partículas no meio. É a esta variação de pressão que os nossos ouvidos são sensíveis, estando aptos somente para determinadas frequências e amplitudes de onda.

Distinguem-se assim dois tipos fundamentais de propagação sonora: o ruído de transmissão pelo meio aéreo, tendo como grande obstáculo à sua propagação a existência de meio com massa superficial elevada, e o ruído de transmissão por percussão, que para o seu isolamento devem-se prever descontinuidades no meio sólido.

### **5.1- MÉTODO DE CÁLCULO PARA SONS DE CONDUÇÃO AÉREA**

Para calcular o índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea de um determinado elemento de divisão, utiliza-se a Lei da Massa.

A Lei da Massa é um método analítico que estima a redução de intensidade acústica através de um determinado elemento.

$$R_w = 20,4 \times \log m - 1,5$$

Para calcular o isolamento sonoro de elementos não homogéneo e descontinuo, há que considerar as contribuições das várias parcelas da seguinte forma:

- elementos com massa elevada – graficamente determina-se o acréscimo de isolamento atribuível ao elemento adicional. Como acréscimo máximo consideram-se 7dB, sendo que se recomenda que esse valor seja minorado para 5/7 do valor obtido;
- elementos de massa reduzida – sendo muito específico de cada fabricante, deve-se consultar as especificações técnicas. Neste tipo de materiais, normalmente designados como isolantes, o princípio subjacente à sua eficácia é a uma estrutura idealmente

desorganizada, por forma a que a onda sonora amortea, nas várias fibras que encontra na sua progressão;

- transmissão marginal – quando um elemento construtivo tem um isolamento aos ruídos aéreos mais elevados, a onda sonora consegue progredir nos elementos adjacentes, alcançando também assim o local receptor. Por este motivo, considera-se uma redução no isolamento por forma a compensar esta via alternativa, variável consoante a resistência do elemento divisório.

## 5.2- MÉTODO DE CÁLCULO PARA SONS DE PERCUSSÃO

De entre inúmeros métodos disponíveis, para projectos com reduzido grau de complexidade, habitualmente opta-se pelo método do invariante

$$L_{n,w} = (L_{n,w} + R_w) - R_w - \Delta L_w$$

O método empírico do invariante, resultado de um elevado número de ensaios experimentais em vários tipos de pavimentos, em que a sua formulação teórica assenta no princípio da reciprocidade.

Este método consiste na utilização do valor constante de  $L_{n,w} + D_{n,w}$ , sendo obtido através do quadro seguinte:

TIPO DE PAVIMENTO	$L_{n,w} + R_w$ (dB)
Laje maciça de betão não revestida (espessuras correntes)	130
Laje de betão revestida com tacos de madeira	115
Laje de betão com lajeta flutuante revestida com tacos de madeira	110
Pavimento de vigotas pré-esforçadas com blocos de cofragem e betão complementar	120
Laje de betão com piso flutuante de madeira	112

Assim, após a obtenção do valor do índice de isolamento sonoro a sons aéreos do elemento de compartimentação,  $R_w$ , determina-se o valor do índice de isolamento sonoro a sons de percussão do mesmo elemento, pela diferença entre ambos os valores.

A última parcela, que exprime o valor de atenuação acrescida por qualquer sistema complementar de revestimento ( $\Delta L_w = L_{\text{Laje sem isolamento}} - L_{\text{Laje com isolamento}}$ ) é obtida através da seguinte tabela:

Natureza do revestimento de piso				$\Delta L_n$
Designação	Características do elemento resiliente			
Lajeta flutuante de 4 cm de espessura com a face aparente revestida a tacos de pinho	Aglomerado negro de cortiça	Massa volúmica (kg/m <sup>3</sup> )	Espessura (mm)	
		95	10	19
		100	20	20
		100	10	18
		102	6	17
		112	10	18
		120	40	20
		140	12	18
		194	5	15
	Feltro betuminoso com regranulado de cortiça	Massa volúmica do regranulado (kg/m <sup>3</sup> )		
		52		19
		66		20
		114		21
		140		20
Natureza do revestimento de piso				$\Delta L_n$
Designação	Características do elemento resiliente			
		Massa volúmica (kg/m <sup>3</sup> )	Espessura (mm)	
Aglomerado composto de cortiça	420	6	16	
	490	12	15	
	750	3	11	
Alcatifa	Tufada com base de latex		33	
	Tufada com favos de borracha		35	
	Flocada sobre tecido de juta		23	
Feltro	Polipropileno fibrilado		21	

Este método apresenta, no entanto, algumas limitações nomeadamente o facto da existência de lajes com propriedades diferentes das disponíveis na tabela, tendo assim o elemento que se enquadrar numa daquelas lajes-tipo. Em contraponto, é um método bastante simples devido à facilidade de caracterização dos parâmetros. É por isso, o método mais utilizado para previsão do comportamento do elemento à percussão.

## 6- CARACTERIZAÇÃO DAS SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS ADOPTADAS

### 6.1- ENVOLVENTE EXTERIOR

#### 6.1.1- Parede Exterior

Parede dupla formada por pano de tijolo furado de 11 e 15 cm com 8 cm de caixa-de-ar parcialmente preenchida por 5 cm de EPS, sendo rebocada em ambas as faces com 1,5 cm, pintada de amarelo e branco.

#### Isolamento previsível a ruídos aéreos:

Para efeitos de cálculo, considera-se o pano 1 o de maior massa, neste caso, a alvenaria de tijolo furado de 15 cm.

Considerando:

massa volúmica da parede de alvenaria = 1450 kg/m<sup>3</sup>

massa volúmica da argamassa de cimento= 2100 kg / m<sup>3</sup>

Valor aprox. massa superficial  $m_{\text{pano 1}} = 1450 \times 0,15 + 0,015 \times 2100 = 217,5 + 31,5 = 249$  kg/m<sup>2</sup>

$R_{w \text{ pano 1}} = 47,38$  dB (estimado pela lei das massas)

Valor aprox. massa superficial  $m_{\text{pano 2}} = 1450 \times 0,11 + 0,015 \times 2100 = 191$  kg/m<sup>2</sup>

$R_{w \text{ pano 2}} = 45,03$  dB (estimado pela lei das massas)

#### Espaçamento entre panos:

$d \geq 0,9 \times (1/249 + 1/191) = 0,008 \text{ m} = 0,8 \text{ cm} \leq 4 \text{ cm}$ , logo  $d > 4 \text{ cm}$ .

Sendo  $d=9 \text{ cm}$ , então existe descontinuidade mecânica entre os dois panos e o conjunto pode ser entendido como um sistema massa-mola-massa, em que os panos de alvenaria são a massa e o ar assume o papel de mola. De outra forma, o conjunto formado pelos 2 panos de alvenaria, estando demasiado próximos, a vibração de um pano poderia ser

transmissível ao outro. Nesse caso, ambos os panos seriam permeáveis ao mesmo ruído, não havendo qualquer acréscimo a considerar pela soma de parcelas no sistema.

Acréscimo por dobragem  $R_{\text{pano } 2} = 6,5 \times 5/7 = 4,64 \text{ dB}$

Como  $R_{\text{pano } 1} > 45 \text{ dB}$ , então o coeficiente de correcção marginal é 4 dB

$R_{\text{w parte opaca}} = 47,38 + 6,5 - 4 = 48,02 \text{ dB}$

### Isolamento previsível a ruídos aéreos C/ Envidraçados:

Vidros duplos incolores com lâmina de ar, de espessura (8+12+6) e caixilharia de alumínio. Aplicação da ponderação a uma única situação (a mais desfavorável das zonas de estar e dormir é quarto em que  $A_{\text{total}} = 7,33 \text{ m}^2$ ,  $A_{\text{opaca}} = 4,93 \text{ m}^2$  e  $A_{\text{envidraçada}} = 2,4 \text{ m}^2$ ).

Área opaca		Área envidraçada		$R_w = 10 \log \left( \frac{\sum_i A_i}{\sum_i A_i 10^{(-R_{wi}/10)}} \right)$
%	$R_w$ (dB)	%	$R_w$ (dB)	
67	48,2	33	30	
				$\cong 34,7 \text{ dB}$

## 6.2- ENVOLVENTE INTERIOR

### 6.2.1- Parede Interior entre fracções autónomas, na zona dos quartos

Parede dupla formada por 2 panos de tijolo furado cerâmico de 11, com caixa de ar de 4 cm totalmente preenchida com lã de rocha e com 1,5 cm de reboco em ambas as faces.

#### Isolamento previsível a ruídos aéreos:

Valor aprox. massa superficial  $R_{\text{pano } 1} = 1450 \times 0,11 + 2100 \times 0,015 = 192 \text{ kg/m}^2$

$R_{\text{w pano } 1} = 45,0 \text{ dB}$  (estimado pela lei das massas)

Acréscimo por dobragem  $R_{\text{pano } 2} = 7 \times 5/7 = 5 \text{ dB}$

Acréscimo por isolamento = Presumem-se 4 dB

Correcção = transmissão marginal = - 4 dB

$R_{\text{w parte opaca}} = 45,0 + 5 - 4 + 4 = 50 \text{ dB}$

### **Espaçamento entre panos:**

$$d \geq 0.9 \times (1/192 + 1/192) = 0.009 \text{ m} \leq 0,9 \text{ cm} \rightarrow d > 4 \text{ cm}$$

### **6.2.2- Pavimentos Interiores R/C – Garagens**

Pavimento constituído por laje de betão com 25 cm de espessura, revestido inferiormente por 1,5 cm de argamassa de cimento e 9 cms de EPS e superiormente por mosaico de 1 cm, assente em 1 cm de argamassa de cimento)

### **Isolamento previsível a ruídos aéreos:**

$$\text{Valor aprox. massa superficial}_{\text{pano 1}} = 2500 \times 0,25 + 70 = 695 \text{ kg/m}^2$$

$$R_{W \text{ pano 1}} = 56,5 \text{ dB (estimado pela lei das massas)}$$

$$\text{Acréscimo por isolamento} = 4 \text{ dB}$$

$$\text{Correcção} = \text{transmissão marginal} = - 4 \text{ dB}$$

$$R_w = 56.5 - 4 + 4 = 56.5 \text{ dB}$$

### **6.2.3- Cobertura com desvão**

Cobertura composta por laje de esteira de betão armado de 25 cm, com 10cm de EPS superiormente, e interiormente será revestida com 1cm de estuque projectado.

### **Isolamento previsível a ruídos aéreos:**

$$\text{Valor aprox. massa superficial}_{\text{pano 1}} = 2500 \times 0,25 + 25 = 650 \text{ kg/m}^2$$

$$R_{W \text{ pano 1}} = 55,9 \text{ dB (estimado pela lei das massas)}$$

$$\text{Acréscimo por isolamento} = 4 \text{ dB}$$

$$\text{Correcção} = \text{transmissão marginal} = - 4 \text{ dB}$$

$$R_w = 55,9 - 4 + 4 = 55,9 \text{ dB}$$

### **6.2.4- Pavimentos habitação / habitação**

Laje maciça com 25 cm de espessura, revestida superiormente com soalho flutuante e estucada inferiormente

### **Isolamento previsível a ruídos aéreos:**

$$\text{Valor aprox. massa superficial}_{\text{pano 1}} = 2500 \times 0,25 + 50 + 20 = 695 \text{ kg/m}^2$$

$$R_{W \text{ pano 1}} = 56,5 \text{ dB (estimado pela lei das massas)}$$

$$\text{Correcção} = \text{transmissão marginal} = - 4 \text{ dB}$$

$$R_w = 56.5 - 4 = 52.5 \text{ dB}$$

### **Isolamento previsível a ruídos de percussão:**

Tratando-se, hipoteticamente, de um projecto de um edifício a construir, ter-se-ia que optar por um método analítico de previsão.

Utilizando o método da invariante,

$$L_{n,w} = (L_{n,w} + R_w) - R_w - \Delta L_w$$

$$L_{n,w} + R_w = 112 \text{ dB (laje maciça com revestimento em piso flutuante nos quartos)}$$

$$R_w = 52.5 \text{ dB (valor estimado pela lei das massas)}$$

$$\Delta L_w = 18 \text{ dB (pavimento flutuante, parquet em madeira com membrana de polietileno reticulado de 5 mm)}$$

$$L_{n,w} = 112 - 52,5 - 18 = 41,5 \text{ dB}$$

## **7- VERIFICAÇÃO DO REGULAMENTO**

O Regulamento estabelece diferentes limites de isolamento sonoro consoante a utilização do edifício, a sua localização geográfica e as diversas utilizações dos locais emissores e receptores.

### **7.1- ISOLAMENTO A SONS DE CONDUÇÃO AÉREA**

#### **7.1.1- Envolvente exterior**

Requisitos:

Ponto i) da Alínea a) do n.º 1 do art.º 5.º do DL 96/2008 de 9 de Junho

$$D_{2m,nT,w} \geq 28 \text{ dB}$$

Parede exterior genérica (zona opaca):

$$R_w = 49,3 \text{ dB} \geq 28 \text{ dB (verifica)}$$

Parede exterior genérica (zona opaca + envidraçado):

$$R_w = 34,6 \text{ dB} \geq 28 \text{ dB (verifica)}$$

Desvão da cobertura:

$$R_w = 55,9 \text{ dB} \geq 28 \text{ dB (verifica)}$$

Confirma-se a conformidade regulamentar da envolvente interior do edifício com a Alínea a) do n.º 1 do art.º 5.º do DL 96/2008 de 9 de Junho.

### 7.1.2- Envolvente interior

Requisitos:

Alínea b) do n.º 1 do art.º 5.º do DL 96/2008 de 9 de Junho

$$D_{nT,w} \geq 50 \text{ dB}$$

O parâmetro regulamentar de separação entre compartimentos de um fogo e quartos ou zonas de estar de outro fogo  $D_{nT,w}$  pode ser calculado em função do isolamento dos vários constituintes de separação, das respectivas áreas e do valor de transmissão marginal.

Paredes interiores entre fogos:

$$R_w = 50 \text{ dB} \geq 50 \text{ dB (verifica)}$$

Pavimento habitação / habitação:

$$R_w = 52,5 \text{ dB} \geq 50 \text{ dB (verifica)}$$

Confirma-se a conformidade regulamentar da envolvente interior do edifício com a Alínea b) do n.º 1 do art.º 5.º do DL 96/2008 de 9 de Junho.

Requisitos:

Pontos i), ii) e iii) da Alínea c) do n.º 1 do art.º 5.º do DL 96/2008 de 9 de Junho

i)  $D_{nT,w} \geq 48 \text{ dB}$

ii)  $D_{nT,w} \geq 40 \text{ dB}$  (zonas de circulação vertical se o edifício for servido por elevadores)

iii)  $D_{nT,w} \geq 50 \text{ dB}$  (parqueamentos)

O parâmetro regulamentar de separação entre locais de circulação comuns e quartos ou zonas de estar dos fogos  $D_{nT,w}$  pode ser calculado em função do isolamento dos vários constituintes de separação, das respectivas áreas e do valor de transmissão marginal.

Parede de circulação vertical:

$$R_w = 50,4 \text{ dB} \geq 40 \text{ dB (verifica)}$$

Pavimento habitação / parqueamento:

$$R_w = 56,5 \text{ dB} \geq 50 \text{ dB (verifica)}$$

(valores estimados analiticamente no ponto 5 – só através de verificação no local se poderá obter um valor real)

Confirma-se a conformidade regulamentar da envolvente interior do edifício com os Pontos i), ii) e iii) da Alínea c) do n.º 1 do art.º 5.º do DL 96/2008 de 9 de Junho.

## 7.2- ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO

Requisitos:

Alínea e) do n.º 1 do art.º 5º do DL 96/2008 de 9 de Junho

$$L'_{nT,w} \leq 60 \text{ dB}$$

Pavimento habitação / habitação:

$$L_{n,w} = 41.5 \text{ dB} \leq 60 \text{ dB (verifica)}$$

Confirma-se a conformidade regulamentar da envolvente do edifício com a Alínea e) do n.º 1 do art.º 5º do DL 96/2008 de 9 de Junho.

## 7.3- NÍVEL DE AVALIAÇÃO

Requisitos:

Alínea h) do n.º 1 do art.º 5º do DL 96/2008 de 9 de Junho

$$L_{Ar,nT} \leq 32 \text{ dB (A) - Funcionamento intermitente}$$

$$L_{Ar,nT} \leq 27 \text{ dB (A) - Funcionamento contínuo}$$

$$L_{Ar,nT} \leq 40 \text{ dB (A) - se o equipamento for um grupo gerador de emergência}$$

Em que:  $L_{Ar} \approx L_{eq} \text{ (avaliação)} + K_1 + K_2$

$$L_{eq} = L_{eq} \text{ (equipamentos)} - R_w$$

Neste caso, o ruído de equipamentos colectivos de edifício circunscreve-se aos motores dos elevadores, instalados sobre a laje de esteira do desvão da cobertura.

Não estando ainda, nesta fase, definidos todos os equipamentos nem as suas características técnicas de modo a uma adequada verificação das exigências relativas ao nível sonoro contínuo equivalente, optou-se pela consideração de um equipamento tipo com um nível de potência sonora de 70 dB, que permite uma aproximação da situação real de funcionamento.

Cálculos:

$R_w = 55,9 \text{ dB}$  isolamento sonoro a sons de condução aérea dos elementos entre o espaço onde se localiza o equipamento e a zona de descanso ou lazer.

$L_{eq(\text{equipamentos})} = 70\text{dB}$  (Considera-se como valor aceitável para o nível sonoro dos equipamentos)

$K_1 = \text{correção tonal}$

$K_2 = \text{correção impulsiva}$

$K_1 + K_2 = 0$

$L_{eq} = 70 - 55,9 = 14,1 \text{ dB}$

$L_{eq(\text{avaliação})} = 14,1 + 0 + 3 = 17,1 \text{ dB} \leq 27 \text{ dB}$

Nota: factor de incerteza = -3dB

#### **7.4- INSTALAÇÕES TÉCNICAS**

Recomenda-se que as redes e instalações técnicas sejam dotadas de medidas preventivas que levem à diminuição dos níveis de propagação sonora, com selecção de equipamentos de reduzidos níveis de potência sonora, com fixação de equipamentos e tubagens com interposição de materiais resilientes e adopção de velocidades baixas nos escoamentos dos diversos fluidos.

#### **8- CONCLUSÕES**

Da análise apresentada, verifica-se que os índices de isolamento sonoro são respeitados os limites legais em vigor.

As opções construtivas propostas no projecto de térmica, em todas as condições que essa legislação tem requisitos, foram suficientes para o cumprimento da legislação dos requisitos acústicos. Todavia, o projecto de térmica não tem requisitos na envolvente de uma fracção, quando em confrontação com um local aquecido de uma outra fracção do mesmo edifício. Antagonicamente, em termos de requisitos acústicos, o índice de isolamento sonoro entre compartimentos de um fogo e quartos e zonas de estar de um outro fogo é bastante exigente, requerendo um  $D_n \geq 50 \text{ dB}$  sendo este o item mais exigente.

## **Anexo IV**

### **Projecto de Térmica**



## **1- INTRODUÇÃO**

Refere-se a presente memória descritiva e justificativa ao Projecto de Verificação do Comportamento Térmico de um edifício habitacional constituído por 8 fracções autónomas e garagens a construir de raiz, sito na Quinta das Pevides, Mafra. Foi utilizada a Folha de Cálculo do ITECONS.

A verificação do comportamento térmico de cada fracção autónoma tem em vista a satisfação das exigências preconizadas no Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de habitação (REH), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto, com as alterações impostas no Decreto-Lei n.º 194/2015, de 14 de Setembro.

Serviram de base à caracterização das soluções da envolvente da construção não só o referido no REH, mas também as tabelas incluídas na publicação do LNEC (ITE 50) – “Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios”.

## **2- CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO**

O edifício encontra-se entre outras 2 edificações e as fachadas livres possuem a direcção NO / SE.

Apesar do edifício ter 5 pisos, no piso enterrado são somente garagens, zonas de arrumos e acessos, que não se admitindo necessidades de conforto térmico, não são considerados espaços úteis no âmbito da regulamentação de comportamento térmico.

No piso 0, de acesso à rua, existem 2 apartamentos T2. Os restantes pisos elevados, têm também 2 fracções por piso, um T2 e um T3. Qualquer das fracções tem 2 ISs, além das assoalhadas.

Não se prevê qualquer sistema de aquecimento ou arrefecimento.

Por não haver exposição solar adequada (normal orientada numa gama de azimutes de 90º entre Sudeste e Sudoeste), não é exigível a instalação de painéis solar térmicos. O aquecimento de águas sanitárias será efectuado com recurso a termoacumulador eléctrico. A distância à costa é de 5,3 km e a altura da edificação em relação às águas do mar é de 168m.

A edificação tem abastecimento de gás apenas para uso de fogão na cozinha.

Todos os espaços não úteis possuirão aberturas de ventilação permanentemente abertas ao exterior.

Todos os vãos envidraçados das fracções residenciais serão constituídos por caixilharia em PVC, sem quadrícula, vidro duplo corrente, incolor, de 5 + 8 mm, e consideram-se protecção solar exterior de cor clara, do tipo persiana de réguas metálicas ou plásticas.

A inércia térmica, por se admitir que o pavimento interior será de soalho flutuante, será considerada “média”.

### **3- DESCRIÇÃO DA ENVOLVENTE OPACA**

#### **3.1. DEFINIÇÃO DE REQUISITOS DAS ENVOLVENTES**

##### **Escadas**

$A_i = 154.15 \text{ m}^2$

$A_u = 11.02 \text{ m}^2$

$V = 186.57 \text{ m}^3$

Ventilação Forte

$b_{tr} = 0.8$

##### **Elevador**

$A_i = 81.6 \text{ m}^2$

$A_u = 0$

$V = 30.6 \text{ m}^3$

Ventilação Fraca

$b_{tr} = 0.3$

##### **Desvão de Cobertura**

$A_i = 228.8 \text{ m}^2$

$A_u = 251.1 \text{ m}^2$

$V = 200.3 \text{ m}^3$

Ventilação Forte

$b_{tr} = 1,0$

#### **3.2. ENVOLVENTE EXTERIOR**

As resistências térmicas exteriores e interiores são  $R_{ext}=0.13 \text{ m}^2\text{°C/W}$  e  $R_{int}=0.04 \text{ m}^2\text{°C/W}$ .

### **Parede Exterior:**

Parede dupla formada por pano de tijolo furado de 7 e 11 cm com 9 cm de caixa-de-ar parcialmente preenchida por 8 cm de EPS, sendo rebocada em ambas as faces com 1,5 cm, pintada de amarelo e branco.

$$R_{se} = 0.04$$

$$R_{si} = 0.13$$

$$R_{ar} 1\text{cm} = 0.15$$

$$\lambda \text{ argamassa de cimento} = 1.3$$

$$R_{\text{tijolo furado de 7}} = 0.19$$

$$R_{\text{tijolo furado de 11}} = 0.27$$

$$\lambda \text{ EPS} = 0.042$$

### **Parede exterior divisória espaço útil - exterior**

$$U = 1 / (0.04 + \frac{0.015}{1.3} + 0.19 + 0.15 + \frac{0.08}{0.042} + 0.27 + \frac{0.015}{1.3} + 0.13) = 0.37 \text{ (W/(m}^2\text{°C))}$$

### **Parede exterior divisória espaço útil - espaço não útil (prédio adjacente):**

$$U = 1 / (0.13 + \frac{0.015}{1.3} + 0.19 + 0.15 + \frac{0.08}{0.042} + 0.27 + \frac{0.015}{1.3} + 0.13) = 0.36 \text{ (W/(m}^2\text{°C))}$$

### **Parede Interior com requisitos**

Parede dupla formada por 2 panos de tijolo furado cerâmico de 7, com caixa de ar de 6 cm totalmente preenchida com EPS e com 1,5 cm de reboco em ambas as faces.

$$R_{si} = 0.13$$

$$\lambda \text{ argamassa de cimento} = 1.3$$

$$R_{\text{tijolo furado de 7}} = 0.19$$

$$\lambda \text{ EPS} = 0.042$$

$$U = 1 / (0.13 + \frac{0.015}{1.3} + 0.19 + \frac{0.06}{0.042} + 0.19 + \frac{0.015}{1.3} + 0.13) = 0.48 \text{ (W/(m}^2\text{°C))}$$

### **PTP pilares e vigas**

$$R_{se} = 0.04$$

$$\lambda \text{ argamassa de cimento} = 1.3$$

$$\lambda \text{ betão} = 2.0$$

$$\lambda \text{ EPS} = 0.042$$

$$R_{si}=0.13$$

Elemento em betão armado de 20 cm de espessura isolado exteriormente com 6 cms de EPS, sendo rebocado em ambas as faces com 1,5 cm.

**Para o Exterior:**

$$U= 1 / (0.04 + \frac{0.015}{1.3} + \frac{0.06}{0.042} + \frac{0.25}{2} + \frac{0.015}{1.3} + 0.13) = 0.36 \text{ (W/(m}^2\text{°C))}$$

**Para Espaços Não úteis (escadas / Caixa do elevador):**

$$U= 1 / (0.13 + \frac{0.015}{1.3} + \frac{0.06}{0.042} + \frac{0.25}{2} + \frac{0.015}{1.3} + 0.13) = 0.36 \text{ (W/(m}^2\text{°C))}$$

**PTCx de Estore**

Caixa de estore em EPS do tipo Plastimar (ficha técnica em anexo)

$$U= 0.90 \text{ (W/m}^2\text{°C)}$$

**Pavimentos Interiores com requisitos (RC – Garagens)**

Pavimento constituído por laje de betão com 25 cm de espessura, revestido inferiormente por 1.5 cm de argamassa de cimento e 9 cms de EPS e superiormente por mosaico de 1 cm, assente em 1 cm de argamassa de cimento)

$$R_{si} \text{ Descendente} = 0.17 \text{ (m}^2\text{°C/W)}$$

$$\lambda \text{ argamassa de cimento} = 1.3 \text{ (W/m.°C)}$$

$$\lambda \text{ EPS} = 0.042 \text{ (W/m.°C)}$$

$$\lambda \text{ betão} = 2.0 \text{ (W/m.°C)}$$

$$\lambda \text{ Revestimento cerâmico} = 1.3 \text{ (W/m.°C)}$$

$$U= 1 / (0.17 + \frac{0.015}{1.3} + \frac{0.09}{0.042} + \frac{0.25}{2} + \frac{0.01}{1.3} + \frac{0.01}{1.3} + 0.17) = 0.38 \text{ (W/(m}^2\text{°C))}$$

**Cobertura com desvão**

Cobertura composta por laje de esteira de betão armado de 25cm, com 10cm de EPS superiormente, e interiormente será revestida com 1cm de estuque projectado.

$$U = 1 / (0.10 + \frac{0.25}{2} + \frac{0.01}{0.43} + \frac{0.10}{0.042} + 0.10) = 0.38 \text{ (W/m}^2\text{°C)} = 0.37 \text{ (W/(m}^2\text{°C))}$$

## PONTES TERMICAS LINEARES

Foram utilizadas as simplificações mencionadas no Despacho n.º15793-K/2013.

Tipo de ligação	Isolamento na caixa de ar
Fachada sobre local não aquecido – isolamento sob o pavimento	0.75
Fachada com pavimento de nível intermédio **	0.50
Fachada com varanda	0.55
Fachada com cobertura – isolamento sobre a cobertura	1.00
Duas paredes em ângulo saliente	0.50
Fachada com caixilharia – o isolamento térmico da parede contacta com a caixilharia	0.10
Zona da caixa de estores	0.30

## 3.2. ENVIDRAÇADOS

### TIPO 1:

Caixilharia em PVC, de cor branca, com vidro duplo corrente 4 + 6 mm com 6 mm de caixa de ar com protecção solar pelo exterior, do tipo persianas de régua plásticas.

$U_{wdn} = 2.50$

factor solar do vidro = 0.75

factor solar do vidro + dispositivo de oclusão de cor clara = 0.04

## 4. VENTILAÇÃO

A ventilação é natural, tendo duas instalações sanitárias sem aberturas onde foram consideradas 2 colunas de exaustão. Foi também contabilizado no cálculo da ventilação, a colocação de microventilação nas caixilhariarias com arejadores do tipo SIlent kit 30 (ficha técnica em anexo).



## **Anexo V**

# **Projecto de Segurança Contra Incêndio em Edifícios**



## **1- INTRODUÇÃO**

A presente memória descritiva refere-se às telas finais do projecto de segurança contra o risco de incêndio (PSCIE), a aplicar ao edifício a construir na Urbanização Colina do Sol, lote 10, Quinta das Pevides - Mafra requerido pela entidade Zumali – Compra e Venda de Propriedades, S.A., sendo mantidos os princípios gerais e contextos anteriormente preconizados e explanados, quer em peças desenhadas quer em peças escritas.

Salienta-se que a incidência destas telas apenas recai sobre as peças desenhadas em planta. No entanto, como há alterações a propor a nível de arquitectura, serão feitas as recomendações que achamos recomendáveis para a aprovação deste projecto.

## **2- OBJECTIVOS**

O presente PSCIE foi desenvolvido para garantir que, quer neste projecto, quer nos das diversas especialidades serão contempladas as medidas de protecção e os meios de segurança contra os riscos de incêndio nele explicitados e que se pretendem adequados à protecção dos ocupantes e das instalações, quando da ocupação do edifício e da sua utilização. Logo o PSCIE tem os seguintes objectivos principais:

- Dotar o edifício de adequadas e regulamentares condições de protecção e de segurança, dos tipos passiva, activa e organizacional, respectivamente, de modo a prevenir contra a eclosão de incêndios e consequentes riscos conexos e, no caso da sua ocorrência, permitir a evacuação dos ocupantes em segurança;
- Informar os projectos de Arquitectura, de Estruturas e das Instalações Técnicas Especiais e de Segurança sobre os critérios exigíveis e regulamentos aplicáveis às medidas construtivas do edifício e aos meios de detecção, de alarme e alerta, de primeira e segunda intervenção, de sinalização de segurança, de iluminação de segurança, de controlo de fumos de incêndio e gases tóxicos e demais especificações que interessam à segurança contra os riscos de incêndio do edifício e dos seus ocupantes;
- Instruir o processo de apreciação das condições de protecção e de segurança contra o risco de incêndio do edifício pelas entidades competentes sobre os projectos que instruem os pedidos de utilização das construções e, posteriormente, após vistoria pelas entidades destacadas para os efeitos, a emissão dos respectivos certificados de conformidade.

### **3- LEGISLAÇÃO APLICÁVEL**

O presente projecto de segurança contra o risco de incêndio foi elaborado com base na seguinte legislação:

- Decreto-Lei n.º 224 / 2015, de 9 de Outubro (Regime jurídico da segurança contra incêndios em edifícios)
- Portaria n.º 1532 / 2008, de 29 de Dezembro (Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndios em Edifícios)

Para o correcto cumprimento desta legislação, recorreu-se também a outras disposições legais aplicáveis e assim como às:

- Notas Técnicas da Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC) e as recomendações desta entidade;
- Normas Portuguesas (NP) e projectos de Normas Portuguesas (PrNP), referentes à segurança contra o risco de incêndios.

Sempre que ocorra alteração ao tipo de uso do espaço, que a legislação o exija ou que venha a ter ocupação que exija outro tipo de cuidado relativamente às medidas de segurança contra o risco de incêndio, deverá ser sempre reformulado o presente projecto de segurança contra o risco de incêndio.

### **4- DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO**

O edifício será localizado na Quinta das Pevides, em Mafra.

O edifício a construir terá um piso enterrado e quatro pisos elevados. Nestes últimos será destinado a habitação e a cave destinada a arrecadações e estacionamento para os condóminos.

O complexo possui uma altura de UT superior a 9m.

#### **Utilizações-Tipo**

O presente edifício é de utilização mista compreendendo as seguintes utilizações-tipo:

- UT I – «Habitação»;
- UT II - «Estacionamentos»

De referir ainda que:

- Pelo facto do estacionamento possuir uma área bruta superior a 200 m<sup>2</sup>, este não pode ser incluído na UT I
- A UT I possui uma altura superior a 9 m e inferior a 28 m e nenhum piso ocupado por essa UT abaixo do piso de referência, sendo assim CR 2

- A UT II tem uma altura inferior a 9 m, área inferior 3200 m<sup>2</sup> (258 m<sup>2</sup>), 1 piso abaixo do piso de referência, pelo que se trata de CR1.

## **5- CONCEPÇÃO DO PROJECTO**

### **5.1- CLASSIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO RISCO**

Todos os locais existentes no edifício são classificados de acordo com a natureza dos locais de risco, com base no artigo 10º e 11º do Decreto-Lei n.º 224/2015.

#### **5.1.1- Locais de Risco**

Dentro de cada fracção de habitação não há quaisquer exigências a nível de Segurança Contra Incêndio. Relativamente à UT I resta-nos assegurar as condições de segurança nas partes comuns. Tratando-se então de vias de circulação, não são classificadas com local de risco.

Quanto à área de estacionamento, a condição de áreas superiores a 200 m<sup>2</sup> impede a sua agregação na UT de habitação e classificação de local de risco C (DL 220/2008, art 10º, alínea 3 m). Neste caso, os estacionamentos devem ser entendidos como UTII e local de risco A

Mais se informa que os mesmos se encontram evidenciados nas peças desenhadas em anexo neste PSCIE.

### **5.2- CONDIÇÕES EXTERIORES COMUNS**

#### **5.2.1- Vias de Acesso**

O acesso ao edifício pode ser efectuado por duas vias, encontrando-se o edifício entre 2 prédios.

As referidas vias cumprem os dispostos no Artigo 5º da Portaria 1532/2008, de 29 de Dezembro, ao qual se deve dar relevo a que as vias devem possuir capacidade de suporte para veículo com peso total de 260 kN, correspondendo a 90 kN à carga do eixo dianteiro e 170 kN à carga do eixo traseiro e a uma largura mínima de 6 m.

#### **5.2.2- Acessibilidade às fachadas**

As vias de acesso referidas no ponto anterior possibilitam o acesso nas mesmas fachadas do edifício através pontos de penetração.

São garantidas as dimensões mínimas de 1,2x0,6m para os pontos de penetração existentes;

### **5.3- LIMITES E PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIO PELO EXTERIOR**

O edifício localiza-se entre outros 2 prédios, com as empenas ocultadas pelos edifícios vizinhos.

O edifício é constituído por paredes exteriores tradicionais

Os troços de elementos de fachada de construção tradicional, compreendidos entre vãos situados em pisos sucessivos da mesma prumada, pertencentes a compartimentos corta-fogo distintos, possuem uma altura não superior a 1,1 m.

Todos os revestimentos exteriores aplicados nas fachadas, devem ser no mínimo

- Revestimentos e elementos transparentes – C-s2 d0
- Caixilharia e estores ou persianas – D-s3 d0

As paredes da empena devem garantir uma resistência mínima EI60.

Nestas zonas de cobertura, os equipamentos técnicos ou outros a instalar, não podem possuir uma ocupação de área superior a 50% da área da respectiva cobertura;

É interdito a instalação de equipamentos nas zonas de coberturas não acessíveis;

Deve ser implementada uma guarda exterior em toda a periferia das coberturas acessíveis.

### **5.4- DISPONIBILIDADE DE ÁGUA PARA OS MEIOS DE SOCORRO**

Para fins deste exercício académico, supomos que o fornecimento de água para abastecimento dos veículos de socorro é assegurado por dois hidrantes exteriores do tipo Marco de Incêndio, situados na envolvente do edificado, alimentados pela rede de distribuição pública. Caso esta condição não se verificasse e tratando-se de uma área urbana, a entidade requerente devia solicitar à CMM a instalação deste equipamento.

Os modelos de hidrantes exteriores devem obedecer à norma NP EN 14384:2007.

### **5.5- GRAU DE PRONTIDÃO E SOCORRO**

Tratando-se de um edifício situado na zona de expansão de Mafra, há o corpo de Bombeiros da cidade a cerca de 4 kms de distância, estimando-se em cerca de 7 min o tempo necessário para a deslocação. Por esta razão, não há necessidade de considerar medidas complementares.

## **6- RESISTÊNCIA AO FOGO DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO**

### **6.1- RESISTÊNCIA AO FOGO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS E INCORPORADOS EM INSTALAÇÕES**

Os elementos estruturais, do edifício devem possuir uma resistência ao fogo que garanta as suas funções de suporte de cargas, de isolamento térmico e de estanquidade durante todas as fases de combate ao incêndio, incluindo o rescaldo, devendo possuir a resistência ao fogo padrão mínima REI60 em ambas as UTs.

Exceptuando os percursos das cablagens no interior das câmaras corta-fogo e das vias verticais protegidas existentes, as cablagens eléctricas e de fibra óptica e as de sistema de energia ou sinal, bem como os seus acessórios, tubos e meios de protecção, que sirvam os sistemas de segurança devem ficar embebidos, ou protegidos em ducto próprio ou, em alternativa, garantir a classe de resistência, P ou PH, com o escalão de tempo de resistência ao fogo de 30 minutos.

### **6.2- ISOLAMENTO ENTRE UTILIZAÇÕES-TIPO DISTINTAS**

Os espaços da UTI e UTII devem ser isolados entre si com paredes e pavimentos REI 60 e EI 60.

### **6.3- COMPARTIMENTAÇÃO GERAL CORTA-FOGO**

O edifício encontra-se dividido em vários compartimentos corta-fogo, sendo considerado pelo menos cada piso um compartimento corta-fogo, garantindo áreas por compartimento inferior a 1600 m<sup>2</sup>.

A compartimentação deve ser garantida por elementos de construção que garantam seguinte resistência ao fogo mínima:

### **6.4- ISOLAMENTO E PROTECÇÃO DE MEIOS DE CIRCULAÇÃO**

#### **6.4.1- Protecção das vias verticais de evacuação**

Considera-se que as vias verticais de evacuação previstas estão separadas dos restantes espaços por paredes e pavimentos, apresentando a seguinte classe de resistência ao fogo padrão:

Suporte e Compartimentação	Compartimentação	Portas
REI60	EI60	E15C

#### 6.4.2- Isolamento e protecção das caixas dos elevadores

As paredes e portas de patamar de isolamento das caixas de elevadores devem cumprir as seguintes condições:

Suporte e Compartimentação	Compartimentação	Portas
REI30	EI30	E15C

As portas de patamar têm que ser de funcionamento automático.

#### 6.4.3- Isolamento e protecção de canalizações e condutas

Com excepção das condutas de ventilação e tratamento de ar, devem ser alojadas em ductos as canalizações e condutas que possuam diâmetro nominal superior a 315mm, sendo que:

- Os ductos com secção superior a 0,2 m<sup>2</sup> devem ser construídos com materiais da classe A1;
- Com excepção das canalizações de líquidos e gases combustíveis, os ductos devem, sempre que possível, ser seccionados por septos constituídos por materiais de classe de reacção ao fogo A1 nos pontos de atravessamento de paredes e pavimentos de compartimentação corta-fogo ou de isolamento entre locais ocupados por entidades distintas;
- Não é permitido nenhum seccionamento nos ductos destinados a alojar canalizações de líquidos e gases combustíveis, sendo que, os troços verticais devem possuir aberturas permanentes de comunicação com o exterior do edifício com área não inferior a 0,1m<sup>2</sup>, situadas na base do ducto, acima do nível do terreno circundante, e outra no topo, ao nível da cobertura.

Devem ser dotados de meios de isolamento que garantam a classe de resistência ao fogo padrão exigida para os elementos atravessados:

- As condutas ou canalizações com diâmetro nominal superior a 75 mm, ou secção equivalente, que atravessam paredes ou pavimentos de compartimentação corta-fogo;

- As condutas que conduzam efluentes de combustão provenientes de grupos geradores, centrais térmicas, cozinhas e aparelhos de aquecimento autónomos.

- As canalizações e as condutas com diâmetro nominal superior a 125 mm, ou secção equivalente, nos percursos no interior de locais de risco C;

Sempre que condutas ou ductos atravessem elementos (paredes, pavimentos ou tectos) de compartimentos corta-fogo, essas passagens têm de ser seladas, recorrendo a produtos que garantam a resistência ao fogo pretendida para o compartimento.

Poderão ser usados vários tipos de selagem, nomeadamente a selagem universal intumescente, a argamassa intumescente, argamassa não-retráctil, lã mineral revestida a resina termoplástica ignífuga, entre outros.

A solução encontrada para cada caso deve cumprir a legislação e normas em vigor.

Deverão ser solicitados os seguintes documentos:

- Declaração de conformidade do fabricante (ou certificado de homologação), garantindo que o produto fornecido foi fabricada utilizando o mesmo modelo construtivo e os mesmos materiais que a amostra submetida a ensaio;

- Declaração de conformidade do instalador, garantindo que selagem foi efectuada conforme o especificado pelo manual de instalação fornecido pelo fabricante.

As condutas isoláveis por meios de dispositivos de obturação automática, podem ser asseguradas nesse campo de acção, nos pontos de atravessamento das paredes e pavimentos, salvaguardando o seu accionamento por dispositivos de detecção automática duplicados por comando manuais.

## **6- REACÇÃO AO FOGO DE MATERIAIS**

Todos os elementos de construção – quer os estruturais quer os da compartimentação – que pela sua natureza não constituam soluções já testadas e reconhecidas pelas entidades licenciadoras e/ou certificadoras, deverão ser qualificados pelo Empreiteiro junto destas, através da apresentação de certificações e homologações que garantam as classes de resistência ao fogo padrão indicadas neste documento do PSCIE para os mesmos.

A qualificação deve ser efectuada com base em resultados de ensaios realizados de acordo com as normas portuguesas aplicáveis ou, na falta destas, segundo especificações estabelecidas pelo LNEC ou feita no quadro da homologação a conceder por este Laboratório ou por um outro por ele reconhecido

## 7.1- REVESTIMENTO EM VIAS DE EVACUAÇÃO

### 7.1.1- Vias verticais no interior do edifício

Os acabamentos / revestimentos existentes nas vias de evacuação verticais interiores devem possuir as seguintes classes mínimas de reacção ao fogo:

Paredes e Tectos	Pavimentos
A2 –s1 d0	C <sub>FL</sub> –s1

## 7.2- REVESTIMENTO EM LOCAIS DE RISCO

Os acabamentos / revestimentos existentes nos locais de risco devem possuir as seguintes classes mínimas de reacção ao fogo:

Elemento	Local de Risco			
	A	B	C, C+	D, E, F
Paredes e Tectos	D –s2 d2	A2 –s1 d0	A1	A1
Pavimento	E <sub>FL</sub> –s2	C <sub>FL</sub> –s2	A1 <sub>FL</sub>	C <sub>FL</sub> –s2

Neste caso, fora as vias de evacuação que são analisadas á parte, só temos locais de risco A na UT II.

## 7.3- OUTRAS SITUAÇÕES

Os elementos de mobiliário, elementos decorativos entre outros, devendo apresentar, do ponto de vista da reacção ao fogo, características que não constituam risco particular de início ou propagação de incêndio ou de fumos.

Neste sentido, sem prejuízo de outras normas, deve-se dar cumprimento aos Artigos 43º, 45º e 49.º da Portaria n.º 1532/2008, de 29 de Dezembro.

Os materiais constituintes dos tectos falsos com ou sem função de isolamento térmico ou acústico, devem garantir o desempenho de reacção ao fogo não inferior ao da classe C-s2 d0.

Os materiais de equipamentos embutidos em tectos falsos para difusão de luz, natural ou artificial não devem ultrapassar 25% da área total do espaço a iluminar e devem garantir uma reacção ao fogo, pelo menos, da classe D-s2 d0.

Todos os dispositivos de fixação e suspensão de tectos falsos devem garantir uma reacção ao fogo A1.

## **6- EVACUAÇÃO**

As vias de evacuação deverão ficar livres de quaisquer objectos que possam dificultar a evacuação pretendida. No caso de elementos decorativos, deverão ficar fixos ao chão ou às paredes, e não deverão diminuir a largura das vias de evacuação.

Pretende-se o acesso rápido, cómodo e seguro dos habitantes e restantes utentes às saídas do edifício.

Entende-se por “Caminho de Evacuação” o percurso total de qualquer ponto do edifício susceptível de ocupação até ao seu exterior, compreendendo, em geral, um percurso inicial num local de permanência e outro nas vias de evacuação.

O dimensionamento é calculado em unidades de passagem (UP), largura tipo necessária à passagem de pessoas caminhando em fila, no decurso da evacuação, com as seguintes correspondências em unidades métricas:

- 1 UP = 0.90 metros
- 2 UP = 1.40 metros
- $N \text{ UP} = N \times 0.60$  metros (para  $N > 2$ )

### **6.2.1- Evacuação dos locais**

#### **6.2.1.1- Dimensionamento dos caminhos de evacuação e das saídas**

Para efeitos de determinação das vias de evacuação, nomeadamente no que diz respeito ao seu dimensionamento, considerou-se que o número de habitantes de um apartamento / moradia é igual ao número de quartos + 1. Neste edifício:

$$3 \text{ T3} = 3 \times (3+1) = 12$$

$$5 \text{ T2} = 5 \times (2+1) = 15$$

Total de 27 pessoas.

#### **6.2.2- Caracterização as vias verticais de evacuação**

As vias de evacuação verticais desta utilização-tipo constituem-se em escadas:

- As vias verticais de evacuação são contínuas ao longo da sua altura até ao piso de saída do edifício;
- As vias que servem pisos situados abaixo do plano de referência, não devem comunicar directamente com as que sirvam os pisos acima deste plano.

- Deverão ficar livres de quaisquer objectos que possam dificultar a evacuação pretendida.
- No caso de elementos decorativos, deverão ficar fixos ao chão ou às paredes, e não deverão diminuir a largura da via de evacuação.
- Não é permitido o depósito ou armazenamento de quaisquer materiais combustíveis ou inflamáveis;
- A largura das escadas interiores não pode ser inferior a 1.40 m;
- Devem ser dotadas de pelo menos um corrimão contínuo.

As vias verticais de evacuação encontram-se desenfumadas nas condições exigíveis no RT-SCIE.

### **6.2.3- Localização e caracterização das zonas de refúgio**

Não aplicável;

## **7- INSTALAÇÕES TÉCNICAS**

As instalações técnicas dos estabelecimentos devem ser concebidas, instaladas e mantidas de modo a impedir que sejam causa de incêndio ou que contribuam para a propagação deste.

### **7.1- INSTALAÇÕES DE ENERGIA ELÉCTRICA**

O edifício possui instalação eléctrica.

Os sistemas de protecção serão inseridos no quadro eléctrico geral e nos vários quadros eléctricos parciais.

Com excepção das zonas instaladas em compartimentos técnicos que constituam compartimentos corta-fogo, todos os dispositivos e equipamentos eléctricos existentes alimentados por fonte de energia de emergência devem garantir protecção não inferior a IP X5.

Todo o edifício deve respeitar o Regulamento de Segurança das Instalações de Utilização de Energia Eléctricas (RSIUEE), além de outras disposições e normas em vigor.

#### **7.1.1- Fontes centrais de energia de emergência**

Este edifício, por ser CR 2 na UTI e CR1 na UTII, está dispensado fontes centrais de energia.

### **7.1.2- Fontes locais de energia de emergência**

As fontes locais de energia de emergência, para apoio de instalações de potência reduzida, são asseguradas pelos fabricantes, através de baterias estanques, do tipo níquel-cádmio ou equivalente, dotadas de carga e regulação automática.

Os dispositivos abrangidos por estas fontes locais devem:

- Na presença de energia da rede, assegurar a carga óptima dos acumuladores;
- Após a descarga por falha de alimentação da energia da rede promover a sua recarga óptima num prazo máximo de trinta horas, período durante o qual as instalações apoiadas pelas fontes devem permanecer aptas a funcionar;

O tempo de autonomia a garantir pelas fontes deve ser adequado à instalação ou ao sistema apoiados.

### **7.1.3- Corte geral e parcial de energia**

Os cortes gerais e parciais de energia são obtidos através de um quadro de cortes localizado no piso de plano de referência, no posto de segurança, que devem entre outros possíveis efectuar:

- Corte geral de electricidade;
- Corte parcial por piso de electricidade;
- Corte de Funcionamento do Gerador;
- Corte de Funcionamento UPS de alimentação de equipamento de segurança;

## **7.2. INSTALAÇÕES DE CONFECÇÃO E CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS**

- Tratando-se de fogos de habitação, não há exigências nesse capítulo

### **7.2.1- Instalação de aparelhos**

Todos os equipamentos instalados devem possuir válvulas de corte individual, devidamente sinalizadas.

A ligação entre a instalação e os aparelhos deve respeitar os seguintes critérios, (Artigo 55º da Portaria 361/98, de 26 de Junho e NP EN 203/1996), nomeadamente:

- Para ligar um aparelho fixo deve ser sempre usada uma ligação metálica (rígida ou flexível);
- Para ligar um aparelho móvel deve ser sempre usada uma ligação flexível (metálica ou não metálica);

- Para ligar um aparelho industrial deve ser sempre usada uma ligação metálica rígida;

### **7.2.2- Ventilação e extracção de fumos e vapores**

A cozinha deve ser dotada de aberturas para admissão de ar directas, ou indirectas através de outros compartimentos, em quantidade necessária ao bom funcionamento dos aparelhos de queima, bem como de instalações para extracção de fumo e vapores, de modo a proporcionar um número adequado de renovações por hora;

Deve ainda ser respeitado o Número 4 deste Título;

### **7.3. EVACUAÇÃO DE EFLUENTES DE COMBUSTÃO**

Devem existir instalações de extracção de fumo e vapores nos aparelhos de queima instalados na cozinha. Os apanha-fumos e condutas devem ser construídos de materiais de classe de resistência ao fogo de A1, e o circuito de extracção deve possuir um filtro, ou caixa, para depósito de gorduras.

As condutas nunca devem funcionar em caso de sobrepressão.

Quando interiores, as condutas devem estar em ducto ventilado e, se exteriores, devem respeitar as distâncias de segurança aos vãos abertos, não devendo atravessar locais de risco B, D ou E.

A extracção de fumos deve ser independente de condutas queima de combustíveis sólidos deve ser independente de outras que sirvam chaminés e outros aparelhos que produzam gases distintos.

As aberturas exteriores dessas condutas devem estar elevadas no mínimo 0,50m acima da cobertura e distantes de qualquer obstáculo que lhe seja mais elevado num mínimo igual à diferença de cotas destes, com um máximo de 10m. Devem ainda ter acesso garantido para efeitos de limpeza e manutenção.

### **7.4. ASCENSORES**

#### **7.4.1- Condições gerais de segurança**

As casas de máquinas de elevadores com carga nominal superior a 100 kg, quando existam, devem ser instaladas em locais próprios, reservados a pessoal especializado e isolados dos restantes espaços do edifício, com excepção da caixa do elevador ou da

bateria de elevadores, por elementos de construção que garantam a classe de resistência ao fogo padrão:

- EI 60, para as paredes não resistentes;
- REI 60, para os pavimentos e as paredes resistentes;
- E 30 C, para as portas.

Os ascensores devem ser equipados com dispositivos de chamada em caso de incêndio, accionáveis por operação de uma fechadura junto das portas de patamar do piso de plano de referência, mediante uso de chave especial, e automaticamente a partir de sinal proveniente do quadro de sinalização e comando do sistema de alarme de incêndio, quando exista.

A chave referida na alínea anterior deve estar localizada junto à porta de patamar do piso de plano de referência, alojada em caixa protegida contra o uso abusivo e sinalizada com a frase «Chave de manobra de emergência do elevador».

O accionamento do dispositivo na alínea a) deve ter o efeito de:

- Enviar a cabina para o piso do plano de referência, onde deve ficar estacionado com as portas abertas;
- Anular todas as ordens de envio ou chamadas eventualmente registadas;
- Neutralizar os botões de chamada nos patamares, os botões de envio e de paragem das cabinas e os dispositivos de comando de abertura das portas.

Se, no momento do accionamento do dispositivo, qualquer das cabinas se encontrar em marcha, afastando-se do piso do plano de referência, deve parar, sem abertura das portas e, em seguida, ser enviada para o piso referido.

Se, no momento do accionamento do dispositivo, um ascensor estiver em serviço de inspecção ou de manobra de socorro, deve soar um alarme na cabina um sinal de aviso.

Se, no momento do accionamento do dispositivo, um ascensor estiver eventualmente bloqueado pela actuação de um dispositivo de segurança, deve manter-se imobilizado.

Junto dos acessos dos ascensores deve ser afixado o sinal com a inscrição «Não utilizar em caso de incêndio» ou pictograma equivalente

#### **7.4.2- Ascensor para uso exclusivo dos bombeiros em caso de incêndio**

Não exige ascensor prioritário a bombeiros;

## **7.5. INSTALAÇÕES DE ARMAZENAMENTO E UTILIZAÇÃO DE LÍQUIDOS COMBUSTÍVEIS E GASES COMBUSTÍVEIS**

Dentro de cada fracção de habitação, será utilizado gás da rede de abastecimento da cidade de Mafra. Como tal, não há qualquer depósito de gás combustível.

Devem estas também cumprir os dispostos neste projecto no que se refere aos condicionalismos da sua instalação e isolamento e protecção em ductos.

Saliente-se o facto de não serem permitidos gases de famílias distintas.

Por outro lado, na UTIL, apesar de haver líquidos combustíveis nos depósitos das viaturas, não se pode considerar armazenamento ou utilização no sentido do Capítulo VIII.

## **8. EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE SEGURANÇA**

### **8.1. SINALIZAÇÃO**

A sinalização de segurança a utilizar deverá ser normalizada, de acordo com o disposto no Decreto-Lei 441/91, de 19 de Novembro, Decreto-Lei 141/95, de 14 de Janeiro, Portaria 1456-A/95, de 31 de Dezembro, NP 3992 e NP 4386.

Serão colocados sinais em PVC rígido fotoluminescente de alta densidade, colados na parede, conforme planta anexa, junto dos seguintes elementos:

- Extintores portáteis
- Quadros eléctricos
- Corte geral electricidade
- Sistema automático de detecção de incêndios (SADI)
- Perigo de morte
- Manter portas CF fechadas
- Caminhos de evacuação

Deverão ser usados sinais luminosos, independentes da iluminação de emergência, nomeadamente nos caminhos de evacuação, de forma a facilitar a evacuação pretendida, conforme plantas anexas.

No caso de corredores, os sinais deverão ser panorâmicos, de forma a serem visíveis de ambos os lados. Neste caso, devem ser fixados a uma altura igual ou superior a 2,1 m e não superior a 3 m.

Os sinais deverão possuir a dimensão adequada, de forma a serem visíveis de qualquer lugar do estabelecimento.

Em anexo seguem indicações sobre as alturas a que devem ser colados os sinais, de acordo com a legislação em vigor.

## **8.2. ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA**

O edifício será servido por uma rede de iluminação de emergência, de forma a garantir a total iluminação, nomeadamente caminhos de evacuação, áreas de serviço, áreas de público e instalações sanitárias.

O sistema é assegurado por dispositivos de iluminação de emergência de vários tipos, conforme planta anexa:

- Permanentes: aparelhos de iluminação de segurança equipados com 4 LED's de alta potência, ou outros equivalentes desde que devidamente homologado, garantindo os níveis mínimos de iluminância (5lux a 1m do pavimento)
- Não permanentes: aparelhos de iluminação de segurança equipados com 4 LED's de alta potência, ou outros equivalentes desde que devidamente homologado, garantindo os níveis mínimos uniformes de iluminância (1lux no pavimento)
- O sistema de iluminação de segurança deverá ter uma autonomia de 90minutos e deverão ser carregados em menos de 24 horas.

Os blocos autónomos deverão ter uma autonomia de 30 minutos e deverão ser carregados em menos de 24 horas.

Foi considerada a iluminação de Segurança de Circulação (evacuação) para sinalização dos caminhos de evacuação de modo a permitir a evacuação das pessoas em segurança garantindo ao longo dos caminhos de evacuação condições de visão e de orientação adequadas.

## **8.3. SISTEMA DE DETECÇÃO, ALARME E ALERTA**

O edifício deve ser equipado com instalações que permita detectar o incêndio, e em caso de emergência, difundir o alarme para os ocupantes, alertar os bombeiros e accionar sistemas e equipamentos de segurança.

### **8.3.1- Concepção do sistema e espaços protegidos**

O sistema será constituído por uma central de sinalização e comando do tipo endereçável, detectores automáticos pontuais, botoneiras de alarme, avisadores luminosos e dispositivos de alarme sonoro e luminoso, podendo suportar alarme através de altifalantes para transmissão de mensagens gravadas.

### **8.3.2- Configuração do alarme**

As áreas comuns da zona destinada a habitação estão isentas por se tratar de 2ª categoria. Cada fracção de habitação, independentemente da categoria de risco do edifício onde se inserem. Por isso, a UTIL pode garantir somente a configuração 2, com difusores de alarmes exteriores nas caixas das escadas e nas circulações comuns do edifício (artigos 126º, alínea 1 e 2 e 127º, alínea 2 da Portaria 1532 / 2008).

### **8.3.3- Características técnicas dos elementos constituintes do sistema**

A central será alimentada pela energia eléctrica da rede pública (220V, 50Hz). Como fonte de energia alternativa, deverá possuir um acumulador com capacidade suficiente para garantir as funções permanentes do sistema durante um período mínimo de 72 horas, ou em caso de accionamento dos dispositivos de alarme e comando, de 30 minutos.

Na implantação dos detectores pontuais, atendeu-se:

- Cada dependência susceptível de eclosão de um incêndio possui pelo menos um detector;
- A posição de cada detector permite o fácil acesso para manutenção;
- A superfície vigiada é inferior ou igual a 60m<sup>2</sup> para detectores de fumos;
- A superfície vigiada é inferior ou igual a 40m<sup>2</sup> para detectores termovelocimétricos;
- A distância máxima entre dois detectores ópticos de fumos é de 9.00 metros e devem distar no máximo 4.5 metros das paredes;
- A distância máxima entre dois detectores termovelocimétricos é de 6.50 metros e devem distar no máximo 3.5 metros das paredes;
- Os detectores são agrupados por circuitos de detecção (loops);
- Os detectores colocados em posição dificilmente visível devem possuir indicador luminoso de actuação colocado em posição visível;
- Sempre que a distância entre o tecto real e o tecto falso for superior a 0,80 m, deverão ser instalados dois níveis de detecção.

Detectores ópticos de fumos:

- Os detectores ópticos de fumo são apropriados para efectuarem a detecção de fumos visíveis, tais como os provenientes de fogos de combustão lenta, incluindo a combustão de PVC.
- Devem basear-se no princípio da dispersão de luz, utilizando uma fonte LED luminosa pulsada interna e um sensor fotoeléctrico.

- Os detectores ópticos devem operar de acordo com os seguintes parâmetros ambientais limite:
  - Temperatura de operação: - 20° a +60°C
  - Humidade de operação: 0 - 95 % RH, sem condensação
  - Vento: Não afectado
  - IP de protecção: 43
- A construção do detector e da base deve ser em plástico ABS auto extingüível de cor branco mate. Todos os circuitos devem estar devidamente protegidos contra humidade e fungos. Os pontos de entrada de fumo devem estar protegidos contra a entrada de pó e insectos por rede anti-corrosiva resistente. Os detectores devem estar desobstruídos quando instalados, possuindo dimensões que não excedem 50 X 100 mm de diâmetro máximo, incluindo a base de montagem.
- Os sensores devem ter capacidade para protecção de uma área de 100m<sup>2</sup> a uma altura máxima de 12m. A sua instalação e fixação deve ser de acordo com as regras standard nacionais.
- A acumulação de sujidade ou contaminações similares na câmara fotoeléctrica, deve gerar por alteração gradual, a actuação de uma saída de sinal no detector. O detector deve ser capaz de monitorizar esta pequena alteração de sinal, e a um nível de compensação pré determinado, indicar a necessidade de manutenção. Esta indicação deve ser dada pelo LED de falha do detector e ser transmitida ao painel de controle.
- Deve ser possível efectuar a manutenção de um sensor contaminado, no local da instalação. O detector deve estar equipado com uma câmara óptica intermutável. Após substituição do bloco óptico, o teste manual de rotina gerado deve sinalizar se a limpeza ou substituição foi efectuada correctamente.

#### Detectores térmicos:

- Os detectores devem monitorizar a temperatura ambiente, utilizando um transístor exposto.
- Os detectores térmicos devem operar de acordo com os seguintes parâmetros ambientais limite:
  - Temperatura de operação: - 20° a +60°C, sem gelo
  - Humidade de operação: 0 - 95 % RH
  - Vento: Não afectado
  - IP de protecção: 43

- A construção do detector e da base deve ser em plástico ABS auto extingüível de cor branco mate. Todos os circuitos devem estar devidamente protegidos contra humidade e fungos. Os detectores devem estar desobstruídos quando instalados, possuindo dimensões que não excedem 50 X 100 mm de diâmetro máximo, incluindo a base de montagem.
- Os sensores devem ter capacidade para protecção de uma área de 50 m<sup>2</sup> a uma altura máxima de 7,5 m. A sua instalação e fixação deve ser de acordo com as regras standard nacionais.
- A gama deve comportar no mínimo detectores de 60°C e 70°C.
- Todos os detectores de calor devem ser termovelocimétricos.
- As botoneiras de alarme serão protegidas e localizadas conforme planta anexa. Serão instaladas a uma altura do solo de cerca de 1.50m e protegidas de modo a evitar o seu accionamento abusivo. Devem apresentar as seguintes características:
  - Ser construídas em policarbonato vermelho auto extingüível.
  - Possuir dimensões que não excedam 87 x 87 x 52 mm.
  - Ser operadas por quebra ou elevação de vidro. Neste caso, os vidros devem possuir inscrição em português.
  - A condição de alarme deve ser mantida até que se efectue a substituição do mesmo.
  - Ser possível testar as botoneiras com a introdução de uma chave de teste num dos lados da unidade. A introdução desta chave de teste deve deslocar o vidro de forma a simular a sua quebra.
- Deverão ser solicitados os seguintes documentos:
  - Todos os elementos constituintes do SADI (central, cablagem, detectores, botoneiras, sirenes, etc.), deverão ser fabricados de acordo com a NP EN 54, e possuírem marcação CE, pelo que deverão ser entregues à ANPC os certificados de homologação certificados por laboratórios europeus acreditados.
  - O instalador deverá entregar declaração de conformidade da instalação, garantindo que a mesma foi realizada de acordo com a legislação e regras em vigor.

#### **8.3.4- Funcionamento genérico do sistema (alarmes e comandos)**

Uma vez que este edifício não consegue assegurar vigilância permanente em qualquer período do dia, o sistema deve estar permanentemente em modo “noite”.

## **8.4. SISTEMA DE CONTROLO DE FUMO**

O objectivo é proteger as vias de evacuação da intrusão de fumo. Pode ser conseguido através de varrimento ou de estabelecimento de uma hierarquia relativa de pressões com subpressão do local sinistrado.

A desenfumagem pode ser passiva, realizada por tiragem térmica natural ou mecânica. Neste caso, e pela reduzida dimensão do edifício, considera-se bastante a ventilação natural.

### **8.4.1- Espaços protegidos pelo sistema**

São dotados de sistema de controlo de fumos as vias verticais de evacuação enclausuradas e os espaços afectos à UTII. (art. 135º da Portaria 1532/2008)

### **8.4.2- Caracterização de cada instalação de controlo de fumo**

#### **i) Vias Verticais**

Para este edifício são recomendadas clarabóias de extração de abertura permanente com pelo menos 1m<sup>2</sup> de abertura útil. Se se optar por estar normalmente fechado, terá que ser dotado de dispositivo de comando manual de abertura, instalado no interior da escada ao nível do acesso.

#### **ii) Diversos**

Nos sistemas de comando manual, os dispositivos de abertura deve ser accionados por comandos devidamente sinalizados, dispostos na proximidade dos acessos ao local, duplicados no posto de segurança, quando o mesmo exista.

A restituição dos obturadores, ou dos exutores, à sua posição inicial deve ser efectuada, em qualquer caso, por dispositivos de accionamento manual.

## **8.5. MEIOS DE INTERVENÇÃO**

Os edifícios devem dispor no seu interior de meios próprios de intervenção que permitam a actuação imediata pelos seus ocupantes sobre focos de incêndio e que facilitem aos bombeiros as operações de socorro.

### **8.5.1- Meios portáteis e móveis de extinção**

Para efeito de cálculo de capacidade de agente extintor, distribuição, localização e operacionalidade de extintores, seguiu-se o determinado nas Normas NP 1553, NP 1800, NP EN 3-1, NP EN 3-2, NP EN 3-3, NP EN 3-4, NP EN 3-5, NP EN 3-7 e NP 4413.

A parcela do edifício destinado a UTI está isenta de meios de primeira intervenção.

A existência mínima de 18 litros de agente extintor padrão por cada 500 m<sup>2</sup> de área.

A existência um extintor por cada 200 m<sup>2</sup> de área, com um mínimo de dois por piso.

Resulta daí a instalação de 2 extintores na área das garagens e arrecadações

Os extintores deverão ser de cor vermelha e possuir rótulo de acordo com a NP EN 3-7.

Para efeitos de manutenção de extintores, deverá ser observada a norma NP 4413.

### **8.6. DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE GÁS COMBUSTÍVEL**

Será instalada uma central de detecção automática de gás combustível, que efectuará o corte automático do fornecimento de gás da rede, através de uma electroválvula.

Serão instalados sensores de detecção nos ductos que contenham canalizações de gases combustíveis e nos locais de estacionamento coberto.

Deve ser constituído por unidades de controlo e sinalização detectores, sinalizadores óptico-acusticos, cabos, transmissores, etc.

## **9. CONDIÇÕES GERAIS DE AUTOPROTECÇÃO**

O estabelecimento deve possuir, no decurso da sua exploração, medidas de organização e gestão da segurança, designadas por medidas de auto-protecção.

O responsável pela segurança contra incêndios é o Administrador de Condomínio.

Durante a intervenção dos bombeiros, deve prestar toda a colaboração e ajuda solicitada.