



**ISEL**

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Área Departamental de Engenharia Civil**



**Acompanhamento da execução de instalações técnicas e acabamentos nos edifícios de habitação do “Condomínio Oriente”**

**TIAGO MANUEL DA SILVA BORGES**  
Licenciatura em Engenharia Civil

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

Orientador (es):

Mestre M. Dulce Franco Henriques, Prof. Adjunto (ISEL)  
Licenciado Luís Filipe de Almeida Laborinho, Director de Obra (Obriverca).

Júri:

Presidente: Doutor Filipe Manuel Vaz Pinto Almeida Vasques, Prof. Adjunto (ISEL)

Vogais:

Mestre Paulo Alexandre Pereira Malta da Silveira, Eq. Prof. Adjunto (ISEL)  
Mestre M. Dulce Franco Henriques, Prof. Adjunto (ISEL)  
Licenciado Luis Filipe de Almeida Laborinho, Director de Obra (Obriverca)

**Fevereiro de 2012**



**ISEL**

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Área Departamental de Engenharia Civil**



**Acompanhamento da execução de instalações técnicas e acabamentos nos edifícios de habitação do “Condomínio Oriente”**

**TIAGO MANUEL DA SILVA BORGES**  
Licenciatura em Engenharia Civil

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

Orientador (es):

Mestre M. Dulce Franco Henriques, Prof. Adjunto (ISEL)  
Licenciado Luís Filipe de Almeida Laborinho, Director de Obra (Obriverca).

Júri:

Presidente: Doutor Filipe Manuel Vaz Pinto Almeida Vasques, Prof. Adjunto (ISEL)

Vogais:

Mestre Paulo Alexandre Pereira Malta da Silveira, Eq. Prof. Adjunto (ISEL)  
Mestre M. Dulce Franco Henriques, Prof. Adjunto (ISEL)  
Licenciado Luis Filipe de Almeida Laborinho, Director de Obra (Obriverca)

**Fevereiro de 2012**

## Resumo

Neste relatório descreve-se o trabalho desenvolvido no âmbito do estágio curricular relativamente ao acompanhamento da execução de instalações técnicas e acabamentos na construção de um edifício, com a finalidade de conclusão do curso de Mestrado em Engenharia Civil.

O estágio, com duração de quatro meses, desenrolou-se entre Fevereiro e Junho de 2011 na empresa Obriverca. Consistiu no acompanhamento da obra do “Condomínio Oriente” inserida no “Multiusos do Oriente”, em construção na freguesia de Moscavide, concelho de Loures, sendo o orientador do estágio na empresa, o Eng.º Luís Laborinho, Director da Obra em causa.

Tendo como objectivos primordiais do estágio curricular a consolidação das matérias e temas abordados na vertente académica, assim como o contacto com a realidade do mundo laboral, estes foram obtidos realizando um acompanhamento regular das frentes de trabalho referentes à execução das instalações técnicas e acabamentos, focando a atenção em duas fases distintas: inicialmente na execução da rede de distribuição de águas; rede de drenagem predial; aquecimento, ventilação e ar condicionado; instalações eléctricas e rede de combate a incêndios; na execução dos acabamentos em paredes exteriores e interiores, pavimentos e tectos.

**Palavras-chave:** Condomínio do Oriente; acabamentos na construção; instalações técnicas; empreitada de construção.

## Abstract

This report sets out and describes the work accomplished as part of the curricular internship regarding the monitoring of the implementation of technical systems and finishes in the construction of a building, for the purpose of completing a Masters Degree in Civil Engineering.

The internship lasted four months; it took place between February and June 2011, at the company "Obriverca". Period where I work with the Project Management's Office following of the project: "Condomínio Oriente" inserted in the "Multiusos do Oriente", which was constructed in the town of Moscavide, Loures municipality. My Internship monitor/advisor was Engineer Luís Laborinho, who was the Project Manager of the above mentioned project.

My internship primary objectives were the consolidation of the topics covered in my academic curriculum, as well as contact with the field activities, these were obtained by performing regular monitoring of work sites regarding the implementation of technical systems and finishes, focusing attention in two distinct phases: first in the implementation of the building water distribution system; drainage system; HVAC system; electrical installations; telecommunications infrastructures and fire suppression system; finishing materials applied on exterior and interior walls, floors and ceilings.

**Keywords:** Condomínio Oriente, finishes in the construction, technical systems, contract for construction.

## Agradecimentos

Este trabalho contou com vários apoios, aos quais pretendo demonstrar o meu agradecimento nos próximos parágrafos.

- À empresa Obriverca, nas pessoas do Sr. Eduardo Rodrigues e Dr. Luís Gamboa, pela oportunidade concebida para desenvolver este trabalho e todo o apoio prestado ao longo do período de estágio.
- Ao Eng.º Luís Laborinho, orientador da empresa Obriverca, pela forma como me integrou na equipa da Direcção de Obra, pela disponibilidade demonstrada no esclarecimento de diversas situações e pelo cuidado contínuo em transmitir os seus conhecimentos fruto do seu vasto currículo e experiência em obras de construção civil.
- À Eng.ª M. Dulce Franco Henriques, professora do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, orientadora deste Trabalho Final de Mestrado, pela sua disponibilidade e apoio à elaboração do mesmo, com o seu espírito crítico e exigência demonstrada ao longo da sua execução.
- À restante equipa de Direcção de Obra, nas pessoas e colegas do Eng.º João Santos, Eng.º Carlos Conde e o encarregado geral Sr. Mário Pinto, pelo companheirismo e auxílio prestado.
- À minha família, pelo apoio dado de forma incondicional desde o início desta caminhada de formação académica.
- A todos os meus amigos e colegas da vida académica pela amizade demonstrada ao longo destes anos.

A todos, obrigado.

## Índice de texto

1. Introdução	1
1.1. Enquadramento do tema	1
1.2. Objectivos do TFM	1
1.3. Metodologia	2
2. Caracterização da empresa e do empreendimento em execução	3
2.1. O Grupo Obriverca	3
2.2. Multiusos do Oriente	3
2.3. Localização / Implantação	4
3. Instalações técnicas	6
3.1. Rede de distribuição de águas e aquecimento	6
3.1.1. Material	6
3.1.2. Classificação do sistema	7
3.1.3. Constituição e concepção	8
3.1.4. Conforto e qualidade	9
3.1.5. Interligação com restantes instalações	11
3.1.6. Aquecimento	12
3.2. Rede de drenagem predial pluvial	13
3.2.1. Material	13
3.2.2. Classificação do sistema	14
3.2.3. Constituição do sistema	14
3.2.4. Conforto e qualidade	15
3.3. Rede de drenagem predial doméstica	17
3.3.1. Material	17
3.3.2. Classificação do sistema	18
3.3.3. Constituição do sistema	19
3.3.4. Conforto e qualidade	20
3.3.5. Aspectos regulamentares	21
3.3.6. Interligação com restantes especialidades	22
3.4. Rede de AVAC	24
3.4.1. Enquadramento legal	24
3.4.2. Sistema	24
3.4.3. Material	24
3.4.4. Interligação com restantes especialidades	27
3.5. Instalações eléctricas	29
3.5.1. Características gerais	29
3.5.2. Protecção	29
3.5.3. Material	30

---

3.5.4. Modo de instalação	33
3.5.5. Generalidades	35
3.5.6. Interligação com restantes especialidades	37
3.5.7. Diversos	38
3.6. Rede de combate a incêndios	40
3.6.1. Enquadramento geral	40
3.6.2. Meios de extinção	41
3.6.3. Rede de carretéis	42
3.6.4. Colunas húmidas	42
3.6.5. Detalhes da construção	43
4. Acabamentos na construção	44
4.1. Paredes exteriores	44
4.1.1. Acabamentos exteriores	45
4.1.2. Comportamento térmico	46
4.1.3. Comportamento acústico	48
4.1.4. Custos de construção	50
4.2. Paredes interiores	54
4.3. Pavimentos / Tectos	60
4.3.1. Tectos entre um fogo e quartos ou zonas de estar de outro fogo	60
4.3.2. Pavimentos entre locais do edifício destinados a comércio e quartos ou zonas de estar dos fogos	60
4.3.3. Pavimentos entre zonas de circulação comum do edifício, garagem de estacionamento automóvel e quartos ou zonas de estar dos fogos	60
4.3.4. Varandas	65
5. Conclusão	67
Referências bibliográficas	68

## Índice de quadros

Quadro 1. 1 - Planeamento do estágio	2
Quadro 3. 1 - Grau de protecção IK	30
Quadro 3. 2 – Categorias de risco da utilização	41
Quadro 4. 1 - Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis de elementos opacos (RCCTE)	46
Quadro 4. 2 - Resistência térmica superficial (RCCTE)	47
Quadro 4. 3 - Resistência térmica dos espaços de ar não ventilados	47
Quadro 4. 4 - Cálculo da resistência térmica (pisos 0)	48
Quadro 4. 5 - Cálculo da resistência térmica (pisos superiores)	48
Quadro 4. 6 – Coeficientes de absorção sonora da lã de rocha	49
Quadro 4. 7 – Coeficientes de absorção sonora do poliuretano	49
Quadro 4. 8 – Coeficientes de absorção sonora	49
Quadro 4. 9 – Gráfico comparativo	49
Quadro 4. 10 - Cálculo teórico de relação entre quantidades	50
Quadro 4. 11 – Rendimento de mão-de-obra	51
Quadro 4. 12 – Cálculo do custo de construção de parede dupla (pisos 0)	52
Quadro 4. 13 – Cálculo do custo de construção de parede dupla (pisos superiores)	53
Quadro 4. 14 - Acabamentos por compartimento	66

## Índice de figuras

Figura 2. 1 - Alvará e vista do Multiusos do Oriente	3
Figura 2. 2- Alçado oeste (Corpos A1, A2 e A3)	4
Figura 2. 3 - Alçado sul (Corpo A2) e alçado norte (Corpo A3)	4
Figura 2. 4 - Localização do Multiusos do Oriente	5
Figura 2. 5 - Planta de implantação e vista do Condomínio Oriente	5
Figura 3. 1 - Tubos e acessórios em aço galvanizado	6
Figura 3. 2 - Tubo de polietileno reticulado e acessório em latão niquelado	7
Figura 3. 3 - Esquema de alimentação directa	8
Figura 3. 4 - Esquema de alimentação	9
Figura 3. 5 - Tubagem embutida na estrutura do tecto falso	9
Figura 3. 6 - Material isolante acústico na braçadeira de fixação	10
Figura 3. 7 - Fixação das colunas ao suporte	10
Figura 3. 8 - Material isolante térmico	10
Figura 3. 9 – Carotagem do pavimento	11
Figura 3. 10 - Cruzamento da tubagem de água quente e fria	11
Figura 3. 11 - Colectores solares	12
Figura 3. 12 - Reservatório de acumulação de água	12
Figura 3. 13 - Ralo nas varandas	13
Figura 3. 14 - Colectores prediais no tecto das lojas	13
Figura 3. 15 - Caixa de reunião em alvenaria	14
Figura 3. 16 - Caixa de reunião em betão	14
Figura 3. 17 - Esquema de drenagem gravítica	14
Figura 3. 18 - Esquema de drenagem	15
Figura 3. 19 - Fixação da tubagem	15
Figura 3. 20 - Isolamento acústico dos ramais de descarga	16
Figura 3. 21 - Tubo de P.V.C.	17
Figura 3. 22 - Esquema de drenagem gravítica	18
Figura 3. 23 - Esquema de drenagem com elevação	19
Figura 3. 24 - Acessórios de P.V.C.	19
Figura 3. 25 - Tubos de queda	19
Figura 3. 26 - Esquema de drenagem	20
Figura 3. 27 - Bocas de limpeza	20
Figura 3. 28 - Chaminés de ventilação	21
Figura 3. 29 - Grelha de protecção	22
Figura 3. 30 - Sifão individual de base de duche	22
Figura 3. 32 - Prumada vertical	23
Figura 3. 33 - Esquema de deslocação de tubo de queda	23
Figura 3. 31 - Cruzamento entre tubo de esgoto e prateleira metálica	23
Figura 3. 34 - Isolamento das condutas	25
Figura 3. 35 - Condutas na cozinha	25

Figura 3. 36 – Ventilador _____	26
Figura 3. 37 - Tubo spiro _____	26
Figura 3. 38 - Tubo flexível em inox _____	26
Figura 3. 39 - Conduatas na sala _____	27
Figura 3. 40 - Atravessamento de alvenaria _____	27
Figura 3. 41 - Grelhas de ar condicionado _____	28
Figura 3. 42 - Drenagem dos condensados das máquinas _____	28
Figura 3. 43 - Tubo “ERFE” no pavimento _____	29
Figura 3. 44 - Desenvolvimento da tubagem no tecto _____	30
Figura 3. 45 - Cabos isentos de halogéneo _____	31
Figura 3. 46 - Instalação embebida no tecto falso _____	31
Figura 3. 47 - Caixa de coluna _____	31
Figura 3. 48 - Caixas de derivação _____	32
Figura 3. 49 - Quadro de distribuição _____	32
Figura 3. 50 - Tubo e acessórios _____	33
Figura 3. 51 - Caixas de applique _____	33
Figura 3. 52 – Caminho de cabos _____	34
Figura 3. 53 – Conduatas _____	34
Figura 3. 54 - Conduatas fixadas ao tecto _____	34
Figura 3. 55 - Roços nas paredes. _____	35
Figura 3. 56 - Luminárias nos caminhos de cabos das caves _____	35
Figura 3. 57 – Canalizações nas garagens _____	36
Figura 3. 58 - Instalação colectiva _____	37
Figura 3. 59 – Abertura de roços _____	37
Figura 3. 60 - Roços nas paredes estucadas _____	38
Figura 3. 61 - Cruzamento de instalação eléctrica e tubagem de água quente _____	38
Figura 3. 62 - Instalações eléctricas nas varandas _____	38
Figura 3. 63 - Fios nos quadros de distribuição _____	39
Figura 3. 64 - Tubagem no pavimento _____	39
Figura 3. 65 - Marcação da localização das luminárias no tecto falso _____	39
Figura 3. 66 – Equipamento de combate a incêndio _____	40
Figura 3. 67 - Grupo sobrepessor _____	42
Figura 3. 68 - Bocas-de-incêndio nos patamares das escadas _____	43
Figura 4. 1 - Planta de apartamento T2 (paredes exteriores) _____	44
Figura 4. 2 - Esquema da parede exterior _____	45
Figura 4. 3 - Plaqueta Grés Clinker, tipo Guadarrama - La Paloma _____	45
Figura 4. 4 - Painéis cerâmicos, tipo Soladrilho - Skin _____	46
Figura 4. 5 – Propriedades físicas da lã de rocha e do poliuretano _____	47
Figura 4. 6 - Planta de apartamento T2 (paredes interiores) _____	55
Figura 4. 7 - Parede interior divisória simples _____	55
Figura 4. 8 - Planta apartamento T2 (paredes de separação entre locais de circulação comum e quartos) _____	56

---

Figura 4. 9 - Esquema da parede de separação entre escadas e quartos _____	56
Figura 4. 10 - Parede de separação entre escadas e quartos _____	56
Figura 4. 11 - Esquema da parede de separação entre fogos _____	57
Figura 4. 12 - Planta de apartamento T2 (paredes em contacto com estrutura de betão armado) _____	57
Figura 4. 13 - Parede em contacto com a caixa de elevador _____	58
Figura 4. 14 - Separação entre alvenaria e elemento de betão armado _____	58
Figura 4. 15 - Tinta aplicada nas paredes _____	59
Figura 4. 16 - Azulejo em casa de banho _____	59
Figura 4. 17 - Pedra Lioz nos halls dos elevadores _____	59
Figura 4. 18 - Esquema de tecto falso sem isolamento a sons aéreos _____	60
Figura 4. 19 - Esquema de tecto falso com isolamento a sons aéreos _____	60
Figura 4. 20 - Esquema de tecto falso sem caixa-de-ar _____	60
Figura 4. 21 - Tela de isolamento a sons de percussão (2.8 ISOVER) _____	61
Figura 4. 22 - Tela de isolamento a sons de percussão (Phonoblock SILCART) _____	61
Figura 4. 23 - Betonilha sobre isolamento acústico _____	62
Figura 4. 24 - Mosaico na cozinha _____	62
Figura 4. 25 – Réguas de alumínio galvanizado _____	63
Figura 4. 26 - Placas de gesso cartonado _____	63
Figura 4. 27 - Tecto falso no hall de entrada e pormenor em quarto _____	63
Figura 4. 28 - Estuque no tecto _____	64
Figura 4. 29 - Berbequim com hélice _____	64
Figura 4. 30 - Tecto falso nas varandas _____	65
Figura 4. 31 - Impermeabilização das varandas _____	65
Figura 4. 32 - Acabamento nas varandas _____	65

## Lista de Siglas e Abreviaturas

*Al*: Alumínio

*Arqt.º*: Arquitecto

*AVAC*: Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

*cm*: centímetro

*DN*: Diâmetro Nominal

*EDP*: Energia de Portugal

*Eng.º*: Engenheiro

*Fig.*: Figura

*ISEL*: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

*m*: metro

*m²*: metro quadrado

*PEX*: Polietileno reticulado

*PN*: Pressão nominal

*P.V.C.*: Policloreto de vinilo

*RCCTE*: Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios.

*SCIE*: Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndios em Edifícios.

# 1. Introdução

## 1.1. Enquadramento do tema

Com o presente relatório, o autor pretende descrever o trabalho realizado durante o estágio curricular que efectuou, com o objectivo de concluir o Curso de Mestrado em Engenharia Civil, no Ramo de Edificações.

A motivação para a realização de estágio em virtude das outras opções possíveis, Dissertação ou Projecto, prendeu-se com o facto de o estagiário assim poder consolidar os conhecimentos teóricos adquiridos enquanto estudante, confrontando-os com a realidade, sendo uma forma mais rápida de inserção na dinâmica de uma empresa e constatação do mundo laboral. O estágio desenvolveu-se no âmbito do acompanhamento à execução de instalações técnicas e acabamentos num edifício de habitação, desenrolando-se no período compreendido entre Fevereiro e Junho de 2011.

Foi intenção descrever, interpretar, e analisar do ponto de vista técnico as soluções adoptadas nas instalações e nos acabamentos.

## 1.2. Objectivos do TFM

Analisar a problemática relacionada com a compatibilidade e complexidade de montagem de todas as especialidades envolvidas na construção de um edifício de habitação, assim como a necessidade de ligação e boa organização entre todas as equipas nas suas frentes de trabalho.

Adquirir conhecimentos, experiências e métodos de trabalho para aplicar em situações que possam ocorrer aquando da inserção no mundo do trabalho ligado à Engenharia Civil, mais concretamente no ramo de edificações.

Contacto com projectos de especialidades não abordados nem desenvolvidos na vertente de ensino, como são o caso de Projecto de Electricidade e de AVAC.

Estudar os elementos que constituem as paredes exteriores, analisando o desempenho dos materiais nas funções a que lhes são atribuídas e fazendo uma abordagem técnica e em termos de custos.

Perceber as competências, os deveres e o que é conduzir uma obra enquanto elemento da equipa de Direcção de Obra. A sua importância na gestão de:

- ✓ Mão-de-obra: movimentação de pessoal;
- ✓ Materiais: Assegurar o fornecimento regular, atempado e ao melhor preço; Efectuar encomendas e solicitar amostras; Avaliar as quantidades necessárias para a obra;
- ✓ Equipamentos: Movimentação e aluguer;
- ✓ Subempreitadas: Consultar subempreiteiros; controlo de qualidades; Controlo de facturação; negociação de trabalhos não previstos; Coordenação entre subempreitadas

### 1.3. Metodologia

Adoptou-se um acompanhamento diário da obra conjuntamente com os responsáveis pela Direcção de Obra, observando a realização dos trabalhos e interpretando os projectos de instalações, memórias descritivas e mapa de acabamentos com posterior registo fotográfico da obra.

Por ordem lógica de execução dos trabalhos, foram acompanhadas as frentes de trabalho de instalações técnicas, seguindo numa fase posterior os acabamentos finais.

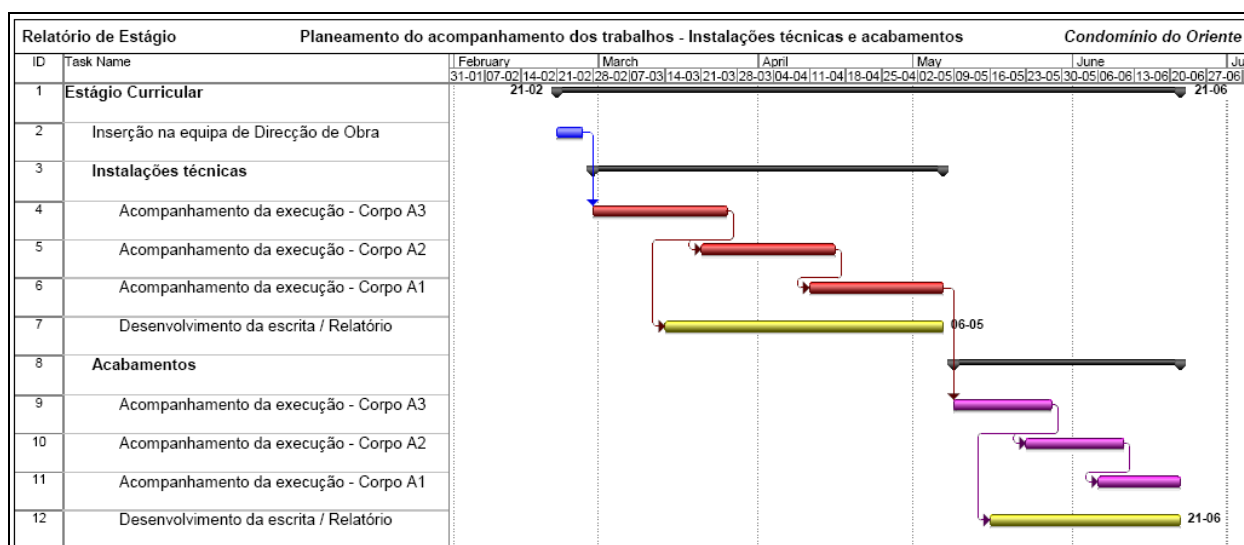
O acompanhamento foi realizado nas caves (zona de estacionamento), zonas comuns, interior de apartamentos, varandas e algumas lojas.

A primeira semana foi destinada ao conhecimento do organigrama da empresa, inserção na equipa presente em obra, contacto com a obra e subempreiteiros, para que fosse facilitado todo o desenvolvimento deste estágio curricular e realizado de forma útil e produtiva.

No princípio do mês de Março, deu-se início ao acompanhamento da execução das instalações técnicas nos corpos A3, A2, e A1, com as equipas da rede de distribuição de águas, rede de drenagem predial e pluvial, rede de combate a incêndio, instalações eléctricas e AVAC pela ordem que se apresenta. Sempre que necessário foi feita a participação na resolução de alguns problemas, incompatibilidades registadas em projecto e adopção de novas soluções.

A partir da segunda semana do mês de Maio, e acompanhando o ritmo da obra, seguiram-se os trabalhos de execução dos acabamentos. Reboco e estucagem de paredes e tectos, colocação de tectos falsos, assentamento de azulejos, aplicação de revestimento exterior em paredes e pavimento de varandas, pinturas, entre outros.

Para melhor percepção e entendimento do trabalho desenvolvido e apresentando durações aproximadas, podemos observar o quadro 1.1 que resume a metodologia adoptada na realização de estágio. Efectuou-se este quadro recorrendo a uma ferramenta muito útil e utilizada no planeamento de obra, como é o *Microsoft Project*.

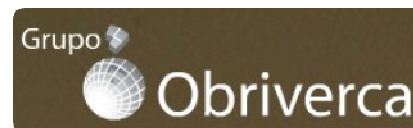


Quadro 1. 1 - Planeamento do estágio

## 2. Caracterização da empresa e do empreendimento em execução

### 2.1. O Grupo Obriverca

A empresa Obriverca constituiu-se no ano de 1985. Enquanto Grupo Obriverca, possui várias empresas constituintes como é o caso da Obriverca S.A. que contém 80 trabalhadores e uma actividade focalizada na construção, urbanização e promoção imobiliária.



Destacam-se as seguintes obras desenvolvidas: Alcântara Rio (Lisboa); Terraços da Ponte e Real Forte (Sacavém); Colinas do Cruzeiro (Odivelas) e o Mar da Califórnia (Sesimbra).

Actualmente desenrolam-se várias obras, sendo as de maior relevância a construção do Multiusos do Oriente (Moscavide), onde se insere o Condomínio Oriente; Verde Parque; Real Forte 3 e Quinta Nova (Sacavém) e Malvarosa (Alverca).

### 2.2. Multiusos do Oriente

Com uma área total de construção de 91.924,50 m<sup>2</sup>, volumetria de 1.030.820,62 m<sup>3</sup> e cêrcea a variar entre os 18,55 m e 23,05 m, é composto por três edifícios de habitação - bloco A - um edifício para fins comerciais e serviços - bloco B1 - e um último destinado exclusivamente a comércio - bloco B2 (figura 2.1). O relatório aqui abordado incide apenas sobre o edificado de habitação – “Condomínio Oriente”.

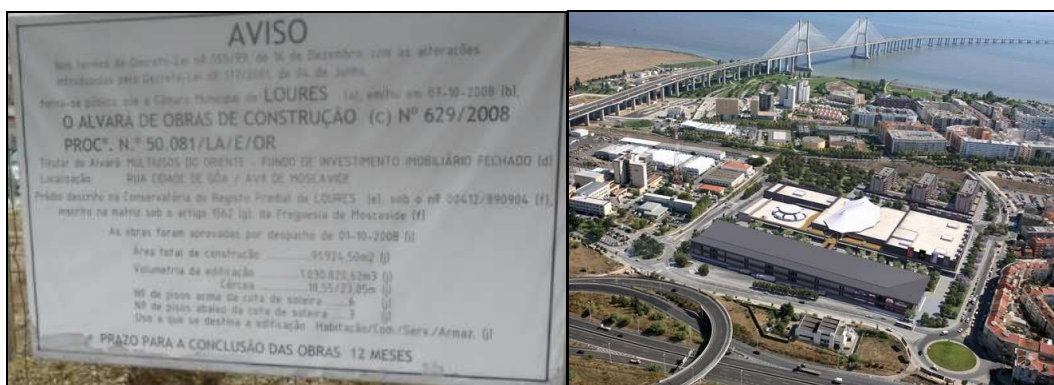


Figura 2. 1 - Alvará e vista do Multiusos do Oriente

#### Condomínio Oriente

O edificado para habitação caracteriza-se por possuir três corpos (A1, A2 e A3), com seis pisos acima do nível do solo, cinco dos quais dirigidos a habitação e o rés-do-chão a fins comerciais/lojas (figura 2.2 e 2.3).

Sob os três corpos desenvolvem-se dois pisos enterrados munidos de garagens para estacionamento de auxílio às habitações.

A tipologia dos apartamentos varia de T2 a T7, resultando um total de setenta e seis apartamentos, onde a tecnologia assume um papel importante no desenvolvimento de cada apartamento do

Condómino, com ar condicionado presente em todas as divisões, os estores eléctricos com comando, sistema de domótica e videoporteiro, o sistema de detecção de movimento no interior do apartamento, o sistema de detecção de inundação e painéis solares presentes na cobertura do edifício para fornecimento de água quente.



Figura 2. 2- Alçado Oeste (corpos A1, A2 e A3)



Figura 2. 3 - Alçado Sul (corpo A2) e alçado Norte (corpo A3)

### 2.3. Localização / Implantação

O terreno onde se implantou a obra situa-se em Moscavide, concelho de Loures. É delimitado a Norte por uma estrada de acesso local, a Sul pela Avenida de Moscavide / Rua Mário Fernando Santos e a Oeste pela Rua Cidade de Goa (figura 2.4).

O edifício de habitação composto pelos três corpos ocupa uma área de implantação aproximadamente de 5.850 m<sup>2</sup>, dispendo-se em forma de “E”, sendo o corpo A3 o que possui maior área e o corpo A1 o de menor.

Os três corpos são interligados por varandas nos blocos BL1 ao nível do primeiro piso, e contempla-se também a implantação de uma piscina junto ao alçado Este do corpo A2 (figura 2.5).

O corpo A1, situado mais a Norte, possui dois blocos habitacionais (BL1 e BL2), enquanto o corpo A3 divide-se em três blocos (BL1, BL2 e BL3). A entrada principal de todo o edifício situa-se no piso do rés-do-chão do corpo A2, sendo este constituído também por três blocos (BL1, BL2 e BL3).

Os quartos dos apartamentos são virados a Norte e Nascente enquanto a sala de estar e cozinha são orientadas para Poente / Sul.

Nos arranjos exteriores consta também em projecto vários arruamentos, zonas ajardinadas e plantação de grande variedade de arbustos e vegetação, desde “*Polygala myrtifolia*”, “*Abelia grandiflora*”, entre outras.

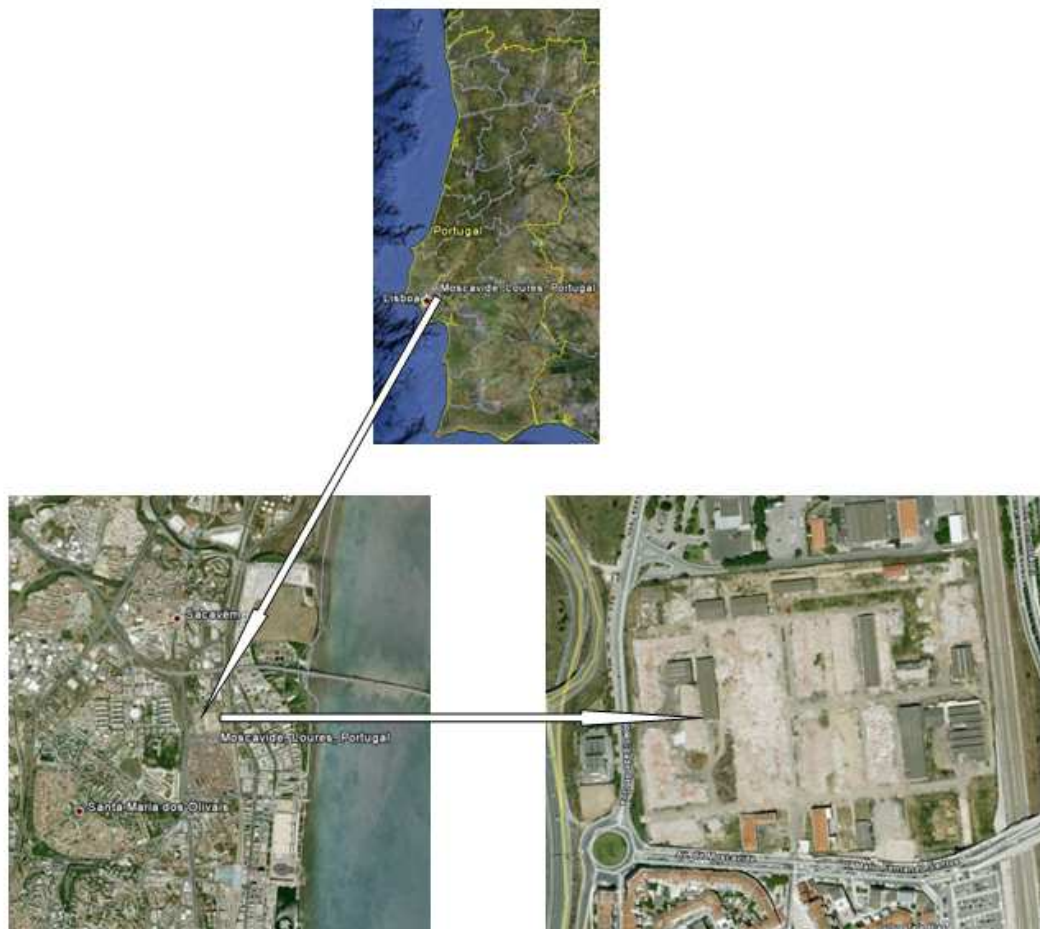


Figura 2. 4 - Localização do Multiusos do Oriente



Figura 2. 5 - Planta de implantação e vista do Condomínio Oriente

### 3. Instalações técnicas

As instalações técnicas são compostas por um conjunto de canalizações, tubagens, cabos, equipamentos, que instalados de forma ordenada e coordenada fornecem aos utilizadores serviços, bens e condições essenciais para a exploração, utilização e habitabilidade. Uma boa concepção e dimensionamento garantem a funcionalidade de cada instalação.

O presente capítulo aborda as seguintes instalações: rede de distribuição de águas e aquecimento; rede de drenagem predial pluvial; rede de drenagem predial doméstica; aquecimento, ventilação e ar condicionado; instalações eléctricas e rede de combate a incêndios.

#### 3.1. Rede de distribuição de águas e aquecimento

Esta rede tem como objectivo levar água em condições de pressão, caudal e temperatura aos pontos de utilização dos utilizadores.

Segundo a Memória Descritiva do Projecto da Rede de Distribuição de Água [1], a distribuição predial foi feita a partir do ramal de ligação em P.V.C. PN 10, desenvolvendo-se no tecto do piso (-1) até cada uma das baterias de contadores localizadas junto ao núcleo de escadas de cada bloco habitacional. A partir de cada uma destas baterias de contadores, sai uma prumada por cada apartamento do respectivo bloco, desenvolvendo-se por andares e ramificando-se para servir os vários fogos.

##### 3.1.1. Material

A tubagem utilizada a montante das baterias de contadores é em aço galvanizado da série média e acessórios no mesmo material (figura 3.1).



Figura 3. 1 - Tubos e acessórios em aço galvanizado

A jusante dos contadores, a água fria é conduzida por canalização em tubo Multi-Pex (figura 3.2), ou seja, tubo polietileno reticulado Pex, tendo no seu interior uma camada de alumínio. Na globalidade o tubo é composto por três camadas (Pex-Al-Pex). A tubagem constituída com este sistema é composta por uma camada de alumínio envolvida por duas camadas de polietileno reticulado, dando uma resistência semelhante à do metal. A união desses dois materiais permite obter um tubo compacto e resistente, com estabilidade química, imune às flutuações do indicador ácido-base (PH) nas águas sanitárias e resistente aos aditivos adicionados nas águas.



Figura 3. 2 - Tubo de polietileno reticulado e acessório em latão niquelado

Apresenta como principais vantagens:

- Utilizado para água quente e fria;
- Leve e não corrói devido à presença da liga metálica;
- Estabilidade e maleabilidade;
- Menor rugosidade e conseqüentes menores perdas de carga;
- Não contamina a água e o tubo não é afectado por incrustações, independentemente do grau de dureza e da agressividade da água.

Estes tubos permitem a realização fácil de curvas, com um raio correspondente a cinco vezes o seu diâmetro e todo o seu traçado realizado ponto a ponto, não havendo ligações intermediárias. Os encaixes efectuam-se sob pressão utilizando uma ferramenta própria, eliminando problemas de má união entre os diversos elementos e a comercialização da tubagem é feita em rolos, sendo possível cortar apenas o comprimento necessário a instalar, diminuindo o desperdício de material.

Apresenta como principais desvantagens:

- Necessidade de mão-de-obra especializada;
- Temperaturas suportadas inferiores ao cobre e coeficiente de dilatação térmica elevado;
- Custo.

A execução do traçado da rede de distribuição de águas do tubo PEX em detrimento de tubo de outro material leva a reduções de tempo na ordem de 50%. Embora o custo do material seja mais elevado, poder-se-á obter um custo final (material, mão de obra e equipamento) idêntico ao da utilização por exemplo de PVC, tendo em conta o menor tempo de instalação e a menor quantidade de mão-de-obra.

### 3.1.2. Classificação do sistema

O sistema constituinte é de alimentação directa e sem elemento sobrepessor, isto é, o abastecimento da rede predial é feito directamente através da ligação à rede pública de distribuição (figura 3.3).



Figura 3. 3 - Esquema de alimentação directa

Apresenta como principal vantagem o menor custo de execução, bem como a garantia da qualidade da água distribuída.

Foi adoptado este sistema uma vez que a rede pública possui condições de pressão e caudal que garantem um correcto funcionamento dos dispositivos de utilização instalados no edificado. A pressão de serviço em qualquer dispositivo de utilização predial para o caudal de ponta, nunca é inferior a 100 kPa, que é garantido pelo valor mínimo de pressão na rede pública de 340 kPa.

O valor foi obtido com base na seguinte expressão:

$$H = 100 + 40 \times n$$

n: número de pisos acima do solo, incluindo o piso térreo.

### 3.1.3. Constituição e concepção

De acordo com o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição e de Drenagem de Águas Residuais [2], as canalizações que constituem a rede de água fria têm a seguinte terminologia e são as seguintes:

- Ramal de ligação: canalização entre a rede pública e o limite da propriedade a servir;
- Ramal de introdução colectivo: canalização compreendida entre o limite da propriedade e os ramais de introdução individual dos utentes;
- Ramal de introdução individual: canalização entre o ramal de introdução colectivo e os contadores individuais dos utentes;
- Ramal de distribuição: canalização entre os contadores individuais e os ramais da alimentação;
- Ramal de alimentação: canalização para alimentar os dispositivos de utilização;
- Coluna: troço de canalização de prumada (vertical) de um ramal de introdução ou de um ramal de distribuição.

Na figura 3.4 apresenta-se um corte esquemático com a numeração e designação dos elementos constituintes do sistema de alimentação adoptado nos edifícios de habitação que são alvo de estudo neste relatório.



Figura 3. 4 - Esquema de alimentação

O traçado foi executado da forma mais curta possível, diminuindo perdas de carga e os troços rectos, horizontais com uma inclinação superior a 0,5 % de forma a favorecer a circulação do ar.

Evitaram-se traçados muito expostos a choques mecânicos e a sua instalação em zonas de difícil detecção/reparação de avarias.

As tubagens nunca ficaram sob elementos de fundação, embutidas em elementos estruturais nem em sistemas de ventilação e chaminés, desenvolvendo-se em roços na alvenaria ou fixadas à estrutura do tecto (figura 3.5) posteriormente tapadas com tectos falsos ou estuque.



Figura 3. 5 - Tubagem embutida na estrutura do tecto falso

### 3.1.4. Conforto e qualidade

#### 3.1.4.1. Ruído

As redes prediais de distribuição de água são concebidas e dimensionadas para que os utilizadores tenham um bom nível de conforto em termos de ruído. Esta perturbação pode surgir devido a um incorrecto dimensionamento, traçado ou execução da rede, provocando velocidades muito elevadas (recomendável entre 0,5 e 2,0 m/s) de circulação de água ou então um deficiente isolamento pode levar a que o som se propague através da construção.

Aquando da passagem da água nas tubagens, estas ficam sujeitas a fenómenos vibratórios que se podem propagar e transmitir ao edifício pelos pontos de fixação. Para atenuar esses efeitos, recorre-se à colocação de materiais isolantes com características elásticas (borracha) na interface entre os tubos e as braçadeiras de fixação ao suporte (figura 3.6) que irão absorver quaisquer movimentos de vibração e não os estendendo até ao suporte. A fixação das colunas ao suporte foi realizada com braçadeiras metálicas, aparafusadas a uma calha metálica, que permite a sua correcta organização (figura 3.7).



Figura 3. 6 - Material isolante acústico na braçadeira de fixação



Figura 3. 7 - Fixação das colunas ao suporte

#### 3.1.4.2. Isolamento térmico

O isolamento térmico nas tubagens é implementado quando se trata do transporte de água quente, de forma a reduzir o gradiente entre a temperatura de saída do dispositivo de aquecimento e a chegada ao ponto de utilização e assim diminuir custos com o aquecimento de água.

O tubo foi envolvido por uma coquilha de espuma elastomérica, com 5 mm de espessura, tipo ARMACELL, série SH/ARMAFLEX (figura 3.8), de fácil manuseamento e aplicação.

Os pontos críticos para a sua colocação são nos apoios de fixação, nas derivações e junto aos acessórios aplicados, que devido ao seu reduzido comprimento linear não foi aplicado isolamento.



Figura 3. 8 - Material isolante térmico

### 3.1.5. Interligação com restantes instalações

A execução da rede de distribuição de águas necessita de uma coordenação adequada e eficaz com todas as especialidades, em particular com as seguintes:

- Arquitectura;
- Estrutura;
- Instalações eléctricas;
- AVAC.

A compatibilidade deverá ser pensada e estudada na fase de projecto para minimizar os problemas em obra e levar a que não seja necessário tomar decisões tardiamente com prejuízo de conforto para os utentes e até mesmo para as condições ideais de funcionamento e exploração do sistema.

A não definição em projecto de couretes leva a que após a instalação da rede, se sinta a necessidade de contratar uma empresa especializada para efectuar as devidas carotes (figura 3.9) para os atravessamentos dos tubos das colunas. Trata-se de uma situação incorrecta, pois deveria estar previamente pensada de forma a não introduzir esforços e a criar cenários que não foram idealizados aquando a concepção do projecto de estruturas.



Figura 3. 9 – Carotagem do pavimento

A figura 3.10 mostra o que se deve evitar, fazendo o cruzamento da canalização de água quente com água fria com uma distância não inferior a 5 cm.



Figura 3. 10 - Cruzamento da tubagem de água quente e fria

### 3.1.6. Aquecimento

O Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) [3] adopta a obrigatoriedade de contabilização das necessidades de energia para preparação das águas quentes sanitárias, e esta obra usa painéis solares para a produção de água quente sanitária, utilizando as energias renováveis, diminuindo a dependência energética.

O sistema de aquecimento da água adoptado pela equipa de projectistas e instalado em obra divide-se em dois circuitos:

- Circuito primário, onde a energia solar captada em colectores solares (figura 3.11) é transferida para o fluido solar que circula sob estes em tubagens. Os painéis foram colocados na cobertura do edifício, com suportes em betão, interpondo placas de cortiça sobre a manta geotextil, telas de impermeabilização, camada de forma (betonilha + granulado de cortiça) e a laje estrutural.



Figura 3. 11 - Colectores solares

- O circuito secundário, onde é feito o aproveitamento da temperatura da água do primeiro circuito para aquecer um determinado volume de água introduzido num reservatório de acumulação (figura 3.12) na varanda de cada apartamento, fazendo-se a partir deste a distribuição aos diferentes dispositivos de utilização. É um circuito fechado, ou seja, em que há a circulação de água através de um sistema de retorno. A circulação nos circuitos primário e secundário é assegurada por bombas de circulação. É de realçar, e especificado em projecto, que estes sistemas de produção de água quente não permitem satisfazer a totalidade das necessidades dos utentes, pelo que foi acoplado a um sistema de apoio constituído por uma caldeira a gás, montada em cada apartamento, junto do reservatório de acumulação de água.



Figura 3. 12 - Reservatório de acumulação de água

### 3.2. Rede de drenagem predial pluvial

A rede de canalização para os esgotos pluviais é constituída por diversos tubos de queda que recolhem a água proveniente de ralos ou ramais de descarga na cobertura do edifício, terraços e varandas (figura 3.13), encaminhando-a para os colectores prediais.



Figura 3. 13 - Ralo nas varandas

Os colectores prediais (figura 3.14) recolhem as águas provenientes dos tubos de queda ou das caixas de pavimento sendo constituídos por troços rectos sempre delimitados por bocas de limpeza ou caixas de visita, implantadas sempre que haja mudança de direcção, de declive, nas intersecções e onde houver necessidade de mudança de diâmetro, com vista a garantir uma fácil desobstrução em caso de acumulação de detritos sólidos.



Figura 3. 14 - Colectores prediais no tecto das lojas

#### 3.2.1. Material

Na concepção deste sistema, quer em elementos enterrados como não enterrados, os tubos e acessórios são em P.V.C. rígido P.N. 6 com juntas autoblocantes nas ligações.

As caixas de reunião e visita são em alvenaria de tijolo (figura 3.15) assentes com argamassa e outras em betão armado (figura 3.16), cujas soleiras foram moldadas com concordância conveniente ao perfeito escoamento, devidamente rebocadas com argamassa de cimento de 500 kg/m<sup>3</sup> com 0,02 m de espessura.

Nas caixas de betão armado, a tampa é em ferro fundido, enquanto nas caixas de alvenaria, as tampas são em betão armado, ambas com aros metálicos com vedação hidráulica.



Figura 3. 15 - Caixa de reunião em alvenaria



Figura 3. 16 - Caixa de reunião em betão

### 3.2.2. Classificação do sistema

Conforme descrito na Memória Descritiva do Projecto da Rede de Drenagem Predial [4], o sistema utiliza a drenagem gravítica (figura 3.17), em que as águas pluviais da cobertura e das varandas são recolhidas a nível superior ao do arruamento onde se faz a descarga e a sua condução é feita única e exclusivamente por acção da gravidade até ao colector público de drenagem.

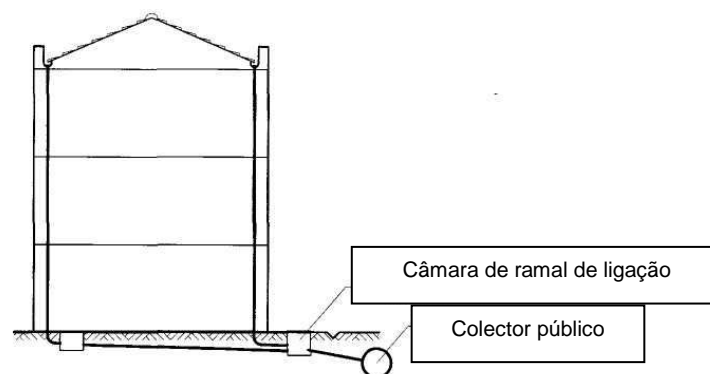


Figura 3. 17 - Esquema de drenagem gravítica

### 3.2.3. Constituição do sistema

De acordo com o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição e de Drenagem de Águas Residuais [2], as canalizações que constituem a rede de drenagem predial (figura 3.18) têm a seguinte terminologia e são as seguintes:

- Caleiras e ralos: dispositivos de recolha destinados a conduzir as águas para ramais ou tubos de queda;
- Ramais de descarga: canalizações destinadas ao transporte das águas provenientes dos dispositivos de recolha para os tubos de queda ou colectores prediais;
- Tubos de queda: canalizações destinadas a receber as descargas provenientes das zonas de recolha e a transportá-las para os colectores prediais;
- Colectores prediais: canalizações destinadas a receber as descargas provenientes dos tubos de queda e transportá-las até à câmara do ramal de ligação;
- Ramal de ligação: canalização compreendida entre a câmara de ramal de ligação e o colector público e destinada a conduzir as águas da rede predial para a pública;
- Acessórios: dispositivos a intercalar nos sistemas, no sentido de possibilitar as operações de manutenção, retenção e garantia de boas condições de habitabilidade dos espaços.

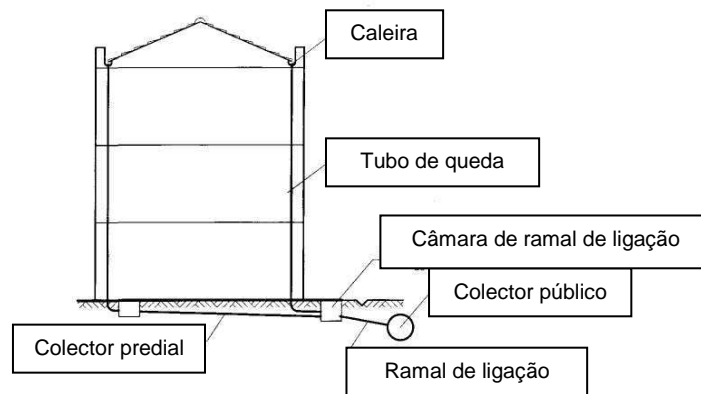


Figura 3. 18 - Esquema de drenagem

### 3.2.4. Conforto e qualidade

#### 3.2.4.1. Ruído

Para diminuir os ruídos causados pela circulação das águas pluviais nas tubagens, e os mesmos não serem transmitidos ao suporte, deve-se colocar um material com características elásticas, capaz de absorver vibrações. No caso da figura 3.19 não se visualiza a adopção dessa solução, podendo-se vir a notar algum desconforto pelos utilizadores aquando da entrada em serviço do sistema.



Figura 3. 19 - Fixação da tubagem

No tecto do piso (0), destinado a comércio, desenvolvem-se algumas tubagens que foram envolvidas por material isolante acústico (figura 3.20) – lã de rocha com 50 mm de espessura, e área de absorção equivalente de 0,54 - com o objectivo de não serem audíveis ruídos aquando da circulação da água proveniente das caleiras das varandas.



Figura 3. 20 - Isolamento acústico dos ramais de descarga

### 3.3. Rede de drenagem predial doméstica

Conjunto de tubagem que recolhe as águas residuais provenientes de ramais de descarga e encaminha para os colectores prediais, ramal de ligação e conseqüentemente para a rede pública.

#### 3.3.1. Material

Na concepção deste sistema, quer em elementos enterrados como não enterrados, os tubos e acessórios são em P.V.C. rígido P.N. 6 (figura 3.21) com juntas autoblocantes nas ligações.

As caixas de reunião e visita são em alvenaria e outras em betão armado, cujas soleiras foram moldadas com concordância conveniente ao perfeito escoamento, devidamente rebocadas com argamassa de cimento de 500 kg/m<sup>3</sup> com 0,02 m de espessura. Nas caixas de betão armado, a tampa é fabricada em ferro fundido, enquanto nas caixas de alvenaria, as tampas são em betão armado, ambas com vedação hidráulica.

Os tubos de P.V.C. como material constituinte da rede de drenagem predial, são preferencialmente utilizados em sistemas de drenagem de águas frias, uma vez que, na maioria dos casos são dimensionados para terem um bom comportamento a temperaturas que circundam os 20 °C em condições de funcionamento contínuo.



Figura 3. 21 - Tubo de P.V.C.

A ligação entre tubagens e respectivos acessórios, ou dos diversos troços de tubagem, foi realizada com o mesmo material através de juntas autoblocantes. Trata-se de uma opção que possibilita efectuar pequenos desvios nos alinhamentos dos tubos, absorver variações dimensionais lineares, resultantes de fenómenos de dilatação térmica, defendendo da introdução de tensões nos tubos. Outra solução possível, mas menos eficaz, seria a ligação por colagem que não foi utilizada em obra.

A sua utilização apresenta uma série de vantagens relativamente a outros materiais, como o aço ou o ferro fundido, pela sua maior versatilidade, leveza, economia, durabilidade e estética.

As principais vantagens são:

- Resistência às intempéries e perdas de carga reduzidas ao longo do tempo;
- Resistência mecânica;
- A sua leveza permite uma maior facilidade de transporte, manuseamento e montagem;
- Manutenção reduzida;

- Facilidade de limpeza em caso de obstrução da canalização;
- Resistência química.

As principais desvantagens são:

- Fraca resistência a altas temperaturas;
- Não suportam pressões elevadas;
- Alto coeficiente de dilatação linear;

### 3.3.2. Classificação do sistema

Foram adoptadas as duas classificações dos sistemas de drenagem predial:

- Drenagem gravítica (figura 3.22)

É utilizada nas zonas onde as águas residuais domésticas são recolhidas a um nível igual ou superior ao do arruamento que contém o colector da rede pública de drenagem, em que a condução até este é efectuada exclusivamente por gravidade.

Utilizada sempre que possível, pois é melhor do ponto de vista técnico-económico, tendo também a vantagem de oferecer melhores garantias de fiabilidade e exigir menores cuidados na exploração. Verificou-se a aplicação desta solução para todos os corpos (A1, A2, A3) e para os pisos desde o quinto ao rés-do-chão.

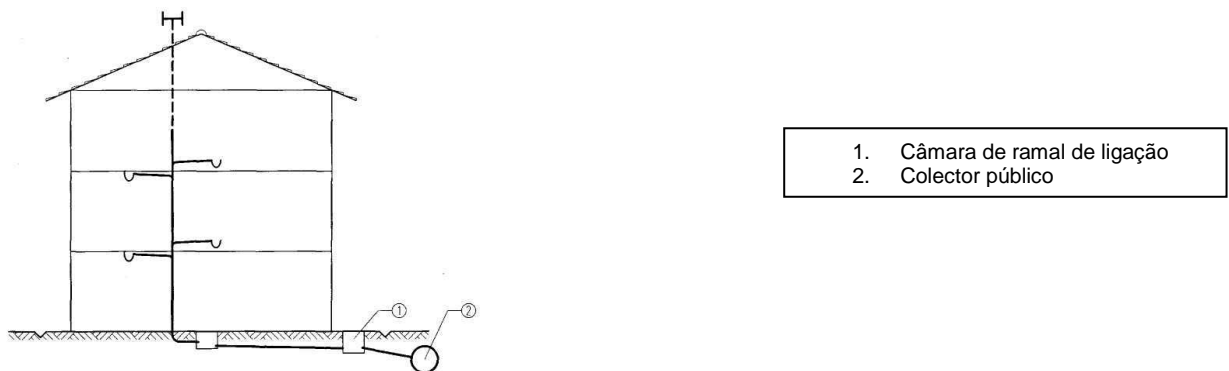


Figura 3. 22 - Esquema de drenagem gravítica

- Drenagem com elevação (figura 3.23)

Foi adoptada para os pisos enterrados (-1) e (-2) uma vez que a recolha das águas residuais se efectua a um nível inferior ao do arruamento onde está instalado o colector da rede pública.

Neste caso os caudais são recebidos ao nível do piso (-2), elevados por bombagem até à câmara do ramal de ligação e depois feito o escoamento até ao colector da rede pública por acção gravítica.

É uma solução mais cara porque utiliza bombas que são alimentadas por energia eléctrica, necessitando de manutenção constante e em caso da falta de energia o sistema não funcionará correctamente, sendo outro aspecto negativo da drenagem com elevação (figura 3.23).

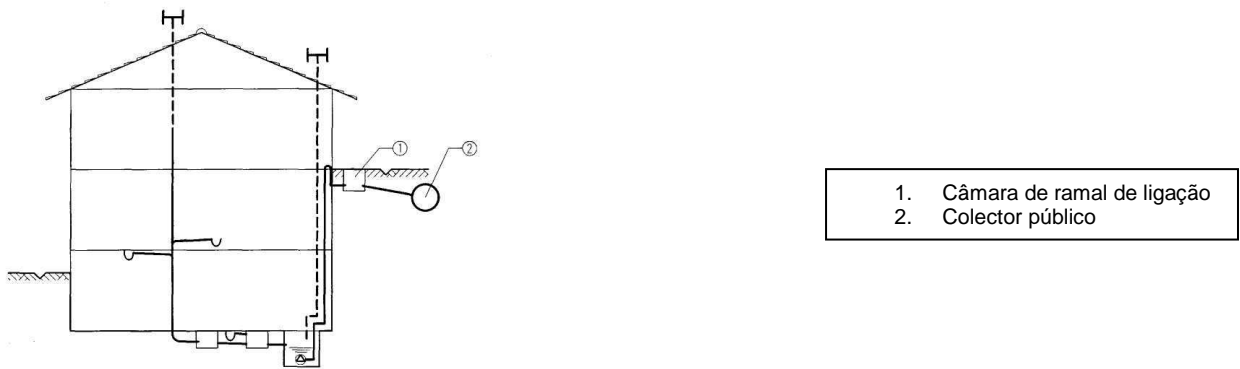


Figura 3. 23 - Esquema de drenagem com elevação

### 3.3.3. Constituição do sistema

O sistema de drenagem (figura 3.26) adoptado nos edifícios de habitação é assim constituído por:

- Acessórios: dispositivos a intercalar nos sistemas, no sentido de possibilitar as operações de manutenção e conservação e a retenção de determinadas matérias, e de garantir as condições de habitabilidade dos espaços ocupados (figura 3.24).



Figura 3. 24 - Acessórios de P.V.C.

- Ramal de descarga: canalização destinada ao transporte das águas provenientes dos aparelhos sanitários para o tubo de queda ou colector predial;
- Tubo de queda: canalizações destinadas a receber as descargas provenientes dos pisos mais elevados, a transportá-las para os colectores prediais, e a ventilar a rede predial e pública (figura 3.25);



Figura 3. 25 - Tubos de queda

- Colector predial: canalizações destinadas receber as descargas dos tubos de queda e dos ramais de descarga provenientes do piso adjacente, e transportá-las para outro tubo de queda ou ramal de ligação;
- Ramal de ligação: canalização compreendida entre a câmara de ramal de ligação e o colector público de drenagem, destinada a conduzir as águas residuais provenientes da rede predial para a rede pública;

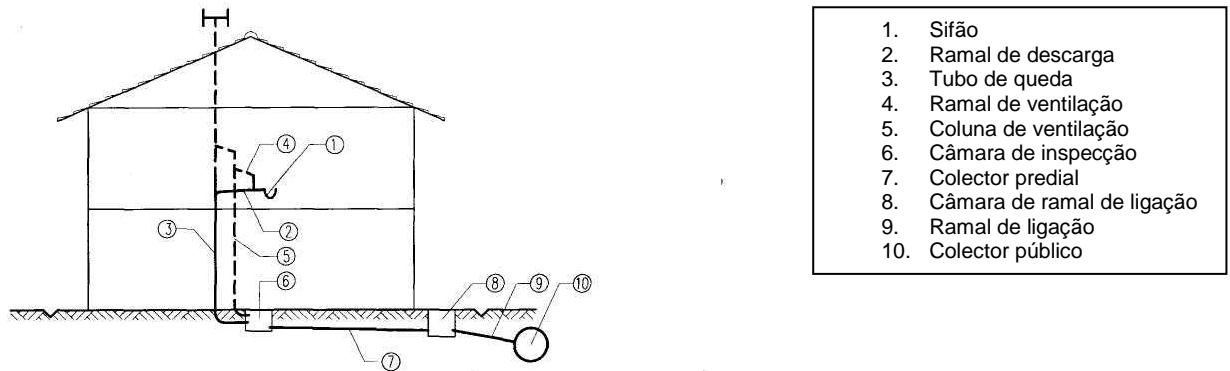


Figura 3. 26 - Esquema de drenagem

### 3.3.4. Conforto e qualidade

É necessário ter em consideração factores como o ruído, acessibilidade dos sistemas e odores.

#### 3.3.4.1. Ruído

Um mau dimensionamento dos tubos de queda, com a adopção de uma taxa de ocupação inapropriada, provoca a formação de tampões durante a descida da água, os quais rebentam devido às variações de pressão e originando descargas ruidosas. Para que essa situação não ocorra, as tubagens de P.V.C. possuem paredes interiores lisas e evitou-se a execução de traçados muito sinuosos.

#### 3.3.4.2. Acessibilidade aos sistemas

Em caso de necessidade o sistema pode ser facilmente acedido através de bocas de limpeza (figura 3.27), para efectuar operações de inspecção, manutenção e reparação.

O tempo para efectuar tais operações é tanto maior quanto maior for a dificuldade em aceder ao sistema, assim como, uma boa acessibilidade permite uma rápida detecção de anomalias e consequente diminuição dos tempos de interdição do uso dos mesmos.



Figura 3. 27 - Bocas de limpeza

### 3.3.4.3. Odores

No momento em que há uma descarga de um dos dispositivos do edifício, se o tubo de queda funcionar em secção completamente cheia e não possuir ventilação, provoca o efeito de sucção (sifonagem induzida por aspiração) nos sifões dos dispositivos ligados ao tubo de queda numa cota superior ao da descarga, e comprime (sifonagem induzida por compressão) os sifões dos dispositivos ligados ao tubo de queda numa cota inferior. Assim, com a destruição do fecho hídrico dos sifões, os maus cheiros já se conseguem manifestar no interior dos apartamentos.

Para garantir o correcto funcionamento do sistema executou-se a ventilação do sistema através do prolongamento do tubo de queda até à cobertura e o mesmo foi calculado para taxas de ocupação regulamentares.

### 3.3.5. Aspectos regulamentares

Realizou-se a separação dos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas com a drenagem das águas pluviais, a montante das câmaras de ramal de ligação, de acordo com o Regulamento deste capítulo e todo o sistema predial de drenagem de águas residuais possui ventilação primária (figura 3.28), que é obtida pelo prolongamento dos tubos de queda até à cobertura, ou seja, em contacto com a atmosfera. Estes devem localizar 2,00 m acima do nível da cobertura em terraço.



Figura 3. 28 - Chaminés de ventilação

O terraço nos edifícios de habitação é acessível apenas para manutenção de equipamentos (AVAC e aquecimento de água) sendo que o Regulamento não efectua a diferenciação entre terraço visitável e não visitável, percebendo assim que independentemente da classificação de acessibilidade do terraço devem ser respeitados os 2,00 m de prolongamento do tubo de queda para efectuar a ventilação.

Uma vez que o prolongamento é feito apenas 0,80 m acima da cota do terraço e tendo este uma platibanda em todo o perímetro com 1,10 m, há uma menor circulação do ar junto à saída do tubo de queda levando a que não haja uma correcta ventilação de todo o sistema, e não respeitando o Regulamento.

Verificou-se o cumprimento de outros aspectos regulamentares:

- Exceder, pelo menos, 0,20 m o capelo da chaminé que se situa a uma distância inferior a 0,50 m da abertura.

- Elevar-se, numa distância igual ou superior a 1,00m acima das vergas dos vãos de qualquer porta, janela ou fresta de tomada de ar, localizadas a uma distância inferior a 4,00 m.
- Protecção com grelha (Figura 3.29) para impedir a entrada de matérias sólidas e de pequenos animais.
- A rede de ventilação das águas residuais domésticas é independente de qualquer outro sistema de ventilação do edifício.
- O sistema de drenagem predial, incluindo a câmara do ramal de ligação e o próprio ramal de ligação, não possui qualquer dispositivo que impeça a ventilação do sistema público através deste.
- Todos os aparelhos sanitários instalados estão dotados de sifões (figura 3.30) individuais de modo a não permitir a passagem de maus cheiros para o interior da edificação.
- Não existe qualquer ligação entre o sistema de distribuição de águas e o sistema de drenagem predial, prevenindo a possibilidade de contaminação da água distribuída.



Figura 3. 29 - Grelha de protecção



Figura 3. 30 - Sifão individual de base de duche

### 3.3.6. Interligação com restantes especialidades

Devido a alterações pedidas pelos clientes face à arquitectura inicialmente prevista, com a demolição de paredes, alguns tubos de queda (figura 3.31) nelas embutidos tiveram que sofrer uma translação pelo tecto e depois efectuar a descida por outra parede mais próxima. Por imposição física, o tubo de queda não se desenvolveu num único alinhamento recto, e a mudança de direcção obtida por meio de curvas de concordância ultrapassou dez vezes o diâmetro desta tubagem (figura 3.32).

Assim, o troço horizontal de fraca pendente, necessitou de ser analisado pelo projectista, pois deve ser tratado como colector predial.



Figura 3. 31 - Prumada vertical

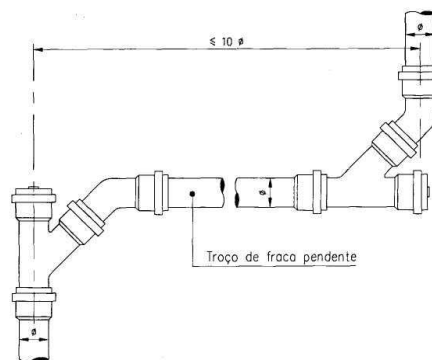


Figura 3. 32 - Esquema de deslocação de tubo de queda

Nos tectos das caves, foi necessária uma compatibilidade com a instalação eléctrica, concretamente com as prateleiras metálicas que percorrem o edifício. No seu cruzamento perpendicular (figura 3.33), e pelo facto de estarem à mesma cota, houve a necessidade de utilizar curvas de P.V.C. adicionais para transpor as prateleiras.



Figura 3. 33 - Cruzamento entre tubo de esgoto e prateleira metálica

O inconveniente destas alterações é o facto de serem introduzidas perdas de carga localizadas e contínuas que não foram tidas em conta no cálculo efectuado pelo projectista, podendo levar a um deficiente funcionamento da rede.

### 3.4. Rede de AVAC

#### 3.4.1. Enquadramento legal

A execução das instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado deve obedecer ao Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização em Edifícios [5].

#### 3.4.2. Sistema

De acordo com a Memória Descritiva do Projecto de AVAC [6], nas caves de estacionamento houve a necessidade de efectuar a ventilação dos seus espaços, ou seja, fazer a renovação do ar ambiente de forma a retirar os elementos poluidores do interior do edifício.

Esta é feita de forma forçada/mecânica, utilizando ventiladores de insuflação e exaustão, associados a condutas e grelhas termais, que provocam o movimento do ar entre o exterior e o interior do espaço.

As tomadas de ar exterior nos edifícios de habitação respeitam os seguintes conceitos:

- Localizam-se longe de exaustões de edificações vizinhas;
- São colocadas a altura suficiente que garanta que estão fora da zona de influência de tráfego urbano ou outras fontes de poluição urbana;
- A admissão de ar é feita a mais de:
  - i. 2,50 m do solo;
  - ii. 5,00 m de grelhas de extracção de ar interior;
  - iii. 10,00 m de chaminés ou locais de passagem de veículos;
  - iv. 20,00 m de exaustões particularmente poluentes, incluindo instalações sanitárias e respiros de saneamento;
  - v. Saídas de extracção de ar a uma altura superior aos edifícios vizinhos de, pelo menos 1,00 m.

Nas zonas de habitação existem unidades independentes que aquecem ou arrefecem os compartimentos onde estão inseridos, sem quaisquer interferências uns nos outros.

#### 3.4.3. Material

##### Condutas, acessórios e isolamento

As condutas de distribuição de ar novo e de insuflação de ar são em chapa galvanizada e foram revestidas com isolamento térmico (figura 3.34) de forma a minimizar as perdas.

As condutas de extracção referentes à recuperação de energia e dos sistemas de climatização instaladas no interior dos tectos falsos não necessitaram de isolamento térmico.

O isolamento é realizado com lã mineral, revestida a alumínio e com barreira de vapor em papel kraft, com 25 mm de espessura nas condutas de insuflação instaladas no interior do edifício e 40 mm,

nas condutas instaladas no exterior, aplicado de forma contínua. A fixação do isolamento às condutas executa-se através da aplicação de um material adesivo resistente ao calor.



Figura 3. 34 - Isolamento das condutas

Nenhuma conduta foi isolada pelo seu interior de forma a não existir contacto entre o material de isolamento e o ar circulante.

No desenvolvimento da rede existem portas de visita equidistantes para acesso de limpeza.

As condutas que transportam o ar (figura 3.35) não servem de suporte para outras instalações mecânicas ou eléctricas, nem são atravessadas por estas.

O alinhamento das condutas nas mudanças de direcção, uniões e derivações foi realizado através dos respectivos acessórios centrando os eixos das condutas com os acessórios, mantendo a forma e secção transversal sem forçar as condutas.



Figura 3. 35 - Condutas na cozinha

Os suportes e fixações foram executados de modo a evitar o ruído em quaisquer condições de funcionamento do sistema. As distâncias entre os mesmos não são superiores a 2,40m, sendo a suspensão feita por suportes do tipo “trapézio” revestido a borracha na interface suporte/tubo.

#### Ventiladores

Equipamento mecânico (figura 3.36) alimentado por energia eléctrica, que proporciona através das suas pás a circulação do ar entre o exterior e o interior, utilizado nos pisos enterrados destinados ao estacionamento de veículos.



Figura 3. 36 – Ventilador

### Tubo spiro

Tubo em chapa de aço galvanizado enrolada em espiral (figura 3.37), utilizado na condução do ar entre os ambientes exterior e interior nas zonas de estacionamento.



Figura 3. 37 - Tubo spiro

### Tubo flexível

Tubos em aço inoxidável (Figura 3.39), utilizados na extracção do ar nas cozinhas e nas instalações sanitárias.



Figura 3. 38 - Tubo flexível em alumínio

#### 3.4.4. Interligação com restantes especialidades

Quer na fase de projecto, como na fase de instalação na própria obra, esta é a especialidade que mais necessita de diálogo e colaboração com as restantes.

Isto deve-se à grande quantidade e dimensões elevadas das condutas (figura 3.39) necessárias e seus respectivos equipamentos.



Figura 3. 39 - Condutas na sala

Os maiores problemas detectados em obra deveram-se à fraca compatibilidade entre o projecto de AVAC e instalações eléctricas.

Um exemplo prático foi nas garagens de estacionamento cada projecto definia a localização dos seus quadros em paredes opostas e muito afastadas, o que não racionaliza custos nem questões funcionais para o utilizador, uma vez que os quadros de AVAC e de electricidade deviam estar lado a lado.

A intervenção da direcção de obra permitiu resolver a situação, mas como foi realizada de forma tardia, isso acarretou trabalhos a mais, pois cada subempreiteiro da sua especialidade executou o que estava definido em projecto e só depois é que se detectou o problema.

Por vezes com alterações de arquitectura pedidas pelos clientes, havia a necessidade de reajustar os atravessamentos das instalações de AVAC (figura 3.40), e devido às dimensões das condutas provoca grandes trabalhos de demolição de paredes e uma mudança na rede eléctrica face à nova localização de equipamentos.



Figura 3. 40 - Atravessamento de alvenaria

Com a arquitectura houve a necessidade encontrar a melhor localização para as máquinas no interior dos compartimentos, assim como na definição e colocação das grelhas nas paredes da sala (figura 3.41).

Estes trabalhos foram coordenados com as equipas de execução dos tectos falsos, onde ficaram embutidos os equipamentos, e as equipas de estuque.



Figura 3. 41 - Grelhas de ar condicionado

As máquinas interiores instaladas nos quartos dos apartamentos necessitam de canalização para escoamento dos condensados. Essa situação foi originada pela alteração do sistema AVAC decidida pelo promotor, havendo a necessidade de executar um roço para colocação da tubagem e consequente degradação do estuque. Após a colocação do esgoto, procedeu-se à reparação da parede. Trata-se uma situação que ao não ter sido detectada a tempo, leva à aplicação de trabalhos a mais encarecendo mais o valor de execução da obra.



Figura 3. 42 - Drenagem dos condensados das máquinas

### 3.5. Instalações eléctricas

Neste capítulo as instalações visam dotar os diversos locais do edifício com níveis luminotécnicos adequados às suas utilizações.

#### 3.5.1. Características gerais

As instalações são concebidas com vista a garantir a protecção das pessoas, dos animais e dos bens, assim como o funcionamento da instalação de acordo com a utilização prevista.

Desenvolvem-se em paredes através de abertura de roços. Ocasionalmente estas circulam pelo chão através de tubos comercialmente designados por “ERFE” (figura 3.43).



Figura 3. 43 - Tubo “ERFE” no pavimento

#### 3.5.2. Protecção

Protecção IP (letra característica) define-se como a protecção contra o contacto de pessoas, penetração de objectos sólidos e contra os efeitos nocivos devido à entrada de água.

IP (a) (b)

O primeiro algarismo à frente da sigla IP (a) define o grau de protecção às pessoas e às peças dos motores no interior, podendo ter os seguintes valores correspondendo às seguintes designações:

- 2- Motores protegidos contra objectos sólidos maiores que 12mm.
- 4- Motores protegidos contra objectos sólidos maiores que 1mm.
- 5- Motores protegidos de poeira.

O último valor (b) define o grau de protecção contra os efeitos nocivos devido à entrada de água, podendo ter os seguintes valores correspondendo às seguintes designações:

- 3- Motores protegidos contra o uso de água.
- 4- Motores protegidos contra salpicos de água.
- 5- Motores protegidos contra jactos de água.
- 6- Motores protegidos contra mar agitado.

Protecção IK (protecção mecânica internacional) define-se como protecção contra impactos mecânicos externos.

IK (aa)

Após a sigla IK surge um valor (aa) que refere a resistência à energia de impacto (Joule), definido no quadro 3.1.

Quadro 3. 1 - Grau de protecção IK

GRAU DE PROTECÇÃO IK	
Código IK	Energia de choque (Joules)
0 1	0,14
0 2	0,20
0 3	0,35
0 4	0,50
0 5	0,70
0 6	1,00
0 7	2,00
0 8	5,00
1 0	10,00
2 0	20,00

### 3.5.3. Material

A cablagem para estas instalações desenvolve-se inserida em tubagem VD, como demonstra a figura 3.44.



Figura 3. 44 - Desenvolvimento da tubagem no tecto

#### Instalação à vista

Os cabos são de isolamento termoplástico, instalados à vista, assentes em braçadeiras no tecto estrutural, nos traçados onde não foram previstas prateleiras metálicas.

No caso particular da iluminação de segurança de parqueamentos, os cabos são isentos de halogéneo (figura 3.45), não propagadores de chama.

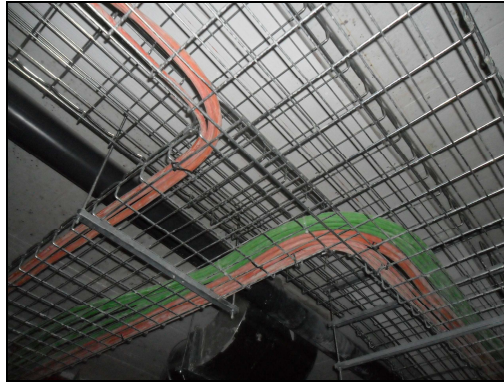


Figura 3. 45 - Cabos isentos de halogéneo

#### Instalação embebida

Os condutores são enfiados em tubos do tipo “ERFE” e possuem uma secção mínima de 1,5 mm<sup>2</sup> para iluminação e 2,5 mm<sup>2</sup> para tomadas e outros pontos de alimentação.

De acordo com as normas, não foram realizadas emendas dentro dos tubos, fazendo-se a ligação de condutores no interior das caixas de derivação.

A figura 3.46 mostra o desenvolvimento da tubagem fixada ao tecto, sendo depois ocultada com a colocação do tecto falso.



Figura 3. 46 - Instalação embebida no tecto falso

#### Caixas de coluna

São em material termoplástico (figura 3.47), isolamento de Classe II, resistência ao choque (IK 09) e às agressões do meio exterior (IP 54).



Figura 3. 47 - Caixa de coluna

### Caixas de derivação estanques

São quadradas ou rectangulares, com as dimensões mínimas de 80x80 mm até 6 entradas e 120x100 mm para mais de 6 entradas, com tampa de aperto por 4 parafusos, junta estanque e equipadas com placas de bornes. Estas caixas (figura 3.48) são totalmente livres de halogéneo, sendo a estanquidade assegurada por tampões de protecção incluídos nos parafusos de fixação.



Figura 3. 48 - Caixas de derivação

### Quadros de distribuição

Nos parqueamentos, espaço técnico para bombas de incêndio, áreas comerciais e blocos de habitação, procedeu-se à instalação de quadros de construção plástica (figura 3.49), classe II de isolamento, em poliéster, dotados de porta com fechadura. Classe II significa que para ser garantida a protecção contra os choques eléctricos são necessárias medidas complementares de segurança (duplo isolamento ou isolamento reforçado), uma vez que o isolamento principal não garante essa mesma protecção.



Figura 3. 49 - Quadro de inquilino

### Material de fixação

Todos os componentes de fixação utilizados em obra, quer sejam braçadeiras de aperto mecânico, braçadeiras tipo clip e braçadeiras de serrilha são em material termoplástico com resistência a variações térmicas entre os -15°C e os 90°C.

A fixação ao suporte (parede ou tecto) é conseguida a partir da utilização de buchas expansivas e parafuso, ou nalguns casos um simples prego em aço anti-corrosivo.

### Tubo plástico livre de halogéneo

O tubo rígido livre de halogéneo (VDLH) possui uma resistência à compressão lateral de 1,25 kN. A sua defesa e comportamento às temperaturas excede em 30°C o tubo possuidor de halogéneo,

funcionando em plenas condições para temperaturas oscilantes entre os 25°C negativos e 90°C acima do nível zero.

#### Tubo plástico normal

O tubo plástico (figura 3.50) garante o desempenho total para o qual foi concebido até uma temperatura máxima de 60°C. Outros acessórios foram utilizados em obra a fim de obter um correcto traçado e boas garantias de qualidade técnica e de execução, como são nomeadamente uniões, curvas e boquilhas flexíveis.



Figura 3. 50 - Tubo e acessórios

#### Caixas de applique

Em secção circular com um diâmetro de 40mm e 34mm de fundo (figura 3,51). Utilizadas para colocação de pontos de luz. A tampa é também de secção circular com 35mm de diâmetro.



Figura 3. 51 - Caixas de applique

### **3.5.4. Modo de instalação**

#### Caminho de cabos

Suportes constituídos em aço galvanizado (figura 3.52).

Todas as ligações entre caminhos de cabos, acessórios e fixação de apoios são feitos por parafusos de aço galvanizado e a fixação dos cabos foi feita por braçadeiras plásticas de fita e serrilha nos troços horizontais e em aço, de garra nos troços verticais.

Todos os caminhos de cabos são devidamente ligados à rede de terras de protecção do edifício.



Figura 3. 52 – Caminho de cabos

### Conduta (tubo)

Invólucro fechado, de secção recta circular (figura 3.53), destinado à instalação ou à substituição de condutores isolados ou de cabos por enfiamento nas instalações eléctricas.



Figura 3. 53 – Condutas

### Canalização fixa a superfícies de apoio

Canalização instalada sobre uma superfície de apoio (parede, tecto, divisória, pavimento, etc.), ou na sua proximidade imediata, constituindo, essa superfície, um meio de fixação e, eventualmente, de protecção (figura 3.54).



Figura 3. 54 - Condutas fixadas ao tecto

## Roço

Abertura longa e estreita feita num elemento da construção (figura 3.55), onde se inserem os tubos nas paredes de alvenaria.



Figura 3. 55 - Roços nas paredes.

### **3.5.5. Generalidades**

Todas as instalações de segurança utilizaram cabos resistentes ao fogo durante 60 minutos.

Nas zonas de estacionamento, as instalações eléctricas e equipamentos estabelecidos à vista a menos de 2 metros do piso, possuem protecção contra impactos superior a IK 08.

#### Instalações da rede normal no estacionamento

Foram instalados cabos isentos de halogéneo e retardantes à propagação de chama.

Os circuitos de iluminação normal das circulações comuns processam-se ao longo de caminhos de cabos e as luminárias ficam no próprio caminho de cabos (figura 3.56) que suporta os cabos de alimentação, sendo o comando desta iluminação realizado por detectores de movimento.



Figura 3. 56 - Luminárias nos caminhos de cabos das caves

Nos corredores de circulação automóvel e nas garagens, as canalizações foram efectuadas à vista, assente por braçadeiras (figura 3.57).

Para as instalações afectas à rede de segurança, utilizou-se cabos não propagadores de chama e resistentes ao fogo por um período não inferior a 60 minutos.



Figura 3. 57 – Canalizações nas garagens

#### Instalações da rede de segurança

A iluminação de segurança é constituída por blocos autónomos com bateria incorporada de modo a garantir uma autonomia não inferior a 1 hora em caso de falha de energia da rede normal.

As medidas adoptadas com vista à protecção contra o incêndio foram:

- Caminhos de evacuação sempre que possível sem canalizações eléctricas;
- Utilização de cabos não propagadores de chama com classe II de isolamento;
- Utilização na instalação de segurança, de cabos resistentes ao fogo durante 60 minutos;
- Instalação de canalizações fora do volume de acessibilidade, ou devidamente protegidos contra acções mecânicas resultantes de evacuação de pessoas;
- Utilização de cabos zh (sem emissão de gases tóxicos em caso de incêndio);

#### Instalações das bombas de incêndios

As bombas são alimentadas directamente pela rede pública da EDP.

Foi instalado um sistema que no caso de falha de alimentação da energia a partir da rede pública, isola esta da fonte de energia. Foi instalado um inversor automático de rede que comutará assim que for detectada uma falha de tensão na rede pública.

#### Zonas comuns dos blocos de habitação

Canalizações instaladas à vista assente por abraçadeiras nos casos particulares de canalizações contidas em couretes, canalizações nos patamares de acesso aos elevadores (por cima do tecto falso), ou para circulações no exterior igualmente instaladas por cima do tecto falso existente. Nas restantes situações, as instalações são embebidas.

#### Rede de distribuição de energia dos blocos

Todas as instalações colectivas (figura 3.58) e entradas de energia para as habitações foram estabelecidas em couretes próprias e todos os quadros de colunas, armários de centralização, caixas de contagem, quadros eléctricos, equipamento e canalizações eléctricas das instalações colectivas de cada bloco, são da classe II de isolamento.



Figura 3. 58 - Instalação colectiva

### Áreas de habitação

As canalizações nas escadas interiores e dentro dos fogos, foram de instalação embebida. Nos patamares de acesso às habitações e elevadores, no hall de entrada de cada um dos fogos, nos acessos a cada bloco de habitação as canalizações foram de instalação à vista assente por abraçadeiras.

Nas zonas comuns todas as instalações à vista desenvolveram-se por cima dos tectos falsos existentes.

### **3.5.6. Interligação com restantes especialidades**

Todos os apartamentos foram concebidos a partir de um andar modelo, pré estudado e projectado, mas com a possibilidade de o cliente sugerir alterações ou até mesmo novos pedidos desde que viavelmente exequíveis.

Sucederam-se a tais alterações em alguns apartamentos e na quase totalidade das especialidades, sendo que esta foi provavelmente a que mais sofreu face aos pedidos realizados pelos clientes.

A deslocalização de uma tomada, a necessidade de uma nova noutro local da habitação, a criação de um ponto de luz, entre outros, leva à realização de novos trabalhos, aberturas de novos roços nas paredes (figura 3.59), furos, com o agravante da possível incompatibilização com as restantes instalações.



Figura 3. 59 – Abertura de roços

Para a realização destes trabalhos foi necessário garantir sempre o acompanhamento e constante diálogo com as subempreitadas das alvenarias e dos estuques de forma a tapar os roços (figura 3.60) e a revestir novamente a zona afectada, resultando daí sempre um aumento dos custos da obra com a realização de trabalhos a mais.



Figura 3. 60 - Roços nas paredes estucadas

Em geral não são permitidos cruzamentos de canalizações de alimentação com canalizações de água (figura 3.61), caso sejam identificadas algumas dessas situações, as tubagens de água devem ser instaladas a uma cota inferior às canalizações eléctricas.



Figura 3. 61 - Cruzamento de instalação eléctrica e tubagem de água quente

### 3.5.7. Diversos



Figura 3. 62 - Instalações eléctricas nas varandas



Figura 3. 63 - Fios nos quadros de distribuição



Figura 3. 64 - Tubagem no pavimento



Figura 3. 65 - Marcação da localização das luminárias no tecto falso

### 3.6. Rede de combate a incêndios

É o conjunto de tubagens, equipamentos (figura 3.66) e acessórios que visam combater incêndios que possam ocorrer no edifício. Para o combate foi previsto e executado um sistema de combate a incêndios por água composto por:

- Uma rede interior de bocas-de-incêndio do tipo carretel (caves e lojas);
- Bocas-de-incêndio duplas, de coluna húmida e tamponadas (nos núcleos de escadas das caves e pisos elevados, com excepção do piso 0).



Figura 3. 66 – Equipamento de combate a incêndio

#### 3.6.1. Enquadramento legal

De acordo com o artigo 3º, capítulo I do Decreto-Lei nº. 220 de 2008, os edifícios ou fracções autónomas com qualquer utilização ou respectiva envolvente estão sujeitos ao Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndios [7].

O regulamento baseia-se no princípio geral da preservação da vida humana e do ambiente, tendo como objectivos a redução da probabilidade de ocorrência de incêndios, limitação o desenvolvimento de eventuais incêndios, facilitação da evacuação e do salvamento dos ocupantes, bem como permitir uma intervenção eficaz e segura dos meios de socorro.

A rede de combate a incêndios em edifícios deve possuir condições para no caso de um eventual foco de incêndio este possa ser combatido de forma eficaz e rápida, logo no seu início, com o objectivo de salvaguardar bens materiais e essencialmente de vidas humanas. A inclusão deste tipo de instalações como parte integrante dos edifícios justifica-se uma vez que a vida humana é sempre colocada em risco numa situação de incêndio.

A rede implantada em obra utiliza a água como substância de combate ao fogo, pelo facto de ser abundante e de baixo custo, como também pela sua elevada capacidade de absorção de calor, garantindo eficácia na extinção do fogo.

Os 5 pisos de habitação Condomínio Oriente são de utilização tipo 1 (UT 1), ou seja, edifícios habitacionais. Assim, pelo quadro 3.2 retirado do SCIE e relativamente à classificação do risco de incêndio, possuem categoria 2 (risco moderado) por terem uma altura de UT 1 entre 9,0 m e 28,0 m e nenhum piso de UT 1 abaixo do plano de referência. Em termos de combate a incêndio, a altura (H) de um edifício é definida como a distância entre o piso mais desfavorável susceptível de ocupação e o plano

de referência (cota da via de acesso ao edifícios no local onde seja possível os bombeiros actuarem de forma eficaz no combate ao incêndio). Qualquer corpo de edifício em estudo tem uma classificação em termos de altura como média ( $9,0\text{m} < H \leq 28,0\text{m}$ ).

Quadro 3. 2 – Categorias de risco da utilização-tipo I <Habitacionais> (SCIE)

Categoria	Critérios referentes à utilização-tipo I	
	Altura da UT I	Número de pisos ocupados pela UT I abaixo do plano de referência
1. <sup>a</sup> .....	$\leq 9\text{ m}$	$\leq 1$
2. <sup>a</sup> .....	$\leq 28\text{ m}$	$\leq 3$
3. <sup>a</sup> .....	$\leq 50\text{ m}$	$\leq 5$
4. <sup>a</sup> .....	$> 50\text{ m}$	$> 5$

### 3.6.2. Meios de extinção

Para efeitos de SCIE, relativamente a meios de extinção, entende-se por:

- Agente extintor: substância sólida, líquida ou gasosa especificamente adequada para extinguir um incêndio, quando aplicada em determinadas condições;
- Agente extintor padrão: água;
- Hidrante: equipamento permanentemente ligado a uma tubagem de distribuição de água à pressão, dispondo de órgãos de comando e uma ou mais saídas, destinado à extinção de incêndios ou ao reabastecimento de veículos de combate a incêndios. Os hidrantes podem ser de dois tipos: marco de incêndio ou boca-de-incêndio (de parede ou de pavimento);
- Marco de incêndio: hidrante, normalmente instalado na rede pública de abastecimento de água, dispondo de várias saídas, destinado a reabastecer os veículos de combate a incêndios. É um meio de apoio às operações de combate a um incêndio por parte dos bombeiros;
- Boca-de-incêndio: hidrante, normalmente com uma única saída. Pode ser armada, destinando-se ao ataque directo a um incêndio. Pode ser exterior não armada, destinando-se ao reabastecimento dos veículos de combate a incêndios. Neste caso deve existir uma válvula de suspensão no ramal de ligação que a alimenta, para fecho deste em caso de avaria. Pode ser interior não armada, destinando-se ao combate a um incêndio recorrendo a meios dos bombeiros;
- Boca-de-incêndio armada: hidrante que dispõe de uma mangueira munida de agulheta, com suporte adequado e válvula interruptora para a alimentação de água, inserido numa instalação hidráulica para serviço de incêndios privativa de um edifício ou de um estabelecimento;
- Coluna húmida: caso particular de uma rede húmida, constituída por conduta vertical permanentemente em carga, eventualmente com pequenos desvios de ligação, quando não possa ser constituída por um único alinhamento vertical;

- Rede húmida: tubagem fixa e rígida montada num edifício, permanentemente em carga, ligada a uma rede de água, exclusivamente destinada ao combate a incêndios;

De acordo com o regulamento, os edifícios devem possuir no seu interior de meios próprios de intervenção imediata para serem utilizados pelos ocupantes e que facilitem aos bombeiros o lançamento rápido das operações de socorro.

### 3.6.3. Rede de carretéis

As redes interiores de bocas-de-incêndio “tipo carretel” que servem para que os utilizadores dos locais possam combater focos de incêndios que venham a ocorrer no local onde se encontram, são constituídas por carretéis com mangueira de 30 metros, DN25 com agulheta de 3 posições para as zonas comerciais e por carretéis do mesmo tipo, mas sem caixa, para as zonas de estacionamento.

### 3.6.4. Colunas húmidas

São um meio de intervenção composto por tubagens rígidas e fixas instaladas nos edifícios para serem utilizados pelos bombeiros e que permitem alimentar bocas-de-incêndio situadas nos diferentes pisos. Alimentadas por fonte autónoma própria, ou seja, por um depósito construído junto ao grupo sobressor (figura 3.67), estando a coluna permanentemente em carga, prontas para o combate ao incêndio.



Figura 3. 67 - Grupo sobressor

O sistema de bombagem funciona de forma automática, independente e aspira a água directamente do reservatório, alimentando a coluna húmida em condições desejáveis de pressão e caudal.

O reservatório é alimentado pela rede pública, sendo esta feita de forma automática recorrendo a uma válvula de bóia por controlo dos níveis máximo e mínimo de água.

Esta rede tem a possibilidade de alimentação alternativa pelos bombeiros, por intermédio de um tubo seco ligado ao colectador de saída das bombas sobressoradoras.

As bocas-de-incêndio (figura 3.68) estão dispostas em todos os patamares das comunicações verticais e são duplas, com acoplamento de mangueira inventado por Carl August Guido Storz em 1882, vulgarmente designado “acoplamento do tipo Storz”, com o diâmetro de junção DN 52 mm, com o eixo a uma cota do 1,00 m do pavimento (0,80 e 1,20 regulamentares). Numa conexão de um par Storz, os acoplamentos opostos são pressionados para que os ganchos de cada um são inseridos nas ranhuras

na flange do outro. Depois são girados em direcções opostas até que fiquem apertados, criando uma ligação estanque.



Figura 3. 68 - Bocas-de-incêndio nos patamares das escadas

### 3.6.5. Detalhes da construção

Na realização da instalação são observados os seguintes princípios:

- Os tubos aéreos são em ferro preto, da série média;
- Os suportes da tubagem foram fixados à estrutura do edifício por meios mecânicos, nunca por soldadura;
- As tubagens aéreas foram protegidas contra a corrosão por uma demão de primário em epóxido de zinco, e por uma demão de acabamento em vermelho RAL 3000.
- Futuramente a instalação será testada durante duas horas a 14 bar, ou 3 bar acima da pressão máxima dada pela bomba de maior pressão, antes da sua entrada em serviço.

## 4. Acabamentos na construção

### 4.1. Paredes exteriores

A principal função das paredes exteriores consiste em estabelecer uma barreira entre os ambientes exterior e interior, de modo a que o ambiente interior possa ser ajustado e mantido dentro de determinadas condições desejáveis.

As paredes exteriores devem possuir as seguintes exigências funcionais:

Segurança (estabilidade estrutural, contra riscos de incêndio, contra intrusões, capacidade de permitirem suspensão de equipamentos pesados);

Saúde e conforto (conforto higrotérmico e acústico, estanquidade ao ar e à água, conforto visual, higiene);

Economia (durabilidade e funcionalidade).

#### Separação entre fracção e exterior

Destacadas a cor castanho na figura 4.1, as paredes exteriores dos apartamentos são constituídas por parede dupla de alvenaria de tijolo furado com pano exterior de 15 cm, pano interior de 11 cm e caixa-de-ar de 4 cm parcialmente preenchida com isolante térmico como demonstra a figura 4.2.

Foram utilizados dois materiais distintos como isolante térmico, no piso (0) foi opção do projectista a aplicação de isolamento com painel lã de rocha “ACUSTILANE” da ISOVER com 40 mm de espessura, enquanto nos pisos superiores utilizou-se poliuretano projectado com 3 cm.

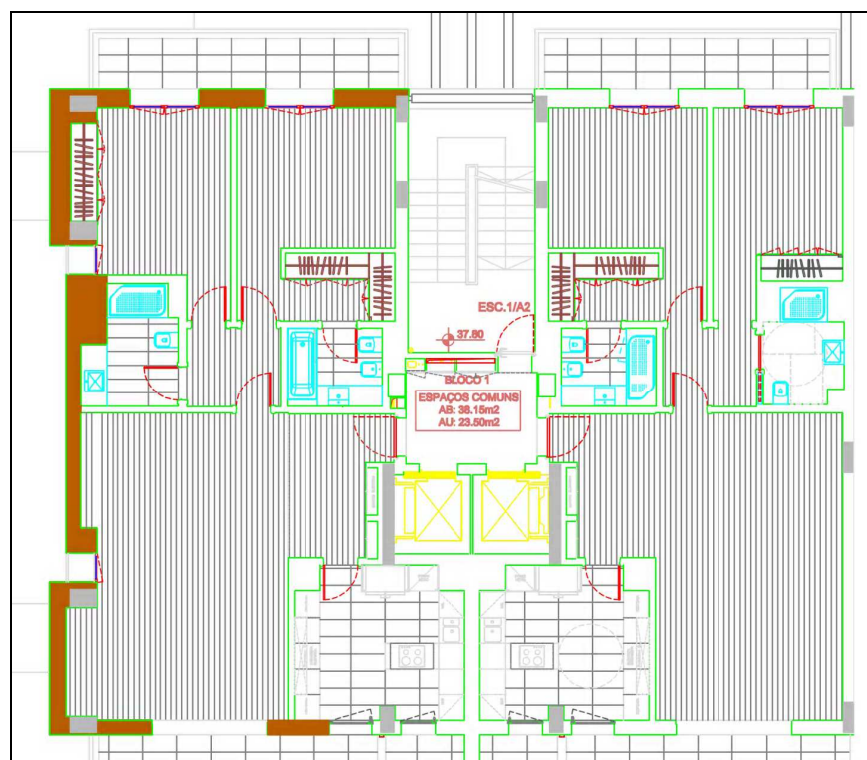


Figura 4. 1 - Planta de apartamento T2 (paredes exteriores)

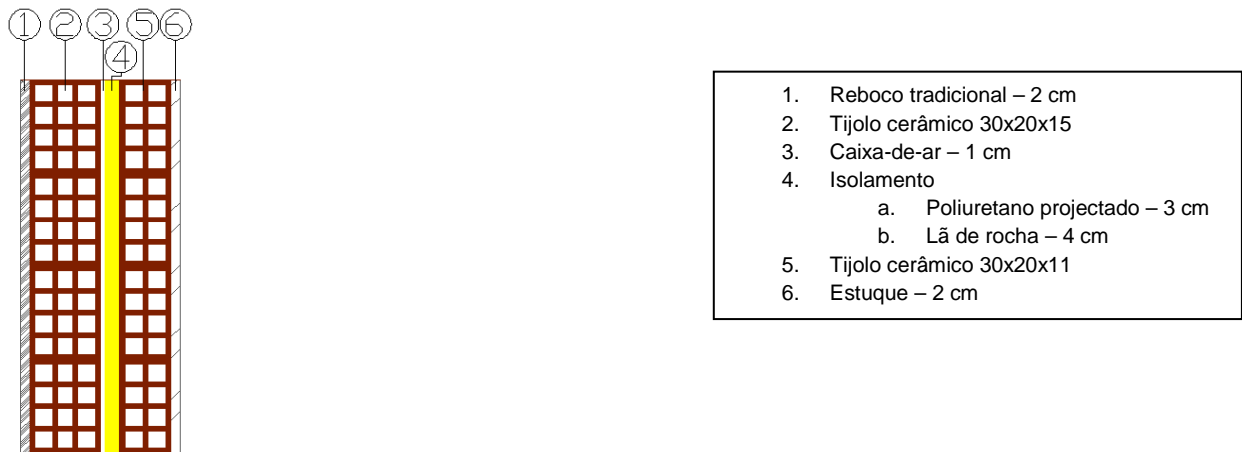


Figura 4. 2 - Esquema da parede exterior

#### 4.1.1. Acabamentos exteriores

Em parte dos alçados dos edifícios de habitação aplicou-se revestimento com Plaqueta Grés Clinker, tipo Guadarrama – La Paloma (figura 4.3). Na restante área painéis cerâmicos, tipo Soladrilho – Skin (figura 4.4).

Ambos os materiais foram assentes com cimento cola “*weber.col flex*”, recomendável pelo fabricante para colagem de peças cerâmicas em paredes exteriores. É composto por cimento branco e cinza, agregados e aditivos.

O seu modo de aplicação consiste em misturar o conteúdo com água limpa, a uma relação água/cimento de 0,24, utilizando um misturador eléctrico, deixar repousar 2 minutos e misturar novamente.

Espalha-se sobre o suporte em barramento fino e apertado com a ajuda da face lisa da talocha, e posteriormente passa-se a talocha dentada. Por fim, aperta-se a peça contra o suporte até esmagar os cordões de cola garantindo que a totalidade da área fica preenchida. Apresenta um consumo de 4 kg/m<sup>2</sup> de parede.

Para garantir as juntas de entre elementos da Plaqueta colocam cordas de nylon com determinado diâmetro, sendo depois retiradas e as juntas rematadas com argamassa.



Figura 4. 3 - Plaqueta Grés Clinker, tipo Guadarrama - La Paloma

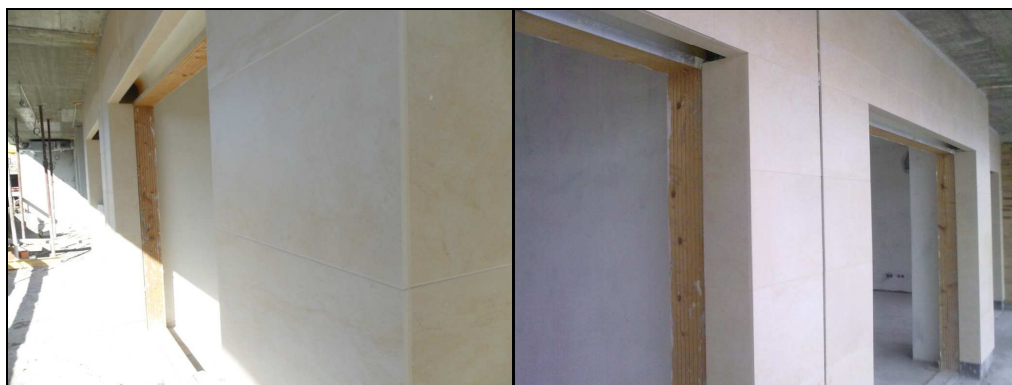


Figura 4. 4 - Painéis cerâmicos, tipo Soladrilho - Skin

#### 4.1.2. Comportamento térmico

É pelas paredes exteriores que se efectuam a maioria das trocas térmicas entre os ambientes interior e exterior, pelo que um correcto estudo do comportamento térmico e aplicação da solução construtiva em obra reduz o consumo energético nas operações de manutenção do conforto térmico dos ocupantes. O RCCTE [3] no seu anexo IX especifica que nenhum elemento da envolvente de qualquer edifício pode ter um coeficiente de transmissão térmica em zona corrente ( $U$ ) superior ao valor correspondente no quadro 4.1 abaixo.

Quadro 4. 1 - Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis de elementos opacos (RCCTE) [3]

Elemento da envolvente	(U-W/m <sup>2</sup> C)		
	Zona climática (*)		
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>
Elementos exteriores em zona corrente (**):			
Zonas opacas verticais .....	1,8	1,60	1,45
Zonas opacas horizontais	1,25	1	0,90
Elementos interiores em zona corrente (***):			
Zonas opacas verticais .....	2	2	1,90
Zonas opacas horizontais	1,65	1,30	1,20

O coeficiente de transmissão térmica ( $U$ ) de elementos constituídos por um ou vários materiais, em camadas de espessura constante, é calculado pelo inverso do somatório das resistências térmicas individuais incluindo as resistências superficiais interior e exterior (m<sup>2</sup>.°C/W).

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum R_j + R_{se}}$$

$R_j$  – resistência térmica da camada  $j$  (m<sup>2</sup>.°C/W);

$R_{si}$ ,  $R_{se}$  – resistências térmicas superficiais interior e exterior, respectivamente (m<sup>2</sup>.°C/W).

Os valores das resistências térmicas superficiais em função da posição do elemento construtivo e do sentido de calor estão no quadro 4.2.

Quadro 4. 2 - Resistência térmica superficial (RCCTE) [3]

Sentido do fluxo de calor	Resistência térmica superficial (m <sup>2</sup> . °C/W)		
	Exterior $\bar{R}_{se}$	Local não aquecido (* ) $R_{se}$	Interior $\bar{R}_{si}$
Horizontal (**)	0,04	0,13	0,13
Vertical (***):			
Ascendente	0,04	0,10	0,10
Descendente	0,04	0,17	0,17


O valor da mesma resistência para espaços de ar não ventilados obteve-se no quadro 4.3.

Quadro 4. 3 - Resistência térmica dos espaços de ar não ventilados (RCCTE) [3]

Sentido do fluxo de calor	Espessura do espaço de ar (mm)	Resistência térmica $R_{ar}$ (m <sup>2</sup> . °C/W)
Horizontal (*)	5	0,11
	10	0,15
	15	0,17
	De 25 a 100	0,18
Vertical (**) ascendente	5	0,11
	10	0,15
	De 15 a 100	0,16
Vertical (**) descendente	5	0,11
	10	0,15
	15	0,17
	25	0,19
	50	0,21
	100	0,22

(\*) Paredes (até mais ou menos 30° com a vertical).  
 (\*\*) Coberturas e pavimentos.

Não foi realizada esta verificação, mas em zonas não correntes da envolvente incluindo zonas de ponte térmica plana, nomeadamente pilares, vigas, caixas de estore, podem ter um valor de U superior ao dobro do dos elementos homólogos (verticais e horizontais) em zona corrente, respeitando sempre, no entanto, os valores máximos indicados no quadro 4.1. Pelos catálogos comerciais dos fornecedores da lã de rocha e do poliuretano projectado (figura 4.5), obtiveram-se os valores da condutibilidade térmica dos dois materiais.



Propriedades Físicas da Espuma Rígida de Poliuretano					
Característica				Unidade	Norma
Densidade	35	40	50	Kg/m <sup>3</sup>	UNE EN 1602
Resistência a compressão	0.17	0.24	0.40	N/mm <sup>2</sup>	UNE EN 826
Absorção de água	< 3	< 3	< 2	% vol	EN 12087
Teor de células fechadas	> 90	> 90	> 90	%	ISO 4590
Permeabilidade vapor água	61*10 <sup>-4</sup>	56*10 <sup>-4</sup>	46*10 <sup>-4</sup>	mg/mhPa	EN 12086
Resistência difusão de vapor de água	107	119	142	-	UNE EN 12086
Condutibilidade térmica	0.028	0.028	0.028	W/mK	UNE 92 202
Estabilidade dimensional	< 2	< 2	< 2	%	UNE EN 1604
Reação ao fogo	E	E	E		EN 13501-1

Figura 4. 5 – Propriedades físicas da lã de rocha e do poliuretano

Nos quadros 4.4 e 4.5 calculam-se os valores da resistência térmica (inverso da condutibilidade térmica) em zona corrente para as soluções do piso (0) e dos restantes pisos.

Quadro 4. 4 - Cálculo da resistência térmica (piso 0)

Piso 0	Espessura (m)	$\lambda$ (W/m °C)	R (m <sup>2</sup> °C/W)
R se	-	-	0,04
1 - Plaqueta	0,02	-	0,01
2 - Tijolo 30x20x15 furado	0,15	-	0,39
3 - Lã de rocha	0,04	0,034	1,18
4 - Tijolo 30x20x11 furado	0,10	-	0,27
5 - Estuque	0,02	1,30	0,01
R si	-	-	0,13
<b>Rtérmica total (m<sup>2</sup> °C/W)</b>			<b>2,03</b>
<b>Utotal (W/m<sup>2</sup> °C)</b>			<b>0,493</b>

Quadro 4. 5 - Cálculo da resistência térmica (pisos 1 a 5)

Pisos 1 a 5	Espessura (m)	$\lambda$ (W/m °C)	R (m <sup>2</sup> °C/W)
R se	-	-	0,04
1 - Plaqueta	0,02	-	0,01
2 - Tijolo 30x20x15 furado	0,15	-	0,39
3 - Caixa-de-ar	0,01	-	0,15
4 - Poliuretano projectado	0,03	0,028	1,07
5 - Tijolo 30x20x11 furado	0,11	-	0,27
6 - Estuque	0,02	1,30	0,01
R si	-	-	0,13
<b>Rtérmica total (m<sup>2</sup> °C/W)</b>			<b>2,07</b>
<b>Utotal (W/m<sup>2</sup> °C)</b>			<b>0,482</b>

Pelo Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) [3] a obra em causa insere-se na zona climática I1, com coeficiente de transmissão térmica máximo de 1,80 W/m<sup>2</sup> °C. Assim as soluções adoptadas, quer para o do rés-do-chão como para os pisos superiores verificam o regulamento com 0,493 e 0,482 W/m<sup>2</sup> °C respectivamente.

#### 4.1.3. Comportamento acústico

As soluções adoptadas como isolamento das paredes exteriores devem responder em termos térmicos e acústicos, de forma equilibrada, garantido um solução otimizada e respeitando o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios [8]. Houve uma maior preocupação na resposta do material às exigências térmicas face às acústicas. No entanto, as paredes em contacto com o exterior

têm de funcionar adequadamente aos sons aéreos, podendo estes ser sons interiores ou provenientes do exterior (trânsito automóvel, ferroviário, aéreo, entre outros). O isolamento a sons aéreos depende da inércia, da massa e das características dos elementos constituintes da parede.

Os quadros 4.6 e 4.7 mostram os coeficientes de absorção sonora da lã de rocha e do poliuretano respectivamente, em função das frequências de som e o quadro 4.8 efectua a comparação dos dois materiais.

Quadro 4. 6 – Coeficientes de absorção sonora da lã de rocha

Frequência (Hz)		125	250	500	1000	2000	4000
Espessura (mm)	40	0,1	0,2	0,45	0,8	0,9	0,95
	50	0,16	0,49	0,8	0,83	0,93	0,96

Quadro 4. 7 – Coeficientes de absorção sonora do poliuretano

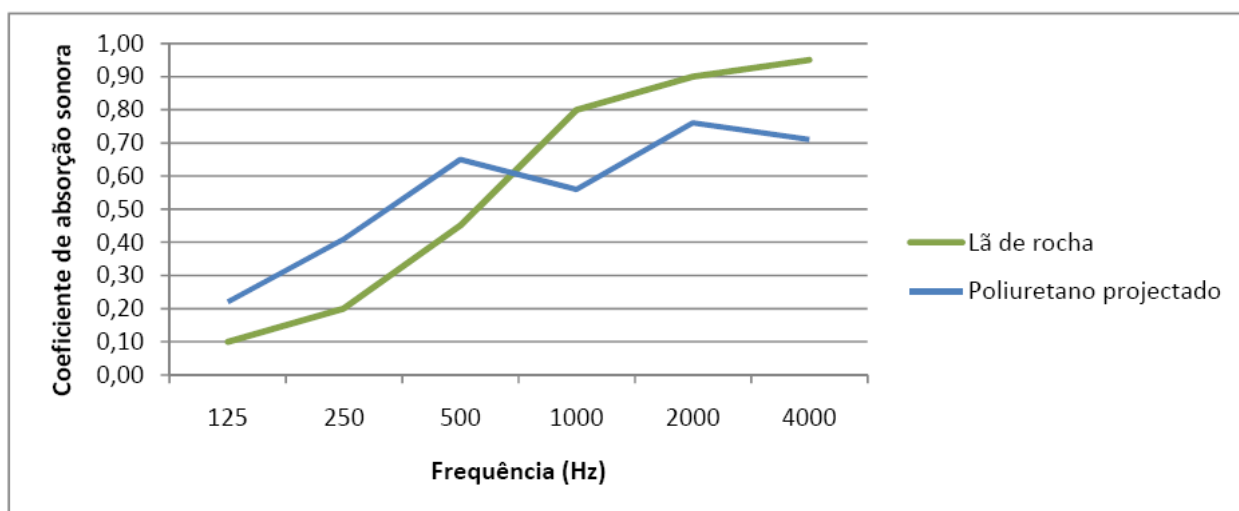
Características típicas da absorção de som da espuma rígida de poliuretano						
Espessura - 50mm	Peso específico - 35/40 Kgs/m <sup>3</sup>					
Frequência	125	250	500	1000	2000	4000
Coef. absorção	0,22	0,41	0,65	0,56	0,76	0,71

Quadro 4. 8 – Coeficientes de absorção sonora

COMPORTAMENTO ACÚSTICO						
Frequência (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Lã de rocha	0,10	0,20	0,45	0,80	0,90	0,95
Poliuretano projectado	0,22	0,41	0,65	0,56	0,76	0,71

Com base nos valores obtidos, é possível efectuar o quadro 4.7, que compara o comportamento dos dois materiais em função das frequências.

Quadro 4. 9– Gráfico comparativo



Pela análise dos quadros 4.4 e 4.5, constata-se que a lã de rocha tem um pior comportamento em termos térmico relativamente ao poliuretano projectado. Ao nível acústico, a lã de rocha apresenta piores características para frequências baixas, até 750 Hz, dando-se o inverso para frequências altas – quadros 4.7 e 4.8.

#### 4.1.4. Custos de construção

Numa perspectiva de comparação em termos de custos de ambas as soluções, apresenta-se um estudo realizado tendo em conta a mão-de-obra e os materiais, sendo que os equipamentos não estão englobados, uma vez que os custos destes ficam diluídos nos encargos do estaleiro.

##### Mão-de-obra

Pela tabela da Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas, vem que o vencimento mensal ( $V_m$ ) é de 545,00€ para o pedreiro e 476,00€ para o servente.

Calcula-se o salário hora:

$$S_h = \frac{V_m \cdot 12}{52 \cdot 40} = \frac{545 \cdot 12}{52 \cdot 40} = 3,14 \text{ €}$$

$$S_h = \frac{V_m \cdot 12}{52 \cdot 40} = \frac{476 \cdot 12}{52 \cdot 40} = 2,75 \text{ €}$$

O custo horário é calculado com base no valor do salário hora somado aos encargos financeiros. Estes encargos referem-se à Taxa Social Única, subsídios de férias, Natal e almoço, segurança e saúde, seguro de acidentes de trabalho e formação profissional, resultando um valor de 35,8%.

$$C_h = S_h + S_h \cdot 1,358 = 3,14 + 3,14 \times 1,358 = 7,41 \text{ €}$$

$$C_h = S_h + S_h \cdot 1,358 = 2,75 + 2,75 \times 1,358 = 6,48 \text{ €}$$

O custo total resulta do custo hora multiplicado pelo rendimento.

##### Material

As quantidades de cimento e areia necessárias para assentar 1 m<sup>2</sup> de parede de alvenaria são calculadas no quadro 4.10, considerando uma argamassa ao traço 1:4 e 2 cm de espessura para assentamento.

Quadro 4. 10 - Cálculo teórico de relação entre quantidades

kg/m <sup>3</sup>		Baridade	Massa volúmica	V. apa (dm <sup>3</sup> )	V. real (dm <sup>3</sup> )	Massa (kg)
Cimento CEM I	1	1200	3150	100	0,0381	120
Areia	4	1650	2760	400	0,2391	660
a/c	0,5	-	-	-	0,06	60
Vv	40 l/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-

Para um volume aparente de cimento igual a 100 dm<sup>3</sup>, resulta o volume de argamassa = (0,0381 + 0,2391 + 0,06) / 1,04 = 0,3242 m<sup>3</sup>.

Quantidade de argamassa para executar 1 m<sup>2</sup> de parede dupla (tijolo 15+11) = 0,0468m<sup>3</sup>

Quantidade de cimento para executar 1 m<sup>2</sup> de parede dupla (tijolo 15+11) = 17,32 kg

Quantidade de areia para executar 1 m<sup>2</sup> de parede dupla (tijolo 15+11) = 0,037 m<sup>3</sup>

Com base neste cálculo foi possível elaborar os quadros 4.12 e 4.13 que demonstram o custo de construção de uma parede dupla de tijolo (15+11) tendo como isolamentos a lâ de rocha e o poliuretano projectado.

Na obtenção destes resultados foi necessário recorrer ao quadro 4.11 das tabelas de rendimentos de J. Paz Branco [9] para retirar os valores do rendimento da mão-de-obra em H x h na execução de 1 m<sup>2</sup> de alvenaria de tijolos correntes. Partindo do tipo de tijolo e suas dimensões temos os valores de correcção: factor teórico (f), factor fisiológico (k1), factor aberturas (k2).

Quadro 4. 11 – Rendimento de mão-de-obra [9]

*Alvenaria de tijolos correntes. Mão-de-obra em H x h na execução de 1 m<sup>2</sup> de alvenaria de tijolos*

Material	Aplicação			Massa kg	Obra		Quant. por m <sup>2</sup> de parede ou m <sup>3</sup> de maciço	Síntese dos componentes					
	Dimensões cm				Esp. da parede cm	Maciço		Tempos padrão em H x h					
	Tipo de tijolo	Comp.	Larg.					Alt	Genéricos		Particulares		
									Factor teórico	Factor fisiológico	Factores dependentes, particulares, na correcção do factor teórico		
						Factor fisiológico (massa)	Factor aberturas 1/7 m <sup>2</sup>	Factor pequenos panos	Factor panos curvos	Factor andaime-cavalete			
							f	k1	k2	k3	k4	k5	
Maciço (1 furo)	22	11	7	4,200	11	—	54	1,209	1,040	1,12	1,26	1,84	1,29
3 furos	22	11	7	1,500	7	—	36	0,903	0,976	1,12	1,24	1,84	1,24
3 furos	22	11	7	1,500	11	—	54	1,101	0,976	1,12	1,24	1,84	1,24
3 furos	22	11	7	1,500	—	m <sup>3</sup>	472	5,444	0,976	1,12	1,24	1,61	1,24
8 furos	30	7	20	4,100	7	—	15	0,444	1,040	1,28	1,28	1,84	1,21
8 furos	30	7	20	4,100	20	—	40	1,176	1,040	1,28	1,28	1,61	1,21
8 furos	30	7	20	4,100	—	m <sup>3</sup>	102	2,022	1,040	1,28	1,28	1,61	1,21
8 furos	30	11	20	5,200	11	—	15	0,525	1,064	1,28	1,30	1,84	1,18
8 furos	30	11	20	5,200	20	—	27	0,876	1,064	1,28	1,30	1,61	1,18
8 furos	30	11	20	5,200	—	m <sup>3</sup>	128	2,022	1,064	1,28	1,30	1,61	1,18
12 furos	30	15	20	6,500	15	—	15	0,561	1,095	1,31	1,30	1,84	1,19
12 furos	30	15	20	6,500	20	—	20	0,729	1,095	1,31	1,30	1,84	1,19
12 furos	30	15	20	6,500	—	m <sup>3</sup>	71	2,215	1,095	1,31	1,30	1,61	1,19
15 furos	30	22	20	7,800	22	—	15	0,597	1,125	1,34	1,32	1,84	1,17
15 furos	30	22	20	7,800	—	m <sup>3</sup>	1	1,835	1,125	1,34	1,32	1,61	1,17
20 furos	30	22	20	9,000	22	—	15	0,597	1,163	1,34	1,32	1,84	1,21
20 furos	30	22	20	9,000	—	m <sup>3</sup>	—	1,835	1,163	1,34	1,32	1,61	1,21
Duplex 15	30	15	20	6,000	15	—	15	0,321	1,083	1,51	1,32	2,10	1,20
Duplex 22	30	22	20	8,500	22	—	15	0,375	1,141	1,51	1,32	2,10	1,18
Duplex 27	30	27	20	10,500	27	—	15	0,429	1,200	1,51	1,32	2,10	1,18

O rendimento global é obtido pelo produto de todos os valores.

Com tijolos de 30x20x11 ou de 30x20x15 facilmente se percebe que são necessários 15 tijolos para compor um pano de 1 m<sup>2</sup> e o seu custo unitário foi obtido pela consulta do fornecedor da obra.

A mão-de-obra para este caso foi considerada 50% pedreiro e 50% servente. Assim, multiplicando o rendimento do pedreiro e do servente pelos respectivos custos hora, obtemos o custo total da mão-de-obra. A soma dos valores do material com a mão-de-obra permite concluir que o preço de construção de 1 m<sup>2</sup> de parede dupla com isolamento a lâ de rocha e poliuretano projectado é de 24,58 € e 27,59 € respectivamente.

Quadro 4. 12 – Cálculo do custo de construção de parede dupla (pisso 0)

MATERIAL		RENDIMENTO (Hxh/m <sup>2</sup> )				Quantidade por m <sup>2</sup> de parede	un.	Valor unitário (€)	Valor global (€)
		f	k1	k5	η				
Tijolo cerâmico furado	30x20x11	0,525	1,064	1,180	0,720	15	un	0,164 €	2,46 €
	30x20x15	0,561	1,095	1,190	0,800	15	un	0,215 €	3,23 €
Argamassa de assentamento ao traço 1:4	cimento	-				17,32	kg	0,130 €	2,25 €
	areia	-				0,04	m <sup>3</sup>	18,000 €	0,67 €
Lã de rocha		-	-	-	0,400	1	m <sup>2</sup>	2,650 €	2,65 €
<b>TOTAL</b>					1,920			<b>11,25 €</b>	

MÃO-DE-OBRA	η	Vencimento mensal mínimo	Salário-hora (€/h)	Custo hora (€/h)	Custo total
1 Pedreiro	0,96	545,00 €	3,14 €	7,41 €	7,12 €
1 Servente	0,96	476,00 €	2,75 €	6,48 €	6,22 €
<b>TOTAL</b>					<b>13,33 €</b>

Custo de construção por m<sup>2</sup> de parede exterior - solução adoptada no piso 0 = 11,25 + 13,33 = 24,58 €

Quadro 4. 23 – Cálculo do custo de construção de parede dupla (pisos 1 a 5)

MATERIAL		RENDIMENTO (Hxh/m <sup>2</sup> )				Quantidade por m <sup>2</sup> de parede	un.	Valor unitário (€)	Valor global (€)
		f	k1	k5	ñ				
Tijolo cerâmico furado	30x20x11	0,525	1,064	1,180	0,720	15	un	0,164 €	2,46 €
	30x20x15	0,561	1,095	1,190	0,800	15	un	0,215 €	3,23 €
Argamassa de assentamento ao traço 1:4	cimento	-				17,32	kg	0,130 €	2,25 €
	areia	-				0,04	m <sup>3</sup>	18,000 €	0,67 €
Poliuretano projectado*					0,350	-	m <sup>2</sup>	-	-
*6,00 € - Material + Mão-de-obra+Equipamento de projecção									
<b>TOTAL</b>					1,870				<b>8,60 €</b>

MÃO-DE-OBRA	ñ	Vencimento mensal mínimo	Salário-hora (€/h)	Custo hora (€/h)	Custo total
1 Pedreiro	0,935	545,00 €	3,14 €	7,41 €	6,93 €
1 Servente	0,935	476,00 €	2,75 €	6,48 €	6,05 €
<b>TOTAL</b>					<b>12,99 €</b>

Custo de construção por m<sup>2</sup> de parede exterior - solução adoptada dos pisos 1 ao 5 = 8,98 + 12,99 + 6,00 = 27,97 €

## 4.2. Paredes interiores

As paredes de alvenaria têm um papel importante no comportamento das construções. Se por um lado, efectuam a compartimentação de espaços, por outro, são componentes fundamentais no conforto térmico e acústico das habitações.

O seu valor em termos de custos, é de aproximadamente 15% do valor global da obra, segundo o documento: Processos de Construção, Paredes, Pedro Lança [10].

Aquando da escolha de um tipo de parede a utilizar, são tidos em conta os seguintes critérios:

- Massa suficiente para obter a inércia térmica e acústica necessária;
- Custos (execução e manutenção);
- Materiais e processos disponíveis na área;
- Grau de resistência ao fogo;

A nível das exigências funcionais, este tipo de paredes devem assegurar:

- Exigências de segurança

Devem mostrar boa estabilidade e resistência mecânica face aos esforços que possam surgir pela actuação das cargas permanentes e acidentais e sob acções de choque, devendo manter essas características durante o período de vida útil dos edifícios.

Relativamente à segurança contra riscos de incêndio, as paredes de alvenaria de tijolo furado opõem-se à propagação do fogo, sendo constituídas por materiais incombustíveis, não inflamáveis.

- Exigências de saúde e conforto

Quando dividem espaços não aquecidos com outros aquecidos, devem proteger termicamente o interior dos fogos contra as condições desfavoráveis dos espaços não aquecidos, apresentando níveis de isolamento térmico que satisfaçam o RCCTE [3].

- Exigências técnicas

A necessidade de embutir as redes de algumas especialidades, tais como tubagens das cozinhas ou das instalações sanitárias, nas paredes interiores, leva a que seja feito um estudo com rigor de forma a utilizar uma parede com espessura adequada para o efeito. As mesmas devem estar preparadas para serem perfuradas no futuro pelos utilizadores das habitações nas seguintes situações:

- Instalação de esquentadores e de caldeiras mural;
- Colocação de toalheiros;
- Fixação dos batentes das portas;
- Fixação de candeeiros.

### Paredes divisórias simples (Figura 4.6)

Estas fraccionam o apartamento nos diversos espaços, quartos, instalações sanitárias, sala, cozinha e zonas de circulação. São compostas por um pano de alvenaria em tijolo furado 30x20x11 (figura 4.7) e estucadas de ambos os lados com uma espessura de 2 cm em estuque.

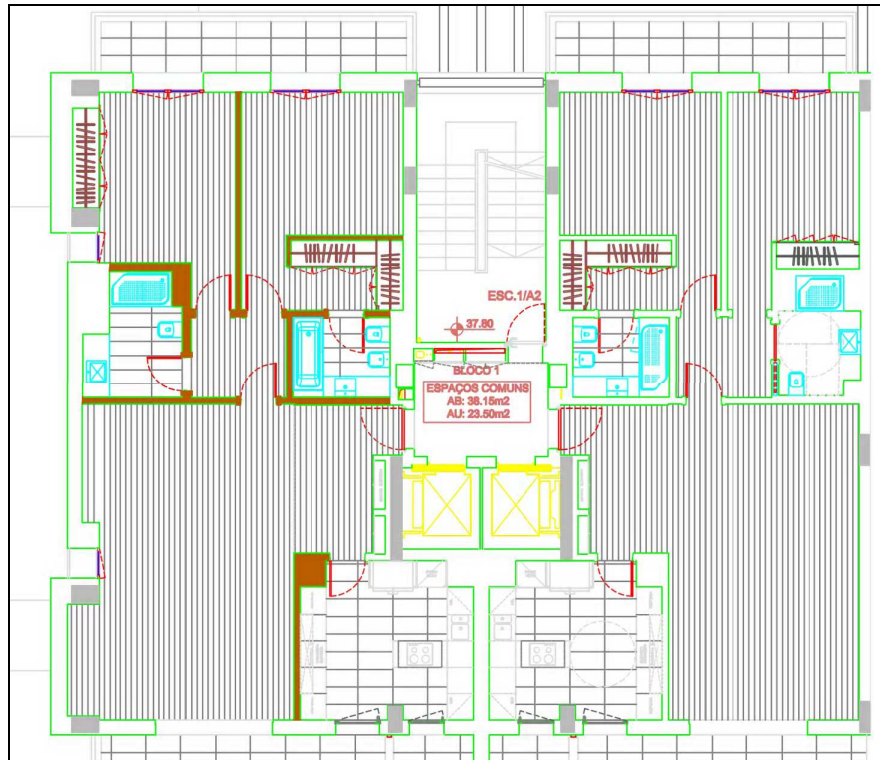


Figura 4. 6 - Planta de apartamento T2 (paredes interiores)



Figura 4. 7 - Parede interior divisória simples

### Paredes de separação entre locais de circulação comum do edifício e as fracções habitacionais (Figura 4.8)

A solução é composta por parede dupla em alvenaria de tijolo cerâmico furado 30x20x11 + 30x20x11 e caixa-de-ar totalmente preenchida por aglomerado de cortiça com 2,5 cm de espessura. A face da parede em contacto com a zona de circulação comum, é rebocada com reboco tradicional ao traço 1:4 de cimento e areia. A face interior, tem acabamento em estuque projectado de gesso. Ambas têm uma espessura de 2 cm (figura 4.9 e 4.10).

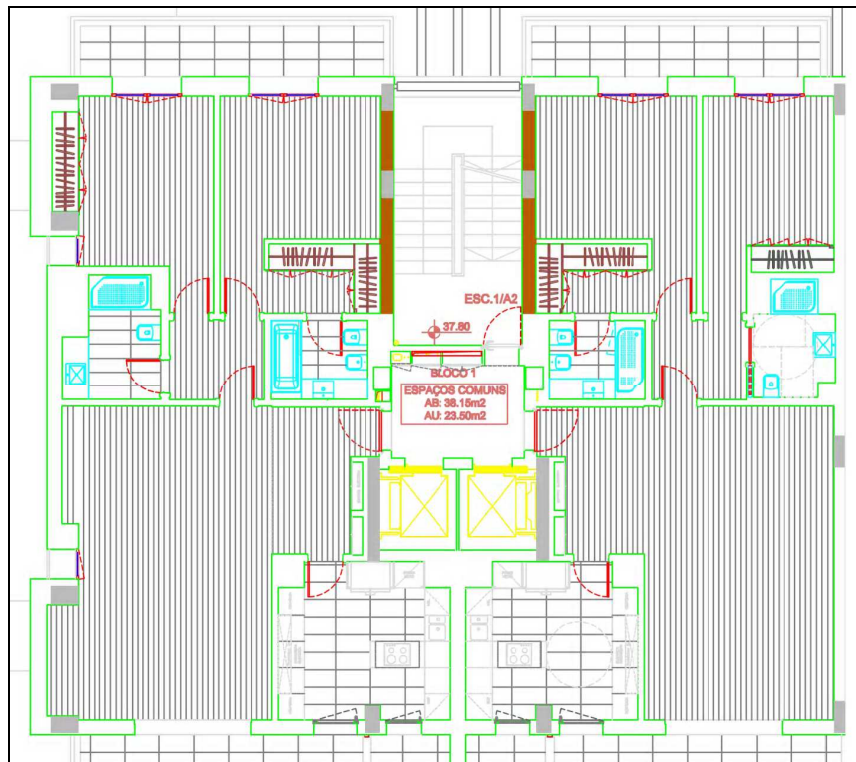
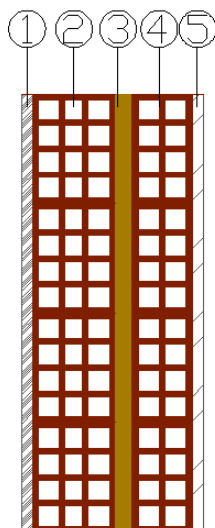


Figura 4. 8 - Planta apartamento T2 (paredes de separação entre locais de circulação comum e quartos)



- |    |                                |
|----|--------------------------------|
| 1. | Estuque – 2 cm                 |
| 2. | Tijolo cerâmico 30x20x11       |
| 3. | Aglomerado de cortiça – 2,5 cm |
| 4. | Tijolo cerâmico 30x20x11       |
| 5. | Estuque – 2 cm                 |

Figura 4. 9 - Esquema da parede de separação entre escadas e quartos



Figura 4. 10 - Parede de separação entre escadas e quartos





Figura 4. 13 - Parede em contacto com a caixa de elevador

#### Aglomerado de cortiça

Este material deriva de uma matéria-prima totalmente natural e renovável – a cortiça, cuja extracção é realizada da árvore e enquadrada no ciclo de vida da mesma.

Em termos ambientais e de preocupações com a construção sustentada, o aglomerado de cortiça enquadra-se perfeitamente pois é um produto 100% natural e reciclável.

Vantagens:

- Isolante térmico e acústico;
- Reciclável;
- Diminui a transmissão de vibrações;
- Produto natural.

Pode ser utilizado no isolamento de coberturas inclinadas, coberturas planas, pisos radiantes, paredes, estruturas de betão, equipamentos vibratórios e até mesmo em isolamento pelo exterior (fachadas). Outras aplicações do aglomerado de cortiça, na separação entre elementos de betão e alvenaria (figura 4.14).



Figura 4. 14 - Separação entre alvenaria e elemento de betão armado

O aglomerado de cortiça não foi aplicado nas paredes exteriores nem em zonas mais expostas aos agentes atmosféricos, pois apresenta um mau comportamento no contacto com a água e degrada-se facilmente no tempo, perdendo as suas características e diminuindo o desempenho.

## Acabamentos interiores

### Cozinha, sala, quartos, hall de entrada, corredor e lavabo

Estuque projectado com massa volúmica aparente seca de 700 kg/m<sup>3</sup> e pintura com tinta plástica mate da TITAN na cor RAL 9010 (figura 4.15).



Figura 4. 15 - Tinta aplicada nas paredes

### WC Comum e WC suite

Azulejo cerâmico da cor preto e branco (figura 4.16), assente com cimento cola.



Figura 4. 16 - Azulejo em casa de banho

### Hall dos elevadores

Assentamento com cimento cola de pedra de Lioz com acabamento do tipo amaciado (figura 4.17).



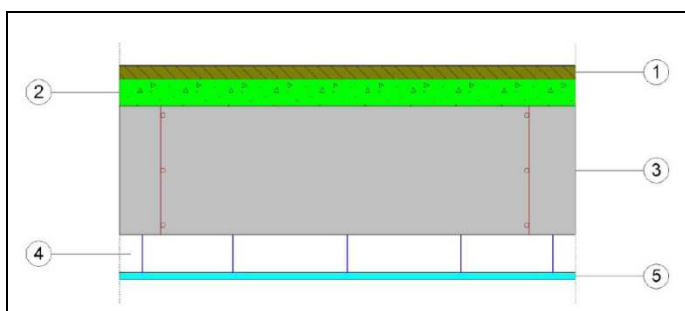
Figura 4. 17 - Pedra Lioz nos halls dos elevadores

### 4.3. Pavimentos / Tectos

Os pavimentos dos edifícios devem possuir determinadas características que abaixo se enumeram, para que se comportem e sejam úteis para as funções que lhes são atribuídas.

Os mesmos devem ser estáveis, garantir resistência ao desgaste (uso, punçoamento, choque, comportamento sob acção da água ou humidade, actuação de agentes químicos), serem isolantes acústicos aos sons aéreos e de percussão, assim como contribuir para o ambiente acústico, inércia térmica e resistência ao fogo.

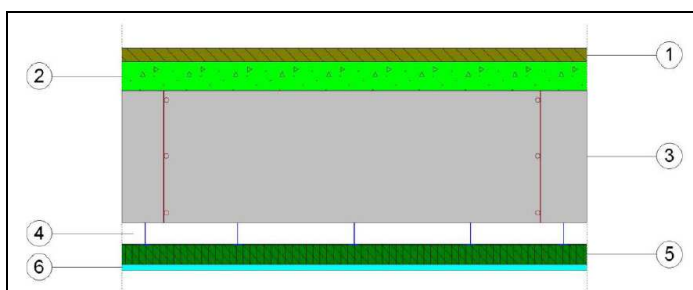
#### 4.3.1. Tectos entre um fogo e quartos ou zonas de estar de outro fogo (figura 4.18)



- 1. Isolamento acústico – 2,8mm
- 2. Betonilha de regularização – 6cm
- 3. Laje maciça – 28cm
- 4. Caixa-de-ar – 8,5cm
- 5. Tecto falso – 1,5cm

Figura 4. 18 - Esquema de tecto falso sem isolamento a sons aéreos

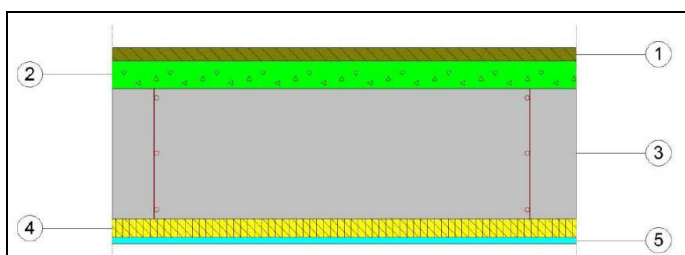
#### 4.3.2. Pavimentos entre locais do edifício destinados a comércio e quartos ou zonas de estar dos fogos (figura 4.19)



- 1. Isolamento acústico – 2,8mm
- 2. Betonilha de regularização – 6cm
- 3. Laje maciça – 28cm
- 4. Caixa-de-ar – 4,7cm
- 5. Elemento absorvente acústico – 4cm
- 6. Tecto falso – 1,3cm

Figura 4. 19 - Esquema de tecto falso com isolamento a sons aéreos

#### 4.3.3. Pavimentos entre zonas de circulação comum do edifício, garagem de estacionamento automóvel e quartos ou zonas de estar dos fogos (figura 4.20)



- 1. Isolamento acústico – 2,8mm
- 2. Betonilha de regularização – 6cm
- 3. Laje maciça – 28cm
- 4. Lã de rocha – 4cm
- 5. Placa de gesso cartonado – 1,3cm

Figura 4. 20 - Esquema de tecto falso sem caixa-de-ar

### Telas de isolamento acústico

Inicialmente previsto, aplicou-se a FONA 1 em alguns locais, tendo depois a direcção de obra optado pela utilização da FONA 2 devido a apresentar melhores características físicas.

#### ➤ Tela 1

Feltro de grande peso com uma face impregnada de uma saturação parcial de uma mistura betuminosa. Estas fonas (figura 4.21) são revestidas com um filme plástico munido de língua e com uma banda adesiva no bordo oposto para vedação das juntas, totalizando 2,8 mm de espessura. A redução acústica é de 24 dB e tem uma densidade de 950 g/m<sup>2</sup>.



Figura 4. 21 - Tela de isolamento a sons de percussão (2.8 ISOVER)

#### ➤ Tela 2

A figura 4.22 mostra uma fona composta por fibras de vidro betumadas, juntamente com colchão resistente em poliéster de um lado e com polipropileno não tecido. É retardante de chamas e tem uma densidade de 2200 g/m<sup>2</sup>. A redução acústica pode chegar a 27 dB.



Figura 4. 22 - Tela de isolamento a sons de percussão (Phonoblock SILCART)

### Betonilha de regularização

Camada de regularização em argamassa (figura 4.23) constituída pelo ligante hidráulico (cimento) e agregado (areia), ao traço 1:4 com 6,0 cm de espessura e acabamento sarrafado. Tem como campo de aplicação o enchimento e acabamento de pavimentos, constituindo uma camada apta a receber o revestimento final. Esta camada tem ainda a função de embeber em si toda a canalização e tubagem que se desenvolve no pavimento.



Figura 4. 23 - Betonilha sobre isolamento acústico

#### Laje maciça

Laje fungiforme maciça de betão armado de 28 cm de espessura, em betão C30/37 e aço A500NR.

#### Betão

Classe de resistência: C30/37- Resistência característica mínima à compressão em provetes cilíndricos de 30 N/mm<sup>2</sup> e de 37 N/mm<sup>2</sup> em provetes cúbicos.

Classe de exposição ambiental: XC3 - Corrosão induzida por carbonatação – Ambiente moderadamente húmido – Betão no interior de edifícios com moderada ou elevada humidade do ar.

Máxima razão água/cimento de 0,55 e mínima dosagem de cimento: 280 kg/m<sup>3</sup>;

#### Aço

A500 NR com processo de fabrico laminado a quente (N) e superfície rugosa (R) e 500 kg/m<sup>3</sup> de tensão característica à tracção.

#### Acabamento final dos pavimentos

Nos compartimentos designados por húmidos, ou seja, cozinha, instalação sanitária comum e da suite, o pavimento tem um acabamento a mosaico cerâmico da “Gardenia Orchidea” na cor preta (figura 4.24) com as dimensões por peça de 60,0 x 60,0 cm e assente com cimento cola “weber.col flex S”. Nas restantes zonas (sala, hall, corredor, quartos e lavabo) está definido pela arquitectura a aplicação de pavimento flutuante laminado a carvalho escurecido.



Figura 4. 24 - Mosaico na cozinha

### Acabamento final dos tectos

O tecto teve dois acabamentos finais distintos: tecto falso em placas de gesso cartonado hidrofugo pintado e estuque seguido de pintura com tinta CINACRIL mate da CIN na cor RAL 9010. A primeira solução foi adoptada na cozinha, hall de entrada, corredor, lavabo e instalações sanitárias comum e da suite. O tecto falso em gesso cartonado é composto por réguas de alumínio galvanizado (figura 4.25), incluindo estrutura de suspensão e remate (alhetas).



Figura 4. 25 – Réguas em chapa metálica zincada

As placas (figura 4.26) que são fixadas à estrutura metálica são elementos constituídos por uma pasta de gesso, fibras de celulose e aditivos, cobertos por folhas de cartão.



Figura 4. 26 - Placas de gesso cartonado

Este tipo de tecto permite variadas formas de rebaixo (figura 4.27) e suspensões e várias soluções de iluminação. Permite também “esconder” todas as tubagens e canalizações das redes das instalações que se desenvolvem fixadas à laje de betão tal como a facilidade de acesso.

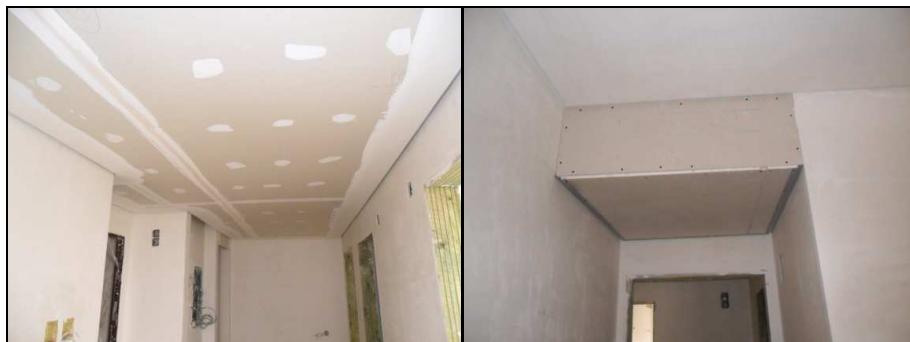


Figura 4. 27 - Tecto falso no hall de entrada e pormenor em quarto

Na sala e quartos aplicou-se massa de estuque com base em gesso, cargas minerais e adjuvantes, de cor cinza, e massa de acabamento da marca SIVAL, posteriormente pintado.

Esta massa tem um tempo de presa a variar entre 20 a 45 minutos.

O gesso é comercializado em pó, pronto a amassar mecanicamente com água, com uma relação gesso/água de trabalho de 2,2 kg/l.

#### Aplicação da massa de estuque

O estuque em pó, armazenado em silos, é bombeado para uma máquina de projecção onde é adicionada água para a formação da massa de estuque para enchimento.



Figura 4. 28 - Estuque no tecto

#### Aplicação da massa de acabamento

Num caldeiro limpo, com água limpa, deitou-se o produto lentamente até à saturação (equivale a cerca de 65 – 70% de água).

Deixou-se repousar 2 a 3 minutos e misturou-se com um berbequim com hélice (figura 4.29), até obter uma massa homogénea.

Logo após a amassadura, foi aplicada com uma talocha metálica (liçosa), em várias demãos, formando uma camada pelicular com cerca de 2 cm de espessura.



Figura 4. 29 - Berbequim com hélice

#### 4.3.4. Varandas

No tecto das varandas exteriores aplicou-se tecto falso (figura 4.30) com características físicas diferentes daquele que foi utilizado no interior das habitações, pois este deve ser resistente no contacto com a água, tendo sido posteriormente pintado.



Figura 4. 30 - Tecto falso nas varandas

Como demonstra a figura 4.31, no pavimento das varandas aplicou-se uma argamassa impermeabilizante cimentícia bicomponente elástica e flexível, anti-carbonatação, designada por “Rasolastik”, sobre a betonilha.



Figura 4. 31 - Impermeabilização das varandas

O acabamento foi realizado com pedra Lioz (figura 4.32) assente com massa de assentamento.

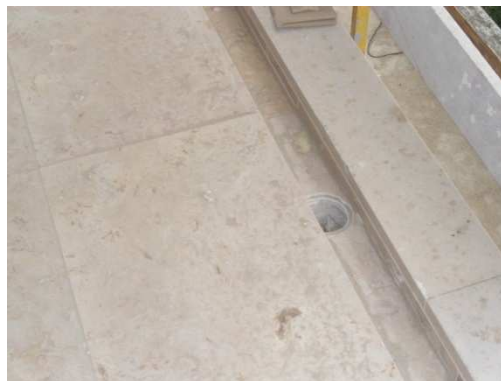


Figura 4. 32 - Acabamento nas varandas

Apresenta-se no quadro 4.14 um resumo dos acabamentos de todos os compartimentos das fracções habitacionais.

Quadro 4. 14 - Acabamentos por compartimento

Compartimento	Elemento	Acabamento				
		Pintura	Estuque	Placas de gesso cartonado	Mosaico cerâmico	Flutuante laminado a Carvalho
Cozinha	Paredes	x	x			
	Tecto	x		x		
	Pavimento				x	
Sala/Quartos	Paredes	x	x			
	Tecto	x	x			
	Pavimento					x
Hall/Corredor/Lavabo	Paredes	x	x			
	Tecto	x		x		
	Pavimento					x
W.C. Suite/ W.C. Comum	Paredes				x	
	Tecto	x		x		
	Pavimento				x	

## 5. Conclusão

Os objectivos inicialmente previstos foram amplamente atingidos de forma clara e enriquecedora para o autor, fechando um ciclo de instrução e aprendizagem no ramo da Engenharia Civil.

Com este trabalho foram adquiridos conhecimentos, presenciadas experiências e apreendidos alguns aspectos importantes no domínio da produção de uma empresa, pertencendo a uma Direcção de Obra com a responsabilidade executar os trabalhos de forma competente, com qualidade e racionalidade em termos técnico/económicos.

A Direcção de Obra enquanto responsável pela organização de todo o estaleiro, na gestão de materiais, equipamentos, subempreitadas e mão-de-obra, tem a obrigação de efectuar também um controlo de custos, qualidade e conseguir que seja cumprido o planeamento inicialmente definido. Constatou-se uma grande dificuldade em respeitar datas e qualquer planeamento, tendo sido feito um esforço semanal para compensar e ultrapassar os obstáculos que surgiam, embora muitas vezes não sendo suficiente.

A maior aprendizagem que o autor leva deste estágio, é que enquanto elemento de uma equipa de Direcção de Obra, deve saber gerir equipas e lidar seres humanos com mentalidades e objectivos diferentes, conseguindo obter sempre uma boa relação com os subempreiteiros a fim de os trabalhos decorrerem normalmente.

Por vezes, e por questões de razão económica, notou-se a diminuição da carga de mão-de-obra de algumas subempreitadas fazendo diminuir o rendimento de produção e assim, em actividades situadas no caminho crítico, provocando a alargamento do prazo de conclusão da obra e consequentemente encargos financeiros para o promotor perante os clientes. Tratando-se de uma obra em regime de subempreitadas e em que a maioria dos materiais eram fornecidos pela entidade promotora do projecto, havia a necessidade constante de assegurar atempadamente a encomenda de todos os materiais nas quantidades necessárias, para que as equipas de mão-de-obra não ficassem sem frente de trabalho, questão que muitas vezes era ultrapassada também por questões económicas.

Relativamente ao acompanhamento da execução das instalações técnicas, registou-se que para uma diminuição de constrangimentos e custos em obras futuras, deve haver uma intercomunicação efectiva entre todas as instalações envolvidas de forma a não se registarem incompatibilidades, ou caso sejam detectadas, estas sejam transmitidas aos respectivos projectistas de forma a serem encontradas alternativas viáveis e rápidas. Não só deve haver comunicação entre instalações, como entre estas e as equipas que realizam as actividades de acabamentos, quer em paredes, pavimentos ou tectos.

Conclui-se, com a realização deste estágio, a extrema importância que teve para a formação do autor na percepção e entendimento das responsabilidades e deveres que se tem enquanto elemento pertencente a uma equipa de Direcção de Obra, a necessidade de um acompanhamento diário na resolução de diversos problemas, coordenação de equipas, preparação de frentes de trabalho, organização do estaleiro, aquisição de materiais, entre outros, assim como a necessidade de estar sempre com um avanço no tempo em relação à obra para prevenir situações desagradáveis, mantendo uma organização no trabalho e assim conseguir respeitar quer o orçamento inicialmente previsto, quer as datas estipuladas.

## Referências bibliográficas

- [1] LPROJECTO - Memória Descritiva do Projecto da Rede de Distribuição de Água. Loures, 2010.
- [2] Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais, DECRETO-LEI nº 23/95. D.R. I Série. (95-08-23).
- [3] Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios, DECRETO-LEI nº 80/06. D.R. I Série-A. 67 (06-04-04) 2468-2513.
- [4] LPROJECTO - Memória Descritiva do Projecto da Rede de Drenagem Predial. Loures, 2010.
- [5] Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios, DECRETO-LEI nº 79/06. D.R. I Série-A. 67 (06-04-04) 2416-2468.
- [6] BIGDEAL - Memória Descritiva do Projecto de AVAC. Loures, 2010.
- [7] Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndios em Edifícios, DECRETO-LEI nº 220/08 D.R. I Série. 220 (08-11-12) 7903-7922.
- [8] Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, DECRETO-LEI nº 96/08. D.R. I Série. 110 (08-06-09) 3359-3372.
- [9] BRANCO, J. Paz – Rendimentos de Mão-de-Obra, Materiais e Equipamento em Edificação e Obras Públicas (Tabelas). 2ª ed. Porto Editora.
- [10] Processos de Construção – Paredes, LANÇA, Pedro – Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Beja.