



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil



Acompanhamento da Construção de uma Clínica de Hemodiálise

ANA MARIA LAGE DA CUNHA MATOS

(Licenciada em Engenharia Civil)

Relatório de Estágio para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Civil.

Orientadores:

Especialista João António Antunes Hormigo (Professor
Convidado do ISEL)
Engenheiro Arménio Neiva Festa (Empresa Festa & Festa)

Júri:

Presidente:

Mestre Cristina Ferreira Xavier Brito Machado (Professora
Coordenadora do ISEL)

Vogais:

Especialista João Carlos dos Santos Barata (Professor
Convidado do ISEL)
Especialista João António Antunes Hormigo (Professor
Convidado do ISEL)

Junho de 2016

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer ao meu orientador, Engenheiro João Hormigo, pela disponibilidade, interesse e ajuda prestada ao longo deste trabalho.

Em segundo lugar queria deixar um agradecimento ao Engenheiro Arménio Festa e ao Senhor Alberto Festa pela oportunidade dada para a realização do estágio e pela partilha de conhecimentos.

Agradecer também ao Senhor Manuel Rigor por todo o apoio e pela partilha de conhecimentos ao longo de todo o estágio, sempre com a sua boa disposição, servindo de exemplo para a futura vida profissional e a toda a equipa de trabalhadores que me acolheu em obra.

Sendo que este relatório é o culminar de vários anos de estudo, quero agradecer a todos os meus amigos, em especial à Filipa Coelho, pelo companheirismo, motivação e amizade ao longo de todos estes anos.

Por último, um agradecimento muito especial aos meus pais e irmãos por todo o apoio dado ao longo desta jornada, porque sem eles nada disto seria possível.

A todos, muito obrigada!

RESUMO

O presente relatório de estágio enquadra-se no âmbito do Trabalho Final de Mestrado, na área de especialização de Estruturas do curso de Engenharia Civil, do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

A escolha pela realização de um estágio curricular deveu-se ao facto de querer adquirir competências junto de profissionais do ramo e poder aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do curso, bem como adquirir novos conhecimentos.

O estágio foi realizado na construção de uma clínica de Hemodiálise, obra adjudicada à empresa Festa & Festa, SA, com sede em Viana do Castelo e teve a duração de 6 meses com início em Setembro de 2015 e fim em Março de 2016.

O estágio traduziu-se essencialmente no acompanhamento integral da construção da clínica de Hemodiálise incluindo a presença em todas as reuniões de obra.

ABSTRACT

The present report is an internship report, which fits in a final assignment of a master degree in the area of specialization in structures, framed in the Civil Engineering course of the Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

The option for a curricular internship was due to the intention of acquiring skills along with professionals in the field, applying the knowledges acquired throughout the course, and also to the possibility of acquiring new knowledges.

The internship took place in a construction work of a clinic of hemodialysis. This was an adjudicated project to the company Festa & Festa, S.A., headquartered in Viana do Castelo. The duration was 6 months, starting in September 2015 and ending up in March 2016.

The internship consisted essentially in full monitoring the construction process of the clinic, including the presence in every work meetings.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Enquadramento do Tema	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Estrutura do relatório.....	1
2. CARACTERIZAÇÃO DO CASO EM ESTUDO.....	2
2.1. Localização	2
2.2. Descrição geral do edifício	2
2.3. Estudo Geológico e Geotécnico.....	3
2.4. Movimento de Terras.....	6
2.5. Projeto de Estrutura	7
2.5.1. Materiais	7
2.5.2. Fundações	9
2.5.3. Paredes estruturais (Muros) e Pilares	14
2.5.4. Juntas de dilatação	17
2.5.5. Laje térrea.....	19
2.5.6. Laje de cobertura	23
2.5.7. Muros exteriores	29
2.6. Projeto de Arquitetura.....	30
2.6.1. Paredes divisórias interiores	31
2.6.2. Tetos interiores	34

2.6.3. Revestimentos de paredes, tetos e pavimentos.....	35
2.6.4. Impermeabilização da cobertura.....	36
2.6.5. Revestimento de fachadas	38
2.6.6. Caixilharia	42
2.7. Especialidades.....	43
2.7.1. Rede de Águas Residuais	43
2.7.2. Rede de Águas Pluviais	45
2.7.3. Abastecimento de Águas	48
2.7.4. Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado.....	49
2.7.5. Eletricidade.....	53
2.8. Ensaaios do betão	56
2.9. Custos.....	58
2.9.1. Orçamento Final	58
2.9.2. Autos de Medição.....	59
3. CONCLUSÕES	60
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
5. ANEXOS	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da clínica em estudo (Fonte: Google Maps).....	2
Figura 2 - Planta do rés-do-chão do edifício (Fonte: Projeto de Arquitetura).....	3
Figura 3 - Distribuição dos pontos de sondagem (Fonte: Estudo geológico - Perfil, Fundações e Hidrogeologia, Lda).....	3
Figura 4 - Perfuração a trado oco (Fonte: Estudo geológico - Perfil, Fundações e Hidrogeologia, Lda).....	4
Figura 5 - Zonamento sísmico (Fonte: RSAEEP)	5
Figura 6 - Isossistas Intensidade sísmica 1755-1996 (Fonte: Avaliação Nacional de Risco)	5
Figura 7 - Escavação do Terreno (Fonte: Relatório de Visita à obra).....	6
Figura 8 – Betoneira em estaleiro (Fonte: Autor).....	8
Figura 9 - Planta de implantação de sapatas de fundação (Fonte: Projeto de Estrutura) .	9
Figura 10 - Escavação até aos 4 metros de profundidade (Fonte: Autor)	9
Figura 11 - Marcação e colocação das aduelas (Fonte: Autor)	10
Figura 12 - Colocação de varões no betão (Fonte: Autor)	10
Figura 13 - Cofragem e armação da sapata de fundação (Fonte: Autor).....	11
Figura 14 - Dimensões das sapatas de Fundação (Fonte: Projeto de Estrutura)	12
Figura 15 - Aplicação do impermeabilizante "Flintkoat" (Fonte: Autor)	13
Figura 16 - Solo proveniente da escavação (Fonte: Autor)	14
Figura 17 - Exemplo do pormenor de construção dos muros (Fonte: Projeto de Estrutura)	14
Figura 18 - Cofragem metálica de muros estruturais (Fonte: Autor)	15
Figura 19 - Pormenor da armadura nos pilares (Fonte: Projeto de Estrutura).....	16
Figura 20 - Divisão do edifício por juntas de dilatação.....	17
Figura 21 – Zona de apoio da laje (Fonte: Autor)	18
Figura 22 a) e b) – Membrana combiflex antes e depois da aplicação do impermeabilizante, respetivamente (Fonte: Autor).....	18
Figura 23 - Compactação do solo (Fonte: Autor).....	19
Figura 24 - Manta geotêxtil (Fonte: Autor).....	19
Figura 25 - Colocação dos geodrenos e tubos de drenagem (Fonte: Autor)	20
Figura 26 - Colocação da manta drenante e da malhasol (Fonte: Autor)	21
Figura 27 - Betonagem do piso térreo (Fonte: Autor).....	21

Figura 28 - Aplicação da segunda camada de Sikatop (Fonte: Autor).....	22
Figura 29 - Aplicação de argamassa no pavimento (Fonte: Autor).....	23
Figura 30 - Colocação de Tarugos na cofragem da Laje (Fonte: Autor).....	23
Figura 31 - Dimensão dos blocos fungileca (Fonte: Projeto de Estrutura)	24
Figura 32 - Comportamento da laje após rotura por punçoamento (Fonte: [2])	24
Figura 33 - Pormenor do maciço (Fonte: Projeto de Estrutura)	25
Figura 34 - Detalhe da cruzeta do pilar (Fonte: Autor)	26
Figura 35 - Maciços concluídos (Fonte: Autor)	26
Figura 36 - Betonagem da laje (Fonte: Autor)	27
Figura 37 - Betonagem da laje maciça (Fonte: Autor)	28
Figura 38 - Localização das coberturas mais elevadas (Fonte: Projeto de Estrutura)....	28
Figura 39 - Pormenor dos muros exteriores (Fonte: Projeto de Estrutura)	29
Figura 40 - Localização das claraboias na fachada poente (Fonte: Projeto de Arquitetura)	
.....	30
Figura 41 – Estrutura nas paredes divisórias interiores (Fonte: Autor).....	31
Figura 42 - Estrutura nas paredes periféricas (Fonte: Autor)	31
Figura 43 - Reforço na zona das sanitas suspensas (Fonte: Autor).....	32
Figura 44 - Reforço na zona das portas de correr (Fonte: Autor).....	32
Figura 45 - Colocação das placas de gesso cartonado numa face (Fonte: Autor).....	32
Figura 46 - Instalações elétricas envolvidas em lã de rocha (Fonte: Autor)	32
Figura 47 - Emaçamento das paredes interiores (Fonte: Autor).....	33
Figura 48 – Execução de paredes em alvenaria (Fonte: Autor)	33
Figura 49 - Planta de tetos (Fonte: Projeto de Arquitetura)	34
Figura 50 - Aplicação da primeira tela betuminosa (Fonte: Autor)	36
Figura 51 - Aplicação da tela mineral na zona de dobragem do ETICS (Fonte: Autor)	37
Figura 52 - Pormenor da junta de dilatação (Fonte: Autor)	37
Figura 53 - Sistema ETICS aplicado em obra (Fonte: [8])	39
Figura 54 - Colocação da placa XPS sobre o perfil de arranque (Fonte: Autor).....	40
Figura 55 - Fixação mecânica das placas XPS (Fonte: Autor).....	40
Figura 56 - Arranque da rede de fibra de vidro (Fonte: Autor).....	40
Figura 57 - Colagem das placas EPS (Fonte: Autor).....	40
Figura 58 - Perfil de canto (Fonte: Autor).....	41
Figura 59 - Perfil de pingadeira (Fonte: Autor).....	41

Figura 60 - Interrupção do sistema na junta de dilatação e respetivo perfil aplicado (Fonte: Autor)	41
Figura 61 - Preparação da soleira (Fonte: Autor)	42
Figura 62 - Caixilho aplicado sobre o zinco (Fonte: Autor)	42
Figura 63 - Detalhe da caixilharia incorporando a soleira de ressoamento (Fonte: Autor)	42
Figura 64 - Rede de drenagem de águas residuais (Fonte: Projeto de Águas Residuais)	43
Figura 65 - Tubagem interior Metallit-SMU (Fonte: Autor).....	44
Figura 66 - Ligação das tubagens na caixa de visita (Fonte: Autor)	44
Figura 67 - Caixa de pavimento com as ligações efetuadas (Fonte: Autor).....	45
Figura 68 - Distribuição dos ralos na cobertura (Fonte: Projeto de Águas Pluviais)	45
Figura 69 – Configuração do ralo (Fonte: Autor).....	46
Figura 70 – Diâmetro de saída do ralo (Fonte: Autor)	46
Figura 71 - Fixação da Tubagem à laje (Fonte: Autor)	46
Figura 72 - Finalização do sistema em tubagem de PVC (Fonte: Autor).....	47
Figura 73 - Tubagem suspensa à laje por meio de abraçadeiras (Fonte: Autor)	48
Figura 74 - Tubagem de abastecimento num lavatório (Fonte: Autor)	49
Figura 75 - Sistema VRV aplicado em obra (Fonte: Projeto de AVAC)	50
Figura 76 - Registos corta-fogo no atravessamento de paredes de betão (Fonte: Autor)	51
Figura 77 - Regulador de caudal em conduta circular (Fonte: Autor).....	52
Figura 78 - Regulador de caudal em conduta retangular (Fonte: Autor).....	52
Figura 79 - Sistema Aquecimento Águas (Fonte: Projeto de AVAC)	52
Figura 80 – Conduas e respetivos plenums em obra (Fonte: Autor)	53
Figura 81 - Unidade ininterrupta de energia a instalar em obra (Fonte: [14]).....	54
Figura 82 - Armadura Fluorescente (Fonte: [15])	55
Figura 83 - Armadura LED (Fonte: [16]).....	55
Figura 84 – Compactação das amostras de betão (Fonte: Autor).....	56
Figura 85 – Abaixamento slump (Fonte: Autor)	57

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensão dos Pilares	16
Tabela 2 - Características Malhasol AR50	20
Tabela 3 - Características Malha AQ50	27
Tabela 4 - Potências Térmicas dos Equipamentos	51
Tabela 5 - Classes de consistência do betão	57
Tabela 6 - Custos finais por especialidade	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percentagens por Especialidade	58
--	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar condicionado

cm – centímetro(s)

EPS – Expandable Polystyrene (poliestireno expandido moldado)

ETICS – External Thermal Insulation Composite Systems

kg – quilograma(s)

kVA - kilovolt-ampere

kW – Kilowatt

LED – Díodo Emissor de Luz

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

m – metro(s)

m² - metro(s) quadrado(s)

m³ – metro(s) cúbico(s)

mm – milímetro(s)

m.c.a – Metro(s) coluna de água

g/m² – grama (s) por metro quadrado

IPAC – Instituto Português de Acreditação

MPa – Mega Pascal

NP – Norma Portuguesa

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PVC – Policloreto de vinilo

REBAP - Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado

RSAEEP – Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes

S.A – Sociedade Anónima

SPT – Standard Penetration Test

UPS – Uninterruptible power supply

UTAN – Unidade de tratamento de ar novo

VRV – Volume de Refrigerante Variável

XPS - Extruded Polystyrene (poliestireno extrudido)

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento do Tema

O presente relatório traduz o acompanhamento da construção de uma clínica de Hemodiálise. Esta obra é interessante a nível estrutural por ser toda ela em betão armado e como se trata de uma obra do ramo hospitalar, possui várias exigências técnicas que a tornam num bom objeto de estudo.

1.2. Objetivos

Este estágio teve como objetivo adquirir conhecimentos e competências técnicas junto de profissionais do ramo, observando diariamente os diversos trabalhos a realizar e estando presente nas reuniões de obra, realizadas semanalmente com as diferentes entidades, nomeadamente projetista, empreiteiro, arquiteto, subempreiteiros, entre outros. Assim, foi possível adquirir conhecimentos de todas as áreas, incluindo a área de segurança e de fiscalização de obra. A estagiária teve oportunidade de acompanhar os trabalhos desde a execução das fundações até ao início das especialidades de eletricidade e AVAC.

1.3. Estrutura do relatório

O presente relatório divide-se em 3 capítulos cujo conteúdo se sintetiza da seguinte forma:

- Capítulo 1, INTRODUÇÃO – No presente capítulo faz-se um enquadramento do estágio e expõem-se os principais objetivos da sua realização.
- Capítulo 2, CARACTERIZAÇÃO DO CASO EM ESTUDO – Neste capítulo serão descritas todas as fases de execução da obra, divididas pelas diferentes especialidades, com início no movimento de terras.
- Capítulo 3, CONCLUSÕES.

2. CARACTERIZAÇÃO DO CASO EM ESTUDO

2.1. Localização

A clínica em estudo localiza-se na Rua do Ceiro, na Freguesia de Carreço, distrito de Viana do Castelo e o terreno foi estrategicamente escolhido uma vez que se situa entre duas ruas, o que permite maior acessibilidade.

Na figura 1 observa-se a localização da mesma.

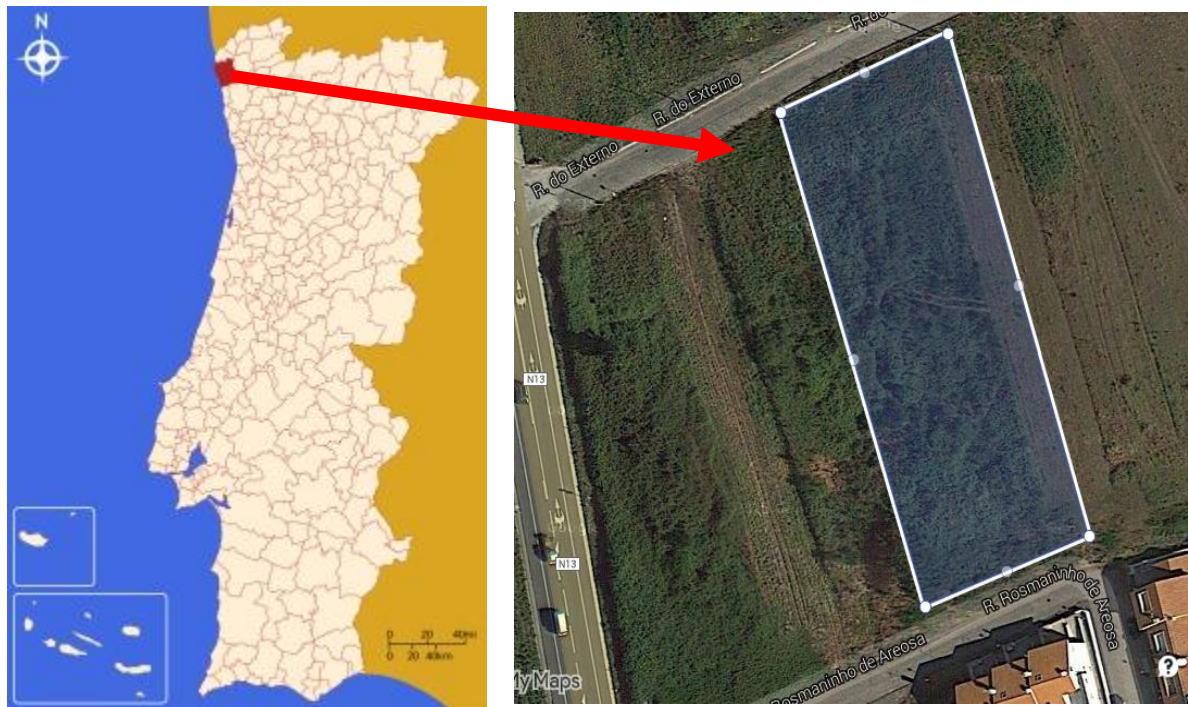


Figura 1 - Localização da clínica em estudo (Fonte: Google Maps)

2.2. Descrição geral do edifício

Como foi referido anteriormente, o edifício em estudo destina-se a uma clínica de Hemodiálise com uma área de aproximadamente 1400 m². Possui apenas um piso, cuja planta é visível na Figura 2, que se divide em três áreas distintas:

Área de atendimento - Onde se encontram os gabinetes médicos, sala de espera, atendimento, entre outras;

Área de tratamentos – Onde se encontra a zona de tratamentos de diálise, farmácia, vestiários dos doentes e zona de desinfeção;

Área técnica – Onde se encontra uma zona de tratamento de águas, os armazéns, lavandarias, a copa e outras zonas relacionadas com os trabalhadores.

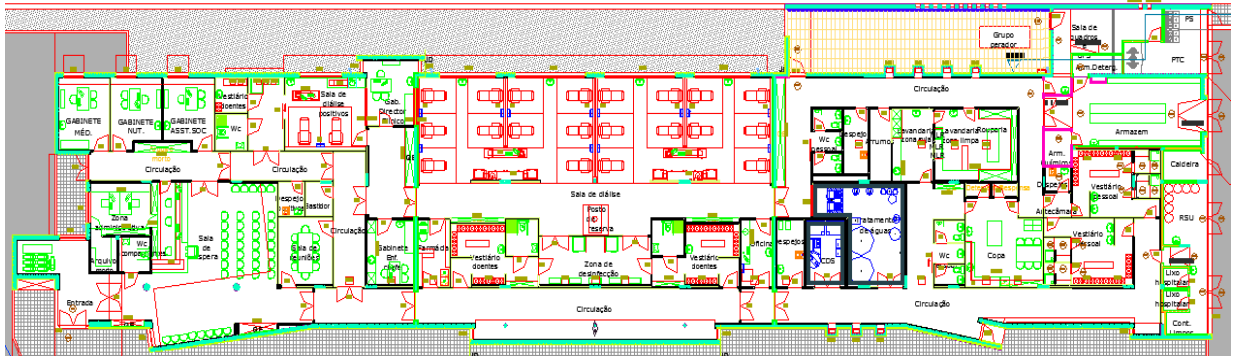


Figura 2 - Planta do rés-do-chão do edifício (Fonte: Projeto de Arquitetura)

2.3. Estudo Geológico e Geotécnico

Antes do início dos trabalhos foi feito um estudo geológico e geotécnico de modo a conhecer e caracterizar o subsolo do local onde a obra seria implantada.

Relativamente ao estudo geotécnico, foram feitas cinco sondagens mecânicas distribuídas ao longo do terreno, recorrendo ao trado oco, como se pode ver nas figuras 3 e 4, respetivamente.

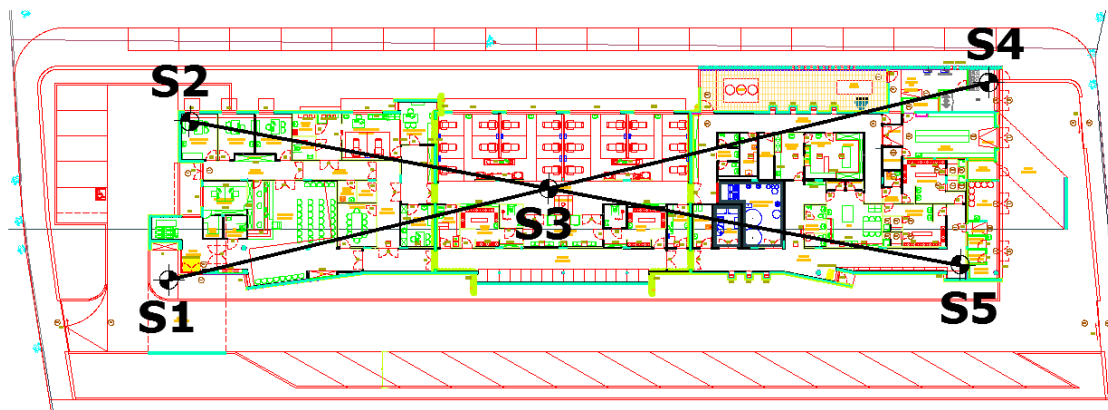


Figura 3 - Distribuição dos pontos de sondagem (Fonte: Estudo geológico - Perfil, Fundações e Hidrogeologia, Lda)



Figura 4 - Perfuração a trado oco (Fonte: Estudo geológico - Perfil, Fundações e Hidrogeologia, Lda)

“No decurso da furação a trado oco foram executados ensaios de penetração dinâmica, com sonda normalizada SPT-Terzaghi, tendo em vista a recolha de amostras das formações atravessadas bem como avaliar as suas características geomecânicas.

Este ensaio consiste na cravação no terreno de um amostrador normalizado, à custa do impacto de uma massa de 63,5 kg, com altura de queda de 75 cm.

Desprezando-se a penetração dos primeiros 15 cm, que tem em conta a possibilidade de remeximento do terreno, procede-se à contagem do número de golpes necessários para a penetração do referido amostrador em 30 cm - NSPT.

A nega do ensaio ocorre, portanto, quando a soma dos golpes necessários à penetração dos segundos e terceiros 15 cm é superior a 60, registando-se nesse caso o comprimento da cravação.” [1]

Através deste ensaio constatou-se que o solo é composto por argila de cor acastanhada e granito de cor cinzenta.

No que diz respeito à geologia do local em estudo e segundo o relatório geológico “a nível regional é de referir a existência de diversas litologias, sendo de destacar as rochas metamórficas integradas no complexo xisto grauváquico e as rochas graníticas que constituem o “bed-rock” da área em estudo, representadas por um granito porfiróide, de grão médio, às vezes grosseiro. Como formações mais recentes temos as formações de

idade Holocénica constituídas por terraços fluviais (5 – 10 m) que se sobrepõem à formação granítica e as areias de duna que ocorrem a oeste da área em estudo.”

Quanto à sismicidade e segundo o “Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes”, Viana do Castelo pertence à zona D, zona com menor risco de ocorrência de sismos, Figura 5.

Também da análise da Avaliação Nacional de Risco foi possível constatar que no período de 1755 a 1996, a intensidade sísmica máxima na região foi de 6, na escala de Mercalli, o que reforça a baixa intensidade sísmica no local, Figura 6.

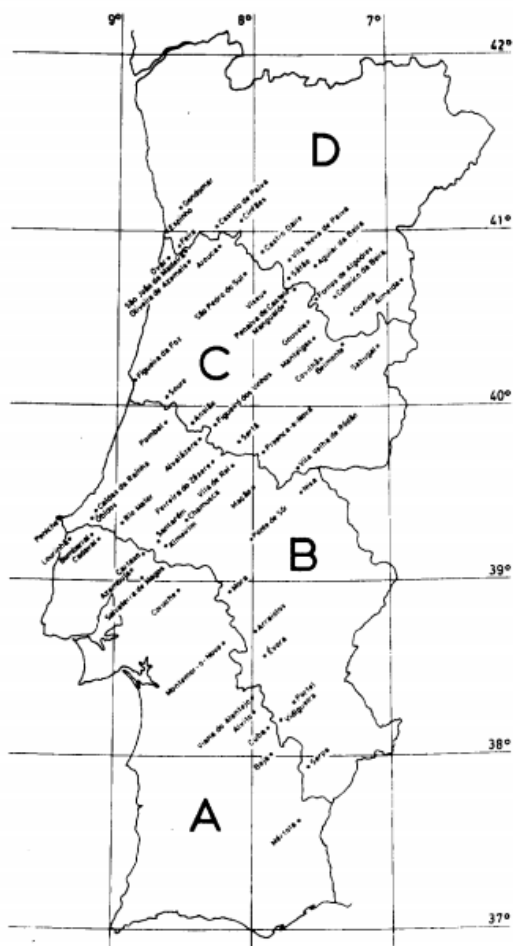


Figura 5 - Zonamento sísmico (Fonte: RSAEEP)

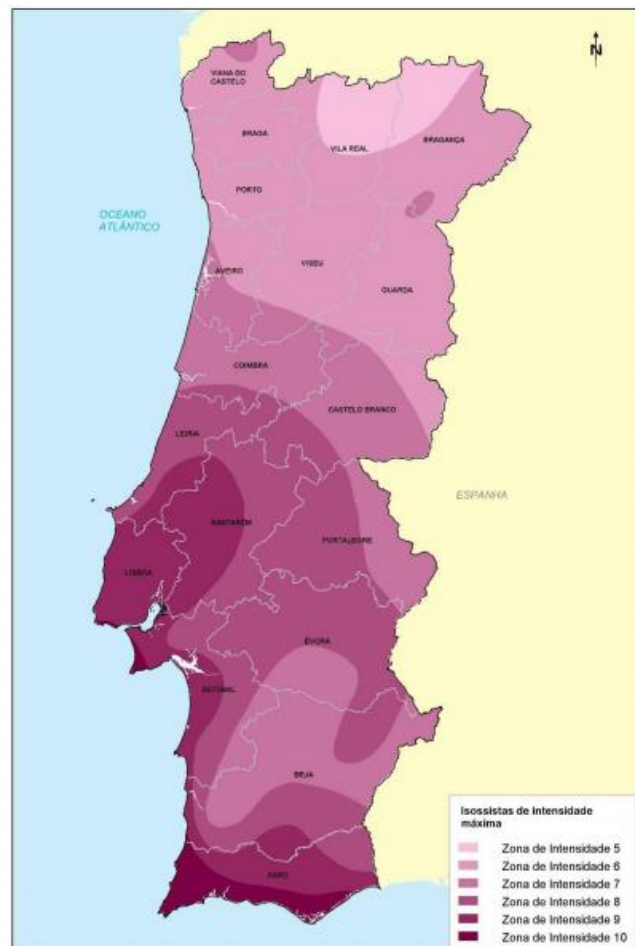


Figura 6 - Isossistas Intensidade sísmica 1755-1996 (Fonte: Avaliação Nacional de Risco)

2.4. Movimento de Terras

Após a vedação da obra, foi feita a escavação do terreno até à cota pretendida para implantação das fundações, Figura 7. Para tal escavou-se, em média, 1,225 metros numa área de 1530 m², o que representa um volume de 1874 m³. Atingindo a cota da base das fundações, procedeu-se à escavação de poços de fundação até 4 metros de profundidade, como será explicado de seguida.



Figura 7 - Escavação do Terreno (Fonte: Relatório de Visita à obra)

A escavação foi feita partindo da referência que a partir da cota de soleira (97, 62), seria necessário escavar 90 cm para colocação do betão de limpeza (10 cm), execução das sapatas de fundação (40 cm) e por fim execução da laje do pavimento (40 cm), atingindo assim a cota de soleira.

2.5. Projeto de Estrutura

A nível estrutural o projeto inicial sofreu uma alteração ao nível das fundações, uma vez que estava previsto uma solução de fundações diretas com sapatas e pilares aos 4 metros de profundidade. Esta solução foi descartada uma vez que se corria o risco de haver assentamentos após compactação das terras e o processo tornava-se muito moroso. Como tal optou-se por fazer as sapatas de fundação assentes em poços de fundação com uma profundidade de 4 metros.

A estrutura do edifício é constituída por elementos em betão armado, onde os pilares e as paredes estruturais suportam as lajes fungiformes e as lajes maciças. Verifica-se ainda a existência de duas juntas de dilatação.

2.5.1. Materiais

Armaduras

As armaduras utilizadas nos diferentes elementos de betão armado são do tipo A 500 NRSD. É um aço de ductilidade especial que apresenta uma tensão característica de rotura de 500 MPa, o seu processo de fabrico é laminado a quente e apresenta uma superfície rugosa.

Os varões a utilizar na estrutura de betão armado possuem diâmetros nominais de 6, 10, 12, 16, 20 mm e são comercializados em atados de 12 metros de comprimento.

Os recobrimentos previstos em projeto para os diferentes elementos estruturais são os seguintes:

- Pilares: 3,5 cm
- Vigas: 3,5 cm
- Paredes/Muros: 3,5 cm
- Lajes: 3,5 cm
- Elementos em contacto com o solo: 5 cm

De notar que foram utilizados calços para suportar as armaduras e para as manter em posição de modo a garantir os recobrimentos especificados.

Betão

O betão a utilizar será fabricado em obra por uma central de betão do tipo Imer BTK 600, Figura 8, onde se doseia as quantidades de água, cimento, areia e brita para se obter a classe de resistência pretendida.

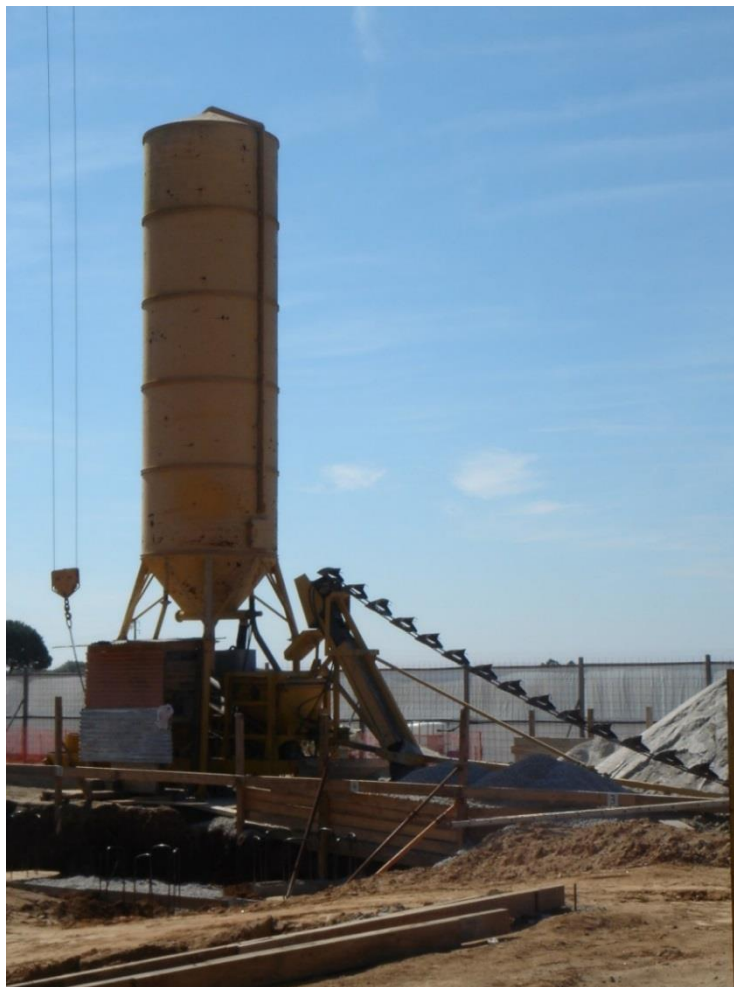


Figura 8 – Betoneira em estaleiro (Fonte: Autor)

O betão foi definido segundo a norma NP EN 206 – 1:2007 e a especificação LNEC E-464 – 2007 sendo a classe de resistência à compressão para todos os elementos estruturais C25/30, à exceção da camada superior do pavimento interior que é C20/25 e do betão de regularização que é da classe C12/15. A classe de exposição ambiental definida é XC2, ou seja, o betão insere-se num ambiente húmido/raramente seco. A sua classe de consistência é a S3.

Foi ainda definido que a dimensão máxima do inerte não ultrapassará os 22 mm.

Os ensaios do betão serão abordados em 2.8 e também no anexo II do presente trabalho.

2.5.2. Fundações

Com base no que foi referido anteriormente e como mostra a figura 9, a solução de fundação adotada foi a de sapatas contínuas e sapatas isoladas, assentes sobre os poços de fundação.

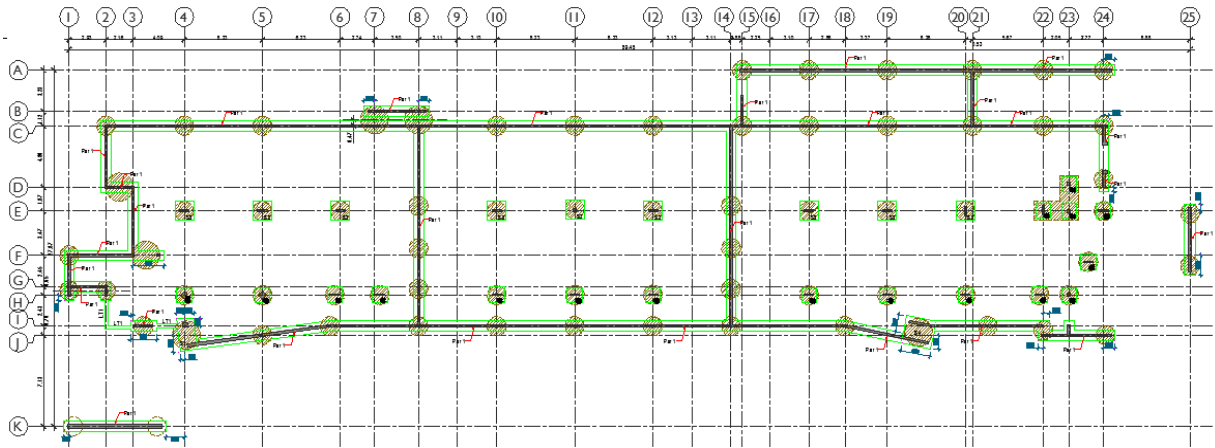


Figura 9 - Planta de implantação de sapatas de fundação (Fonte: Projeto de Estrutura)

Após marcação e escavação do terreno para implantação das sapatas, continuou-se a fazer a escavação até aos 4 metros de profundidade, para implantação dos poços de fundação. Como se pode observar na Figura 10 não foi necessário proceder a entivações, uma vez que o solo apresentava boa capacidade de consistência.



Figura 10 - Escavação até aos 4 metros de profundidade (Fonte: Autor)

Tendo atingido a cota pretendida, fez-se a marcação do centro da escavação para se colocarem aduelas de betão pré- fabricadas com diâmetros de 1,50 e 2 metros, Figura 11.



Figura 11 - Marcação e colocação das aduelas (Fonte: Autor)

Colocadas as aduelas, procedeu-se ao aterro das mesmas e betonou-se o seu interior com betão ciclópico. Com a betonagem praticamente concluída colocaram-se varões de 16 para serem posteriormente dobrados sobre a armadura das sapatas, Figura 12.



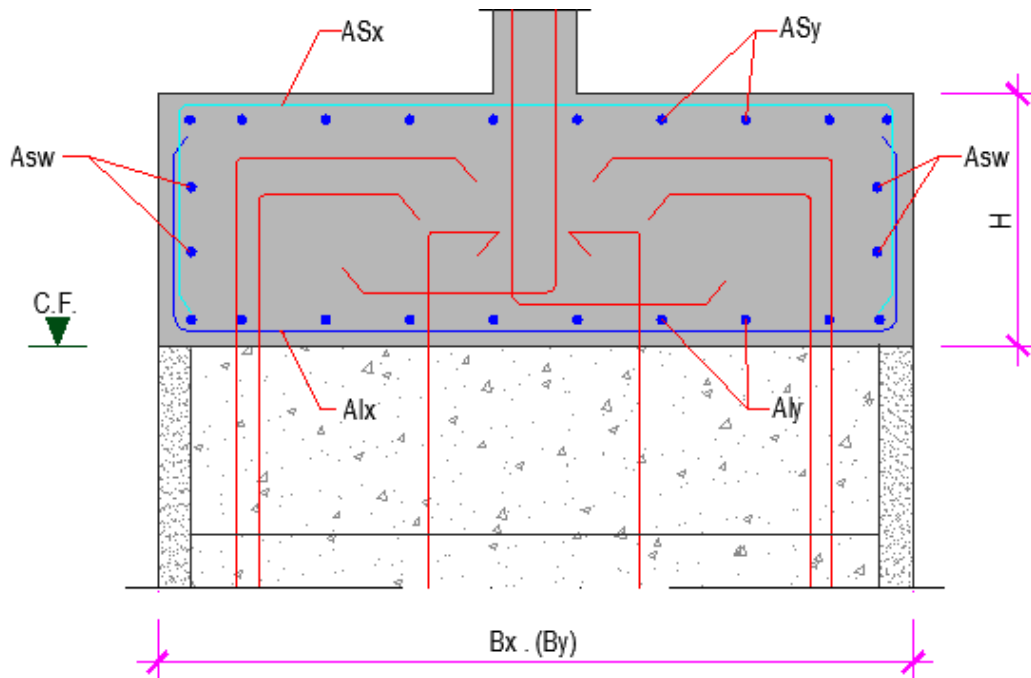
Figura 12 - Colocação de varões no betão (Fonte: Autor)

Após a execução dos poços, executou-se a camada de regularização com betão de limpeza C12/15 de modo a regularizar o terreno para posterior marcação da cofragem das sapatas e colocação das armaduras, deixando as armaduras de espera para paredes e pilares. O recobrimento das armaduras nas sapatas foi conseguido através da colocação de granitos/mármoreis excedentes entre a armadura e a madeira de cofragem, para assim se conseguir o recobrimento pretendido (5 cm). Nesta fase, foi também colocado o condutor de terra na armadura da sapata contínua ficando assim embebida no betão, Figura 13. A resistência de terra será medida após conclusão da estrutura e terá de atingir o valor neutro (0 Ohm), para garantir uma maior proteção.



Figura 13 - Cofragem e armação da sapata de fundação (Fonte: Autor)

Como foi referido anteriormente as fundações são constituídas por sapatas isoladas (S2 e S3) onde assentam os pilares e uma sapata contínua sendo esta reforçada com duas sapatas (S1 e S4) nas zonas em que o edifício apresenta ângulos. As sapatas possuem as características presentes na figura 14.



Sapata	Bx	By	H	A _{lx}	A _{ly}	A _{sx}	A _{sy}
S1	Ver Planta Fundações		0.40	Ø12//.15	Ø12//.15	Ø10//.15	Ø10//.15
S2	1.50	1.50	0.40	Ø12//.15	Ø12//.15	Ø10//.15	Ø10//.15
S3	1.20	1.20	0.40	Ø12//.15	Ø12//.15	Ø10//.15	Ø10//.15
S4	Ver Planta Fundações		0.40	Ø12//.15	Ø12//.15	Ø10//.15	Ø10//.15

Sapata contínua							
Sapata	Bx	By	H	A _{lx}	A _{ly}	A _{sx}	A _{sy}
Par 1	0.80	Ver Planta Fundações	0.40	Ø12//.15	Ø12//.15	Ø10//.15	Ø10//.15

Figura 14 - Dimensões das sapatas de Fundação (Fonte: Projeto de Estrutura)

Após betonagem e descofragem da estrutura de fundação, e estando esta em contacto com o solo foi necessário aplicar uma emulsão betuminosa de natureza asfáltica, que previna as infiltrações de água tornando-a impermeável. Esta emulsão betuminosa denominada “*flintkoat*” foi aplicada em 3 demãos cruzadas nas faces laterais e superior das sapatas, como se pode observar na figura 15. A primeira demão foi aplicada com a adição de um volume de 25% de água, a segunda demão pura, após duas horas no sentido vertical e a terceira demão também pura, no sentido horizontal.



Figura 15 - Aplicação do impermeabilizante "Flintkoat" (Fonte: Autor)

2.5.3. Paredes estruturais (Muros) e Pilares

Concluídas as fundações, foi necessário realizar o aterro para se proceder à cofragem dos muros e pilares. Este aterro foi feito com o solo que ficou em estaleiro proveniente da escavação, uma vez que era de boa qualidade (terra vegetal), como se pode observar na Figura 16.

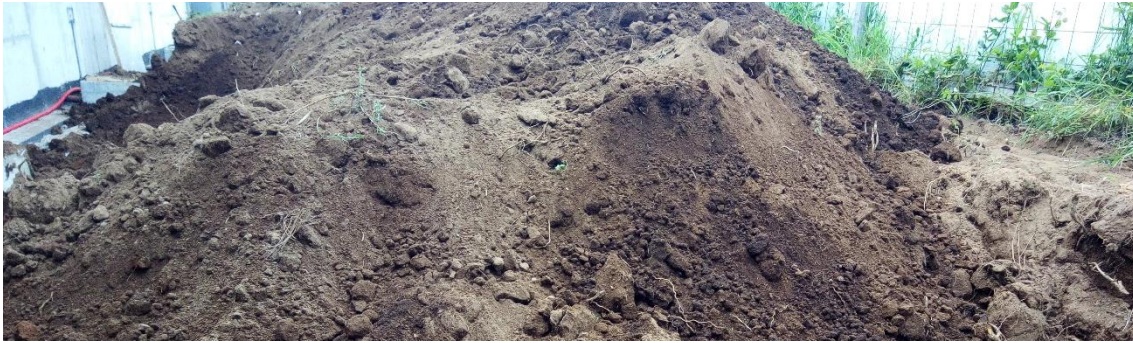


Figura 16 - Solo proveniente da escavação (Fonte: Autor)

Quanto às paredes estruturais estas possuem espessuras de 0,20 m, 0,25 m e 0,27 m, estando assentes no centro da sapata contínua de fundação como se pode observar esquematicamente na figura 17.

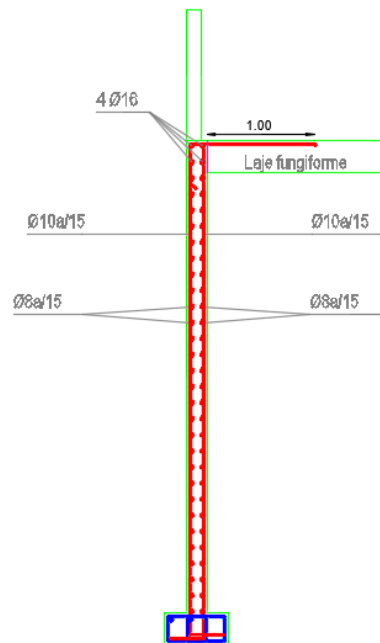


Figura 17 - Exemplo do pormenor de construção dos muros (Fonte: Projeto de Estrutura)

O edifício possui muros periféricos com diferentes alturas onde apoiam as lajes. Os varões verticais que compõem os muros são de $\phi 10 // 15$ e os longitudinais são de $\phi 8 // 15$. De modo a fechar o muro, o varão vertical exterior dobra para a laje e o interior dobra para a

espessura do próprio muro ficando $4\phi 16$ na espessura da laje, como é visível na figura anterior.

O edifício possui ainda platibandas em todo o seu perímetro com 14 cm de espessura em que as de maior dimensão possuem 1,22 metros de altura e as mais baixas, 27 cm.

A cofragem das paredes e platibandas foi feita essencialmente por painéis metálicos, como se pode observar na figura 18 e nas paredes de betão interiores foram deixados negativos para posterior atravessamento de cabos e outros elementos das diversas especialidades.



Figura 18 - Cofragem metálica de muros estruturais (Fonte: Autor)

Os pilares foram executados em simultâneo com os muros para se dar seguimento aos trabalhos de cofragem. O edifício possui 32 pilares em betão armado com secções retangulares, quadradas e circulares. Na tabela 1, apresentam-se as dimensões dos mesmos.

Tabela 1 - Dimensão dos Pilares

Pilar	Dimensão (cm)	Altura (m)
P1	150x38	4.00
P2	48x38	4.00
P3,4,5	Ø 20	1.60
P6,7	Ø 40	4.00
P8,9,10,11,12,13,14,15,16	75x15	3.30
P17	25x25	3.30
P18,19,20,21,22,24,25	75x15	4.00
P23,33	25x25	4.00
P26,27	75x15	2.71
P28,30	15x75	4.00
P29	25x25	2.71
P32	25x25	2.71

Os pilares possuem estribos com espaçamento de 15 cm mas na zona crítica, junto à laje, onde surgem os maiores momentos fletores, os estribos encontram-se menos espaçados (10 cm) de modo a confinar adequadamente o betão, aumentando assim a sua resistência à compressão, conferindo-lhe um comportamento mais dúctil. Na figura 19 encontra-se o pormenor da armadura dos pilares.

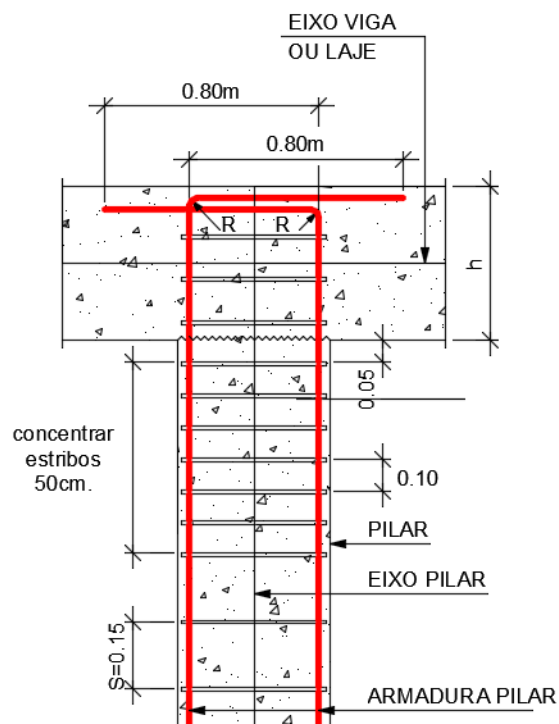


Figura 19 - Pormenor da armadura nos pilares (Fonte: Projeto de Estrutura)

2.5.4. Juntas de dilatação

Tendo em conta o comprimento do edifício em planta, ser de aproximadamente 80 metros, seria necessário ter em conta os efeitos das variações uniformes de temperatura. Segundo o artigo 31.2º do REBAP:

“Pode ser dispensada a consideração dos efeitos das variações uniformes de temperatura referidas em 31.1. nas estruturas reticuladas cuja maior dimensão em planta (ou espaçamento entre juntas de dilatação) não exceda 30 m.”

Como se pode observar na figura 20 colocaram-se duas juntas de dilatação, dividindo o edifício em 3 corpos de modo a dispensar-se os efeitos anteriores, passando a estrutura a movimentar-se livremente, não causando fissurações. As juntas de dilatação são de três tipos: pavimento, cobertura e parede e possuem 3 cm de espessura.

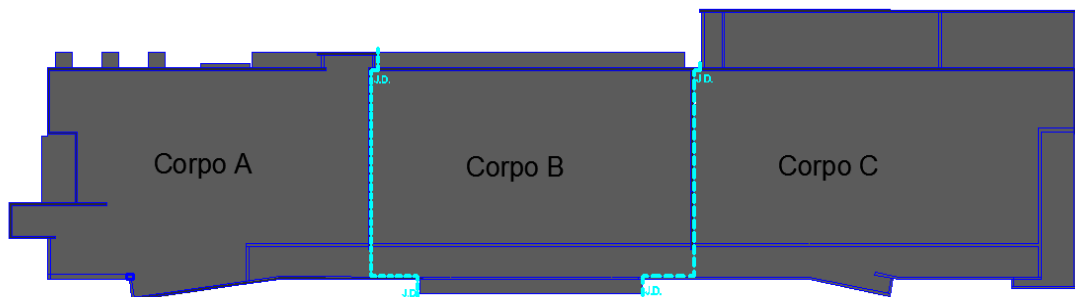


Figura 20 - Divisão do edifício por juntas de dilatação

Na junta das paredes foi aplicada uma lâmina do tipo *sika waterstop*, preenchida no interior do edifício por um cordão de espuma e “sikaflex” que é um selante elástico à base de poliuretano que cura com a humidade do ar. Na parte exterior a junta foi igualmente preenchida com um cordão de espuma e “sikaflex”, e entre estes foi aplicado “sikawell” que é um selante que expande na presença de água.

Conforme se observa na figura 21, no topo dos muros interiores foram feitos uns “cachorros” e sobre estes foi colocado um apoio do tipo CDM-ISO Strip30 mm, onde apoia a respectiva laje. Este apoio possui elastómeros que permitem suportar cargas comprimindo o mínimo, sendo um material de elevada resistência.

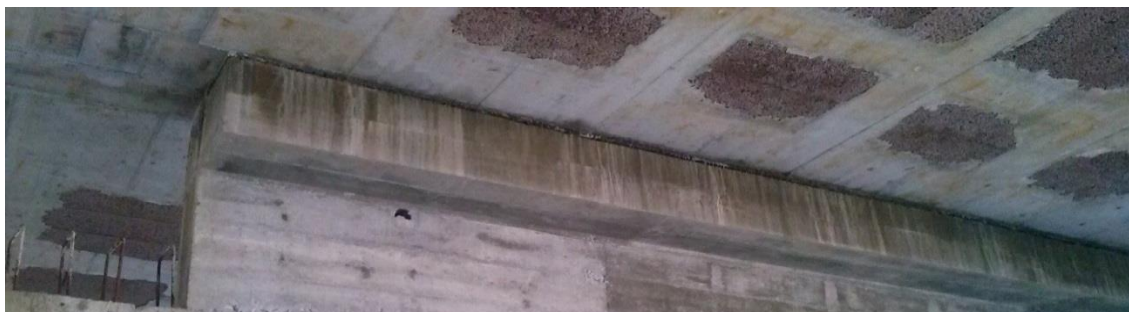


Figura 21 – Zona de apoio da laje (Fonte: Autor)

De referir que a laje do corpo B apoia no cachorro do corpo A e a laje do corpo C apoia no cachorro do corpo B.

Na junta de pavimento foi aplicada uma membrana *combiflex* na qual a parte superior e inferior são coladas e posteriormente revestidas com o impermeabilizante *sikatop*, Figuras 22 a) e b), atuando apenas a parte central que comprime ou dilata, conforme o efeito da temperatura.

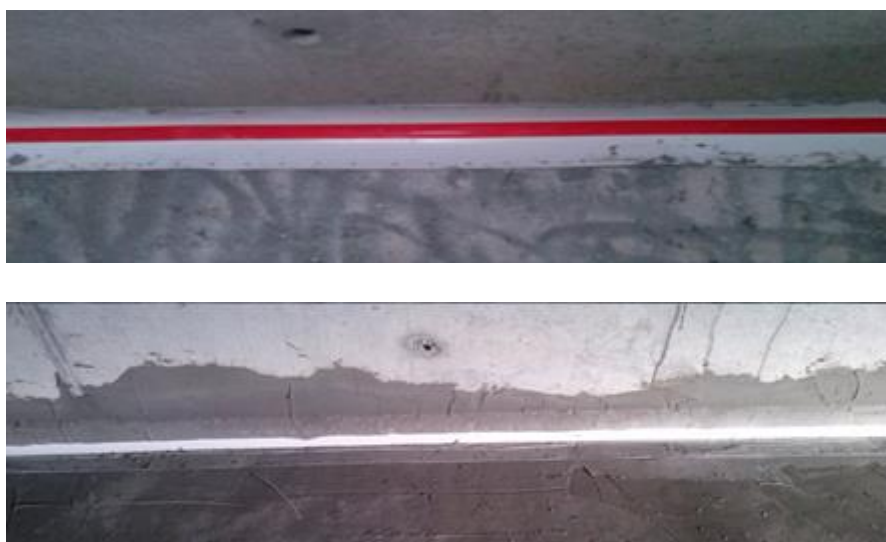


Figura 22 a) e b) – Membrana combiflex antes e depois da aplicação do impermeabilizante, respetivamente (Fonte: Autor)

Os processos de execução posteriores foram realizados por juntas de dilatação, ou seja, enquanto se executava a laje de cobertura do corpo A, também se executava a laje do piso do corpo B e assim sucessivamente.

2.5.5. Laje térrea

Nesta fase, o aterro feito anteriormente foi devidamente compactado com o auxílio de um pequeno cilindro, do modo a obter a cota de fundo do pavimento térreo, Figura 23.



Figura 23 - Compactação do solo (Fonte: Autor)

Para regularização do pavimento foi executada uma camada com 15 cm de espessura de brita Nº 2 e Nº 5, assente sobre uma camada de geotêxtil de 200 g/m², colocada após compactação do solo, figura 24.



Figura 24 - Manta geotêxtil (Fonte: Autor)

Ainda nesta camada, e antes de perfazer os 15 cm, foram colocados os tubos geodrenos distribuídos de modo a conseguir escoar a água que se infiltre e os tubos de drenagem de águas residuais e pluviais. Estes últimos foram colocados sobre uma camada de betão de regularização, criando assim a pendente pretendida, Figura 25.



Figura 25 - Colocação dos geodrenos e tubos de drenagem (Fonte: Autor)

Após compactação da camada anterior foi colocada uma manta drenante *Fondaline*. *Fondaline* é uma membrana de polietileno de alta densidade que mediante um sistema de semicones faz uma caixa-de-ar, que permite a drenagem e proteção da superfície onde é aplicada. Esta membrana normalmente é utilizada em paredes mas neste caso foi aplicada no piso térreo, por opção do arquiteto. Sobre esta colocou-se a rede Malhasol. Por se tratar de um piso térreo e visto que não haverá esforços significativos, a rede Malhasol definida é do tipo AR50 e possui as características apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 - Características Malhasol AR50

	Afastamento [mm]		Diâmetro [mm]		Área [cm ² /m]		Massa [Kg/m ²]
	Long.	Transv.	Long.	Transv.	Long.	Transv.	
Malha AR50	100	300	5	4.2	1.96	0.46	1.9

A rede Malhasol é constituída por aço A500ER, é fornecida em painéis de dimensões de 6,00 m x 2,40 m e na sua aplicação os painéis são sobrepostos em 0,20 m se a malha for colocada na vertical e 0,60 m se a malha for colocada na horizontal, Figura 26.



Figura 26 - Colocação da manta drenante e da malhasol (Fonte: Autor)

Colocada a rede Malhasol, foi então feita a betonagem do piso com betão C25/30, tendo esta camada 10 cm de espessura, Figura 27.



Figura 27 - Betonagem do piso térreo (Fonte: Autor)

A impermeabilização do pavimento foi feita com *sikatop seal 107*, após descofragem da laje, colocação das caixas de pavimento e das pontas de tubagem para sanitas e pias de despejo. O *sikatop seal* é uma mistura de dois componentes:

1. Aditivos e polímeros líquidos acrílicos – Resina Acrílica
2. Cimento Portland com agregados selecionados e aditivos.

Este impermeabilizante foi aplicado em duas demãos, no pavimento e até 40 cm de altura nas paredes e pilares, sendo que a primeira demão é aplicada com o lado dentado da talocha e a segunda demão com o lado liso de modo a preencher os espaços da primeira camada, Figura 28.

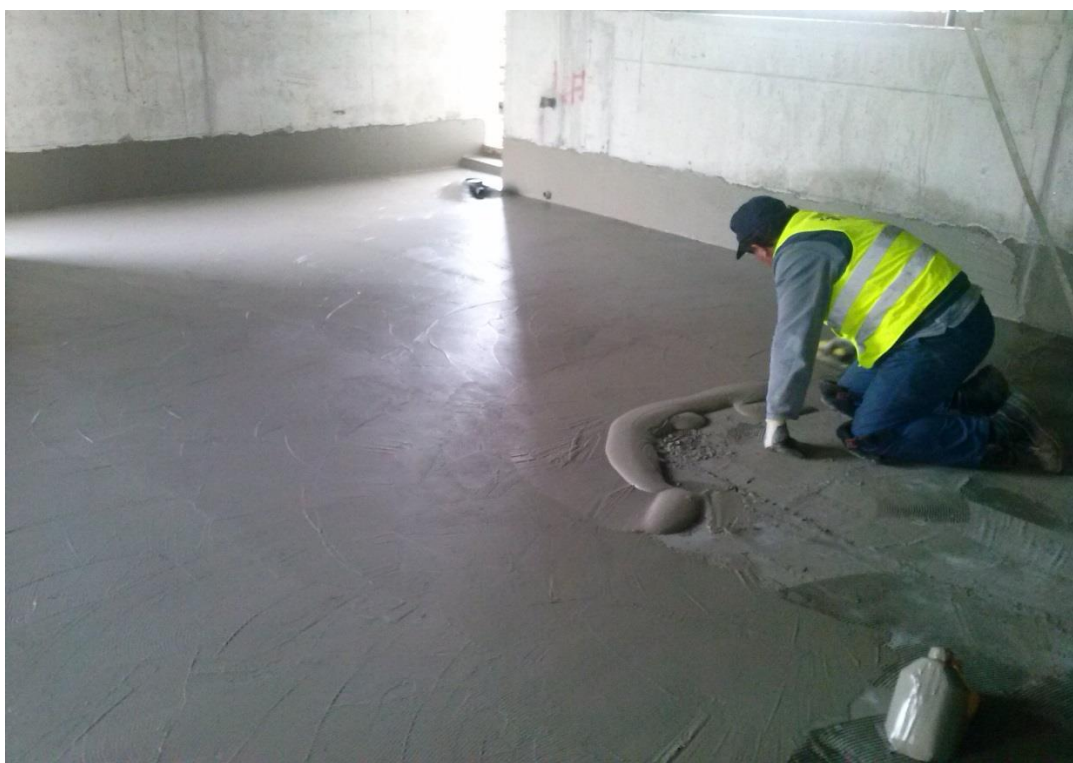


Figura 28 - Aplicação da segunda camada de Sikatop (Fonte: Autor)

Após aplicação do *sikatop*, colocou-se uma nova camada de geotêxtil e malhasol. Nesta camada foram colocados os tubos para telefones, para extração das condensações dos equipamentos de ar condicionado e ainda as ligações dos lavatórios às caixas de pavimento.

Procedeu-se então à betonagem do piso com betão C20/25, e por fim regularizou-se o pavimento com argamassa (Figura 29), atingindo assim os 40 cm estipulados para a laje de pavimento.



Figura 29 - Aplicação de argamassa no pavimento (Fonte: Autor)

2.5.6. Laje de cobertura

A cofragem da laje foi feita de modo a que ao fim de 3 dias se pudesse descofrar parte da mesma. Para isto colocaram-se tarugos distribuídos de 2 em 2 metros (entre tábuas) para que ao fim dos 3 dias fosse possível retirar as tábuas, deixando os tarugos escorados até aos 28 dias. Na figura 30 é visível a distribuição dos mesmos.

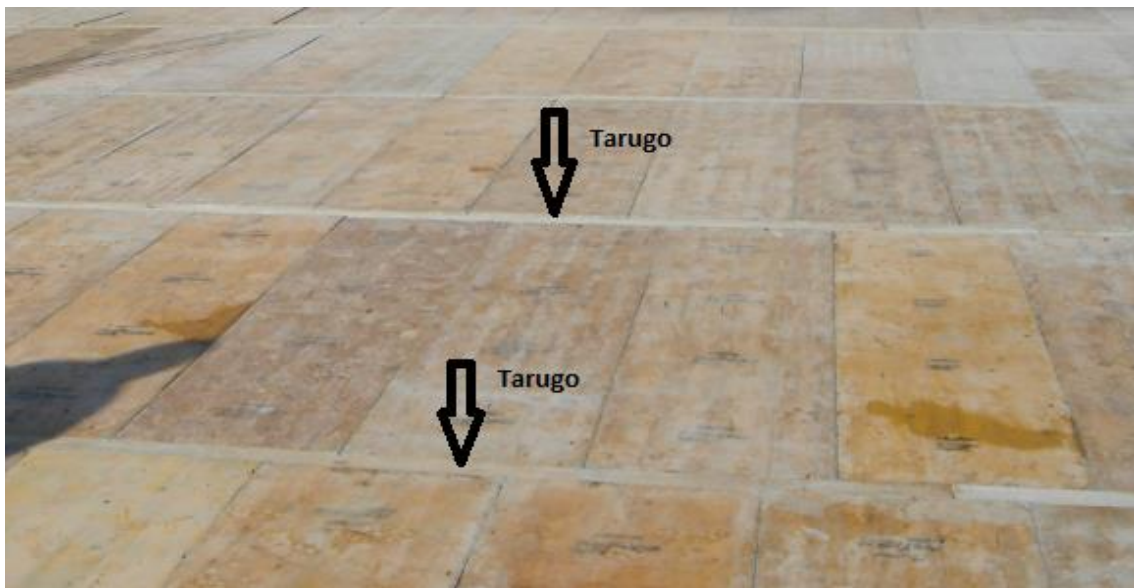


Figura 30 - Colocação de Tarugos na cofragem da Laje (Fonte: Autor)

As lajes de cobertura são do tipo fungiforme aligeirada e laje maciça, estando as últimas a uma cota mais baixa. [2] As lajes aligeiradas à cota de 3,90 m apresentam uma redução de peso, relativamente a uma laje maciça com a mesma espessura, à custa da introdução de elementos de enchimento/cofragem, sendo estes perdidos e formando nervuras com 15 cm de espessura, dispostas em duas direções, sendo solidarizadas por uma lâmina de compressão. Este sistema de nervuras é combinado com uma zona maciça junto ao pilar, visto que é onde existe maior concentração de esforços. A escolha deste tipo de laje deveu-se ao facto dos vãos serem muito extensos (6,50 m) e como tal foi necessário diminuir o peso da laje. Esta diminuição de peso fez-se através de blocos de fungileca, isto é, blocos leves de argila expandida, colocados entre nervuras com dimensão de 80 mm x 25 mm x 26,6 mm, conforme o representado na Figura 31, com um peso máximo de 21 kg.

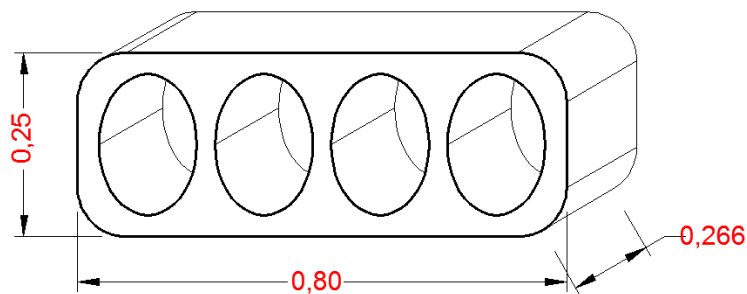


Figura 31 - Dimensão dos blocos fungileca (Fonte: Projeto de Estrutura)

O facto deste tipo de laje apoiar diretamente sobre os pilares, transmitindo diretamente as cargas da laje para o pilar, cria o problema de rotura por punçoamento.

[3] O punçoamento ocorre em lajes fungiformes, em sapatas flexíveis e em qualquer laje quando sujeita a uma carga concentrada. Pode associar-se este estado limite último, à formação de um tronco de cone que tem tendência a desligar-se do resto da laje e resulta da interação de efeitos de corte e flexão na zona da laje próxima do pilar, Figura 32.

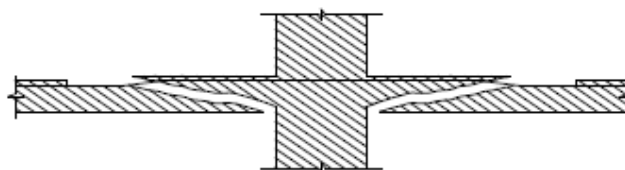


Figura 32 - Comportamento da laje após rotura por punçoamento (Fonte: [2])

A rotura por punção constitui um mecanismo de colapso local associado a uma rotura frágil e sem aviso prévio, que pode gerar um colapso progressivo da estrutura, pois a rotura junto a um pilar implica um incremento de carga em pilares vizinhos. As principais causas duma rotura deste tipo têm estado associadas a ações mais intensas do tipo sísmico e são normalmente originadas por:

- Dimensionamento incorreto ou pura e simplesmente inexistente;
- Deficiente betonagem do nó de ligação laje-pilar;
- Execução de aberturas na laje, junto ao pilar, não previstas no projeto da laje.

Para absorver os esforços foi criado, junto aos pilares, um maciço conforme está representado na figura 33.

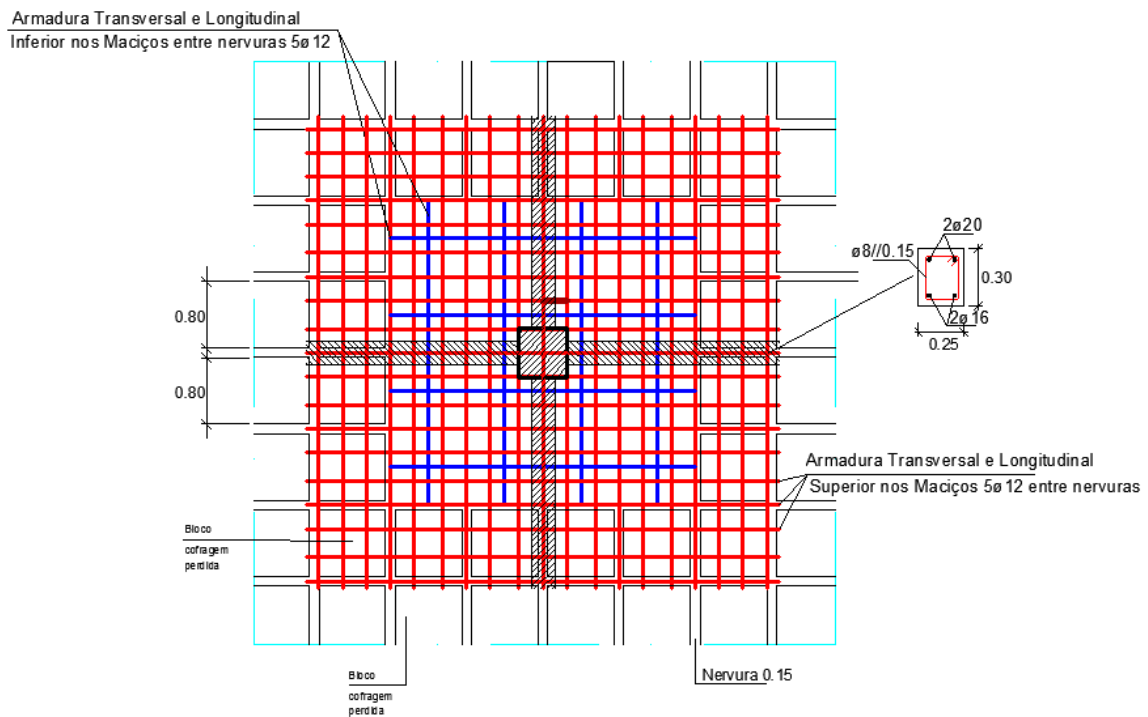


Figura 33 - Pormenor do maciço (Fonte: Projeto de Estrutura)

Este maciço é constituído por uma cruzeta de 0,19 m x 0,24 m, no centro do pilar, em que o varão superior é composto por 2ø 20 e o inferior por 2ø 16, estribados por ø 8/0.15. Os maciços possuem as dimensões especificadas em projeto e possuem uma malha inferior e superior com 5ø 12 em cada espaço entre nervuras. O projeto referente à laje de cobertura encontra-se no anexo I. Nas figuras do local 34 e 35 é possível ver a cruzeta nos pilares e o aspeto final dos maciços, respetivamente.



Figura 34 - Detalhe da cruzeta do pilar (Fonte: Autor)



Figura 35 - Maciços concluídos (Fonte: Autor)

A laje aligeirada cumpre os seguintes requisitos presentes no REBAP [4]:

- A largura mínima das nervuras não deve ser inferior a 5 cm e a distância entre faces de nervuras consecutivas não deve ser superior a 80 cm.
- A espessura da lajeta, no caso de não existirem blocos de cofragem incorporados (moldes recuperáveis), não deve ser inferior a 5 cm.
- A lajeta deve ser armada nas duas direções com varões cujo espaçamento não exceda 25cm.

A lajeta de compressão de 5 cm incorpora uma rede eletrossoldada AQ50 que possui as características presentes na tabela 3. A betonagem da laje de cada corpo foi feita em duas fases, e como tal na figura 36 é visível a respetiva lajeta, na primeira fase de betonagem.

Tabela 3 - Características Malha AQ50

	Afastamento [mm]		Diâmetro [mm]		Área [cm ² /m]		Massa [Kg/m ²]
	Long.	Transv.	Long.	Transv.	Long.	Transv.	
Malha AQ50	100	100	5	5	1.96	1.96	3.08



Figura 36 - Betonagem da laje (Fonte: Autor)

As lajes de cota inferior (2.51, 2.64 e 3.10 metros) são materializadas por uma laje maciça armada em duas direções, com 20 cm de espessura em que tanto as armaduras transversais como as longitudinais superior e inferior são de $\varnothing 10/0.15$, Figura 37. A transição entre a laje fungiforme e maciça é feita através de vigas com altura máxima de 1,60 m.



Figura 37 - Betonagem da laje maciça (Fonte: Autor)

O edifício possui ainda duas coberturas mais elevadas, nas zonas de entrada, que se encontram à cota 6,04 m (Figura 38), que se apoiam nas paredes estruturais e que são materializadas por perfis metálicos HE280A e placas de viroc (aglomerado de fibras de madeira e cimento) que servirão de suporte às telas de impermeabilização e revestimento final da cobertura.

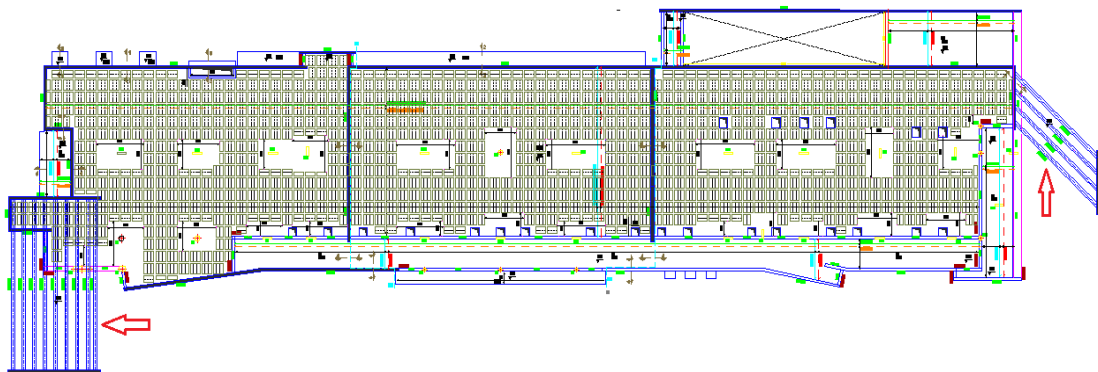


Figura 38 - Localização das coberturas mais elevadas (Fonte: Projeto de Estrutura)

2.5.7. Muros exteriores

O edifício será delimitado por muros de betão armado com 16 cm de espessura, onde será necessário executar uma nova escavação para implantação da sapata de fundação, tendo como referência o passeio da via pública. Como se pode observar na figura 39, esta sapata tem a dimensão de 86 cm x 40 cm sendo de dimensão superior à sapata do edifício. Isto deve-se ao facto do muro assentar excentricamente na sapata, sendo que esta deve ter maior dimensão para fazer o contra balanço. Relativamente às armaduras estas são iguais às dos muros do edifício, mencionadas anteriormente. Visto que os muros possuem cerca de 100 metros de comprimento, foram colocadas três juntas de dilatação.

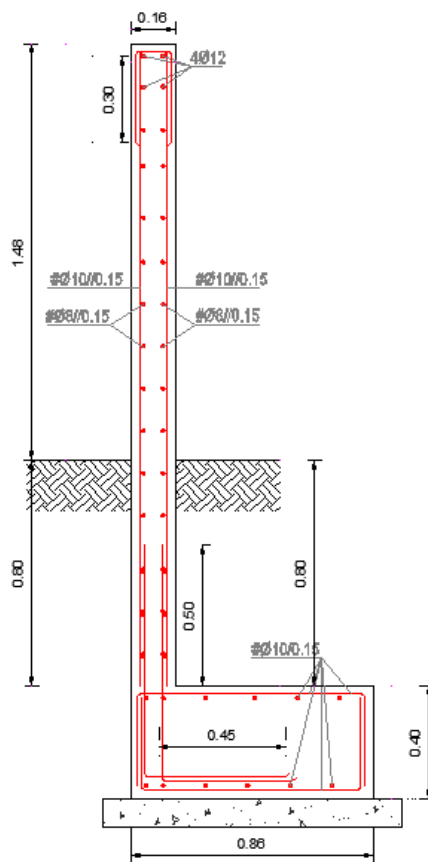


Figura 39 - Pormenor dos muros exteriores (Fonte: Projeto de Estrutura)

2.6. Projeto de Arquitetura

Em termos arquitetónicos o edifício apresenta-se com uma linha simples e moderna e possui uma característica interessante: a não existência de janelas na fachada poente. A luz natural ao longo desta fachada provém de claraboias construídas junto das platibandas, Figura 40.

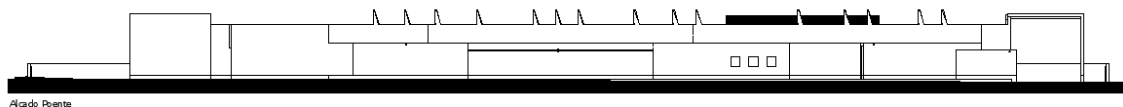


Figura 40 - Localização das claraboias na fachada poente (Fonte: Projeto de Arquitetura)

A clínica possui cinco gabinetes médicos (gabinete médico, nutrição, assistente social, diretor clínico e do/a enfermeiro/a chefe), uma zona ampla com 260 m² onde é feita a diálise e junto desta existe ainda uma zona de desinfeção ligada aos vestiários dos doentes, uma farmácia e uma oficina onde são testados os dispositivos de diálise. A zona técnica é direcionada aos trabalhadores da clínica e é também a zona dos armazéns onde se fazem cargas/descargas. Também aqui se encontra a zona de tratamento de águas, que se pode designar como o “coração” desta clínica. No anexo I é possível visualizar com maior detalhe, a planta com todas estas divisões.

Em termos de circulação, a clínica possui uma área de 250 m² em que os corredores têm 2,20 m de largura, respeitando assim o artigo 15º do decreto-Lei n.º 279/2009 que refere que os corredores com passagem de camas e macas devem ter, no mínimo, 2,20 m de largura útil.

O seu exterior é composto por uma zona ajardinada no lado nascente e de estacionamento destinado apenas aos utentes e trabalhadores nos lados norte e poente, sendo toda esta área delimitada pelos muros de betão referidos na parte final do projeto de estrutura.

2.6.1. Paredes divisórias interiores

As paredes divisórias interiores são em placas de gesso cartonado com 12,5 mm de espessura e dimensão de 1,20 x 3,00 m da marca Knauf de três tipos:

Standard – É o sistema comum de placas de gesso cartonado. Apresenta uma massa aproximada de 8 kg/m² e por não receberem qualquer tratamento, em contacto com água demoram apenas 2 horas a aumentar o seu peso em 10%.

Hidrófugas – Estas placas recebem um tratamento hidrófugo que faz com que, em contacto com água, demore aproximadamente 48 horas a aumentar o seu peso em 10 %. Apresentam uma massa de 9 kg/m².

Ignífugas – Estas placas possuem componentes como fibras de vidro que aumentam a sua resistência ao fogo por 60 minutos, neste caso em específico. Por possuir mais componentes, a sua massa é de 10 kg/m² e em contacto com a água tem o mesmo comportamento que uma placa comum.

Inicialmente marcaram-se todas as divisórias no pavimento, com o auxílio de uma linha azul, para posterior colocação da estrutura formada por perfis em aço galvanizado no pavimento e teto (canais), e perfis colocados na vertical (montantes). Nesta obra foram definidos montantes de 70 mm para paredes divisórias interiores simples (Figura 41) e de 48 mm em paredes duplas. No que diz respeito às paredes periféricas em betão, junto dos corredores foi necessário aplicar perfis ómega para respeitar a espessura de 6 cm, especificada para estas paredes, de modo a não diminuir a largura dos corredores (2,20 m). Nas restantes paredes periféricas foram aplicados montantes de 48 mm (Figura 42). Os montantes são colocados com 60 cm de afastamento entre si.



Figura 41 – Estrutura nas paredes divisórias interiores
(Fonte: Autor)



Figura 42 - Estrutura nas paredes periféricas (Fonte:
Autor)

A parede da casa de banho para pessoas de mobilidade reduzida é composta por perfis de 90 mm, de modo a ter espessura suficiente para ser reforçada com madeira de contraplacado marítimo na zona da sanita suspensa e das barras de apoio, Figura 43. Também as paredes que irão suportar portas de correr suspensas foram reforçadas com madeira colocada na espessura dos montantes, figura 44.



*Figura 43 - Reforço na zona das sanitas suspensas
(Fonte: Autor)*



Figura 44 - Reforço na zona das portas de correr (Fonte: Autor)

Todas as paredes são compostas por duas placas em cada face da sua estrutura, sendo que a primeira placa é de gesso cartonado comum e a segunda hidrófuga ou ignífuga, Figura 45. Esta última apenas é aplicada nas paredes do local onde são armazenados os produtos químicos. Primeiramente foi feita a placagem apenas numa face da estrutura, para passagem de instalações elétricas.

Após a passagem de todas as instalações elétricas foi colocado o isolamento acústico, constituído por lã de rocha com 40 mm de espessura, apenas nas paredes divisórias interiores, Figura 46. Por último foi então possível proceder à placagem da face em falta.



Figura 45 - Colocação das placas de gesso cartonado numa face (Fonte: Autor)



Figura 46 - Instalações elétricas envolvidas em lã de rocha (Fonte: Autor)

As juntas entre placas foram preenchidas, inicialmente, por uma demão com pasta de gesso. Sobre esta foi aplicada uma banda de papel com a ajuda de uma espátula, retirando a pasta em excesso, Figura 47. Após deixar secar a primeira demão foram aplicadas outras demãos, necessárias para garantir um perfeito acabamento.



Figura 47 - Emaçamento das paredes interiores (Fonte: Autor)

A zona técnica apresenta 120 m² de paredes em alvenaria de tijolo 30 cmx20 cmx11 cm, ligados por argamassas de cimento e areia ao traço 1:4. Isto deve-se ao facto de, além dessa zona ser corta-fogo e este tipo de paredes possuir as características necessárias é também uma zona húmida visto que a fechada será fechada com grelhas, não permitindo a colocação de paredes em gesso cartonado. Estas paredes têm uma altura de 2.10 m e 3.60 m e nestas últimas a parede foi reforçada em altura, com a execução de uma viga aos 2 metros e em comprimento com a execução de pilaretes a meio e na extremidade para travamento da parede, Figura 48.



Figura 48 – Execução de paredes em alvenaria (Fonte: Autor)

2.6.2. Tetos interiores

Os tetos interiores são também em gesso cartonado hidrófugo e nas zonas de gabinetes, entrada, receção e sala de diálise o teto será acústico, isto é, tem características de isolamento acústico. Os tetos serão implantados a cotas diferentes, conforme a planta de tetos da figura 49. Na zona dos armazéns o teto será rebocado ficando as instalações elétricas à vista. Também na zona de tratamento de águas estava previsto rebocar o teto mas decidiu-se alterar para teto em gesso cartonado hidrófugo com um pé direito de 3 m. Os corredores e demais circulações horizontais deverão ter como pé-direito útil mínimo 2,40 m. Entende-se por pé-direito útil a altura livre do pavimento ao teto falso. [5]

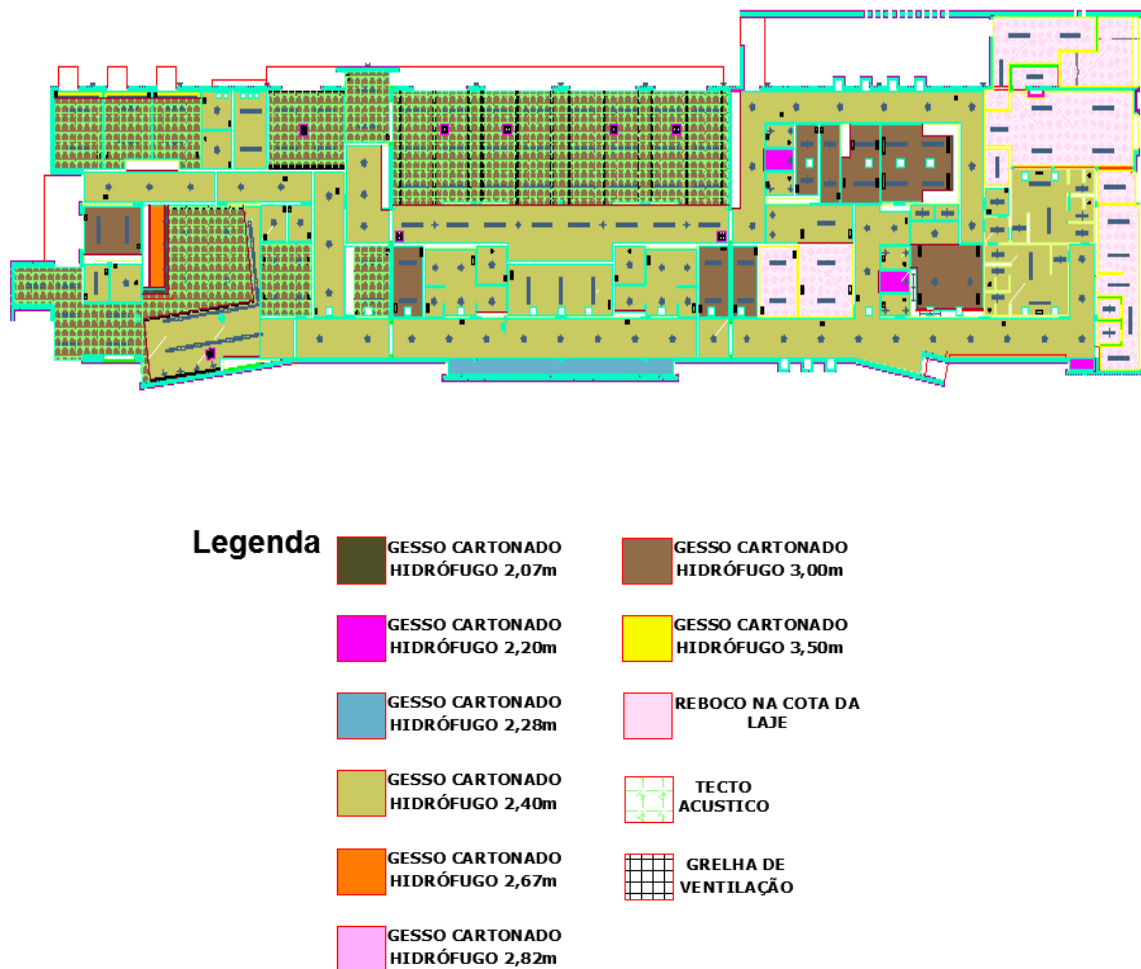


Figura 49 - Planta de tetos (Fonte: Projeto de Arquitetura)

No caso dos tetos falsos, os perfis metálicos possuem um afastamento entre si de 40 cm e são também isolados com lã de rocha.

Visto que o teto não é amovível, existem alçapões com dimensões de 60 cm x60 cm, nas zonas em que os projetistas das áreas técnicas (eletricidade, AVAC, etc.) acharam necessário. Estes alçapões destinam-se a garantir o acesso às máquinas do sistema de climatização e a instalações elétricas, para efeitos de operações de manutenção. Esta planta será alterada visto que após as reuniões de obra ficou claro que era necessária a existência de mais alçapões que o inicialmente previsto e também devido à alteração do teto da sala de tratamento de águas.

2.6.3. Revestimentos de paredes, tetos e pavimentos

De um modo geral os pavimentos serão revestidas em vinílico da marca Tarkett com cores já escolhidas pelo arquiteto, à exceção da zona de armazéns em que o pavimento será revestido com tintas epóxi. Estas tintas são constituídas por resinas epóxi e são resistentes a ambientes agressivos. De notar que o vinílico só poderá ser aplicado diretamente no pavimento se o grau de humidade do mesmo atingir, no máximo, os 2%. Caso isto não aconteça será necessário aplicar um primário no pavimento que não permita a passagem da humidade para o vinílico.

Na zona de tratamento de águas estava também previsto revestir o pavimento e paredes com vinílico mas após alerta de representantes do dono de obra, o pavimento será revestido com tintas epóxi e as paredes serão em cerâmica. Esta alteração deve-se ao facto de, nessa zona, serem manuseados produtos ácidos que, em contacto com o vinílico deixam manchas irreversíveis.

Os tetos serão pintados com uma tinta que apresenta uma elevada resistência aos fungos devido à incorporação de biocidas. As paredes que não forem revestidas em vinílico serão pintadas com uma tinta aquosa lavável, que apresenta uma boa resistência à condensação de vapor de água.

2.6.4. Impermeabilização da cobertura

A cobertura do edifício será do tipo plana invertida com revestimento de lajetas térmicas pré-fabricadas. A cobertura invertida distingue-se da tradicional pela forma como o isolamento é aplicado. No caso da invertida o isolamento é colocado sobre a impermeabilização, contrariamente à tradicional.

Em primeiro lugar e após limpeza das superfícies, aplicou-se um primário betuminoso para que a primeira camada de tela ficasse totalmente colada à camada de regularização, que foi previamente executada e que define as pendentes para as águas pluviais. Sobre a pintura do primário betuminoso foram coladas, com o auxílio de um maçarico, duas telas. A primeira tela “*Polyplas 30*” de 3kg/m² e que de acordo com as fichas técnicas do material, incorpora uma armadura de feltro de fibra de vidro de alta resistência e a segunda tela “*Poliester 40*” de 4 kg/m² que incorpora uma armadura de feltro de poliéster. As duas telas são acabadas em ambos os lados com um filme de polietileno. Na Figura 50 é possível observar a colocação da primeira tela sobre o primário.



Figura 50 - Aplicação da primeira tela betuminosa (Fonte: Autor)

Nas platibandas e claraboias, zonas que serão revestidas com o sistema ETICS, isto é, revestimento de isolamento térmico, a tela colocada foi uma tela que incorpora uma armadura em feltro de poliéster, com acabamento mineral, que dobra em meia cana (Figura 51) de modo a possibilitar a correta colagem do ETICS.



Figura 51 - Aplicação da tela mineral na zona de dobragem do ETICS (Fonte: Autor)

Nas juntas de dilatação colocou-se uma mangueira flexível sob as telas, Figura 52, para que o edifício se possa movimentar livremente sem causar rompimento das mesmas.

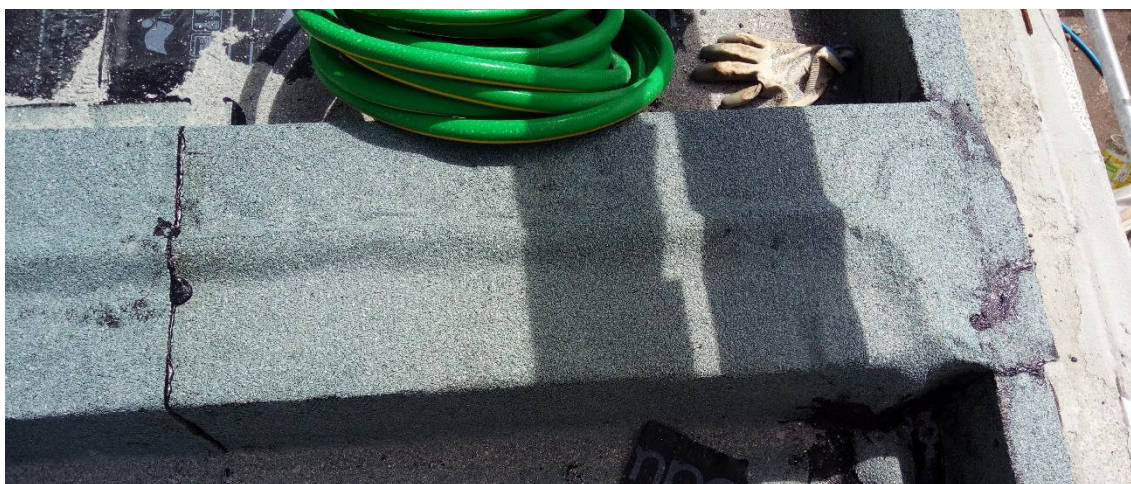


Figura 52 - Pormenor da junta de dilatação (Fonte: Autor)

Na cobertura, sobre as telas de impermeabilização será aplicado um isolamento em placas de poliestireno extrudado com 80 mm de espessura, e sobre estas uma manta geotêxtil. Por fim serão colocadas lajetas de betão pré-fabricadas de grão fino com 60 cm x60 cm x2.5 cm. No caso das palas, o sistema é semelhante, sendo que serão aplicadas lajetas sem isolamento devido à altura das platibandas ser insuficiente.

Esta cobertura torna-se acessível uma vez que funciona como uma zona técnica, visto que é lá que serão instalados os equipamentos de AVAC e painéis solares, protegidos por uma vedação que não permite a sua visualização pelo exterior. Sendo que a maioria destes equipamentos produz vibrações ficarão assentes sobre maciços de betão armado e apoios anti-vibráticos próprios por forma a absorverem todas as vibrações.

2.6.5. Revestimento de fachadas

[6] A introdução dos novos requisitos legais relativos à eficiência energética têm vindo a provocar grandes alterações no sector da construção. Para responder às crescentes exigências de conforto higrotérmico, associadas às preocupações com o consumo de energia e à proteção ambiental, é necessário isolar termicamente a envolvente dos edifícios, de modo a minimizar as trocas de calor com o exterior, com conseqüente redução das necessidades de aquecimento/arrefecimento.

Neste enquadramento o sistema ETICS – sistema de isolamento térmico pelo exterior- constitui uma das soluções mais eficientes para se obter fachadas com elevado desempenho uma vez que garante o conforto térmico durante todo o ano, protegendo as paredes envolventes, eliminando as pontes térmicas.

Em Portugal, a utilização deste tipo de sistema tem vindo a aumentar ao longo dos anos muito por causa das imposições regulamentares ao nível da térmica e também pelas próprias vantagens que o sistema apresenta, tais como:

- Poupança no consumo energético para aquecimento e arrefecimento dos espaços devido ao adequado isolamento térmico;
- Diminuição do risco de condensações na face interior da parede devido à redução drástica do efeito das pontes térmicas;
- Maximização do espaço útil de pavimento já que a espessura necessária para o material de isolamento é transportada para o exterior da parede;
- Utilização de revestimentos impermeáveis e resistentes à intempérie que protegem os elementos estruturais, aumentando a sua durabilidade

[7] Os isolantes térmicos mais correntes no nosso país são: o Poliestireno Expandido Moldado (EPS), o Poliestireno Expandido Extrudido (XPS), a Espuma de Poliuretano (PUR), o Aglomerado Negro de Cortiça (ICB) e a Lã Mineral (MW). Consoante os casos, podem ser utilizados em placas, sob a forma de espuma, placas ou mantas.

Na seleção do sistema a utilizar é necessário atender ao tipo de suporte, à zona climática (neste caso I2), ao nível de conforto térmico pretendido, à exposição da fachada, ao tipo de acabamento e a condicionamentos regulamentares relativos ao risco de incêndio e ao carácter arquitetónico do edifício.

Neste caso em concreto foram aplicados dois tipos de isolamento: expandido (EPS) e extrudido (XPS). Segundo o projeto de arquitetura, o rodapé do edifício será em mármore estando inicialmente previsto colocar uma argamassa hidrófuga para colagem e suporte da mesma e também porque esta zona está em contacto com o solo, tornando-a húmida. Sendo todo este sistema aplicado com produtos da marca weber, após contacto com os seus representantes, decidiu-se que o ideal seria colocar placas de XPS na zona do rodapé uma vez que este tipo de isolante não absorve a humidade e apresenta maior resistência. O sistema que será aplicado em obra está representado na figura 53.

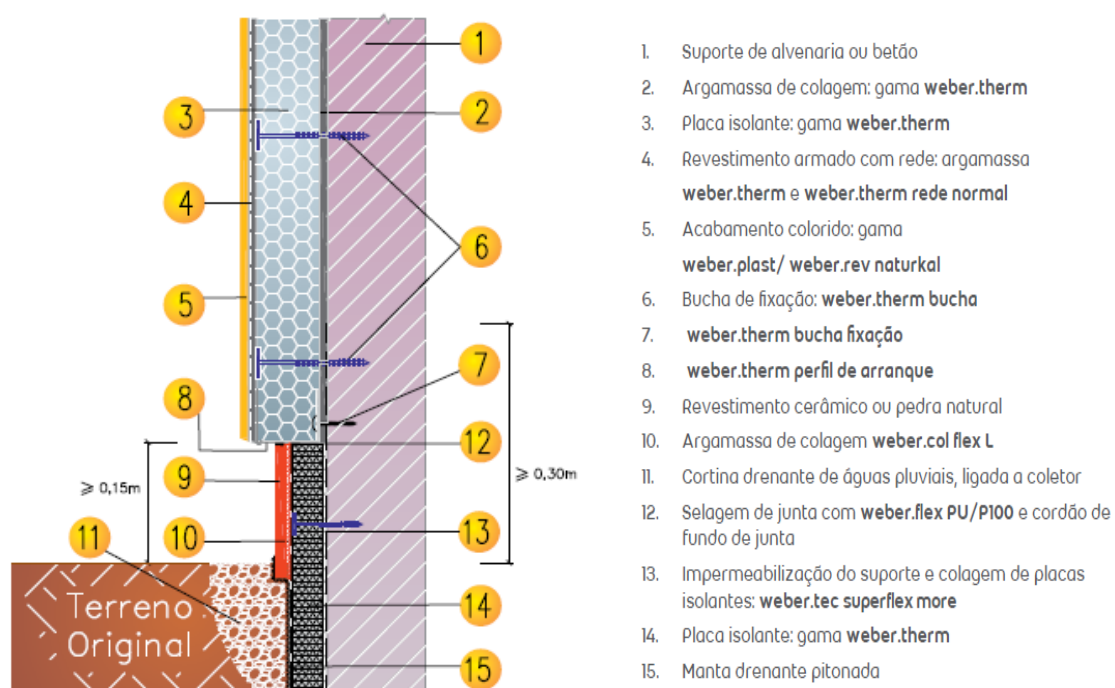


Figura 53 - Sistema ETICS aplicado em obra (Fonte: [8])

O sistema ETICS apenas começou a ser aplicado após lavagem em pressão das paredes de betão para retirar vestígios de óleos descofrantes, pó ou qualquer outro resíduo que poderia comprometer a colagem das placas de suporte.

Em primeiro lugar colocaram-se os perfis de arranque nivelados para apoio da primeira fiada de placas, neste caso, as XPS (Figura 54). Como estas placas ficam em contacto com o solo, foram coladas com uma pasta betuminosa de elevado rendimento que tem também a função de impermeabilizar a superfície de colagem das placas, e foram fixadas ao betão com buchas mecânicas. Como estas placas suportarão o peso do rodapé foram reforçadas com maior número de buchas (Figura 55).

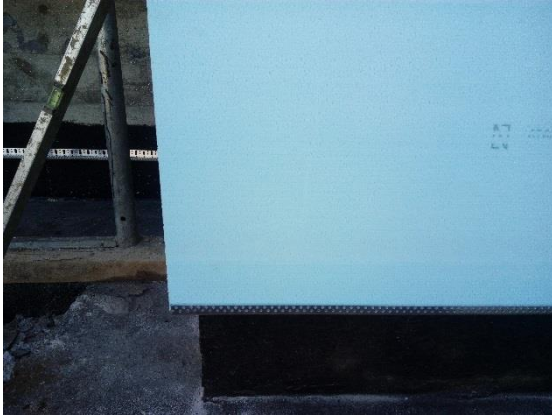


Figura 54 - Colocação da placa XPS sobre o perfil de arranque (Fonte: Autor)



Figura 55 - Fixação mecânica das placas XPS (Fonte: Autor)

A aplicação das placas EPS foi feita após se colocar o arranque da rede de fibra de vidro de modo a proteger também a parte inferior das mesmas, conforme se observa na figura 56. Estas placas foram coladas com uma argamassa simples (Figura 57), espalhada na totalidade da superfície da placa, utilizando uma talocha dentada sempre com o cuidado da argamassa não refluir nas juntas entre painéis, de modo a evitar pontes térmicas. Estas placas foram também fixadas ao betão com buchas de fixação distribuídas em todo o seu perímetro.



Figura 56 - Arranque da rede de fibra de vidro (Fonte: Autor)



Figura 57 - Colagem das placas EPS (Fonte: Autor)

Nesta fase foram aplicados os elementos de reforço das arestas, colados com a mesma argamassa de colagem das placas, Figura 58. Foi também aplicado um perfil de pingadeira que impede o recuo da água que escorre da fachada, Figura 59.



Figura 58 - Perfil de canto (Fonte: Autor)



Figura 59 - Perfil de pingadeira (Fonte: Autor)

Nas juntas de dilatação o sistema foi interrompido e foi aplicado um perfil em PVC, com rede e membrana deformável, conforme representado na Figura 60. O espaço interior do perfil de junta de dilatação será preenchido com mástique de poliuretano sobre um cordão em espuma de polietileno



Figura 60 - Interrupção do sistema na junta de dilatação e respetivo perfil aplicado (Fonte: Autor)

[8] Após colocação de todos estes perfis, procedeu-se à aplicação da rede de fibra de vidro incorporada numa primeira camada de argamassa de revestimento com 2 mm de espessura. Após secagem da mesma, foi aplicada uma nova camada de argamassa por forma a tornar a superfície homogénea, ocultando totalmente a rede. Sendo que o acabamento final será tradicional colorido, terá de ser aplicado um primário de homogeneização. Após secagem do mesmo será aplicado o acabamento branco de textura fina por barramento com uma talocha lisa em inox e acabado com uma talocha plástica em movimentos circulares para se obter a textura pretendida. Este acabamento só será realizado na fase de conclusão da obra.

2.6.6. Caixilharia

Até à data da elaboração do presente trabalho, apenas tinham sido colocados os caixilhos em alumínio nas janelas. Anteriormente à colocação dos mesmos, procedeu-se à preparação das respetivas soleiras com a colagem de tela mineral para a sua impermeabilização. A soleira das janelas será em zinco puro com um perfil de pingadeira e será colocada por partes, sendo que a primeira parte foi colocada sob o caixilho (Figura 61) e a restante será aplicada após a colocação do sistema ETICS. Os caixilhos colocados, da marca *Extrusal*, foram lacados à cor preta (Figura 62), com um pré tratamento *seaside*, indicado para o alumínio aplicado em atmosferas marítimas, tendo como objetivo protegê-lo da corrosão e maximizar a adesão da tinta.



Figura 61 - Preparação da soleira (Fonte: Autor)



Figura 62 - Caixilho aplicado sobre o zinco (Fonte: Autor)

O sistema será de batente com vãos com abertura basculante e vãos fixos. O caixilho das janelas incorpora uma soleira de ressoamento e todo o sistema apresenta ruptura térmica, (Figura 63). Este sistema permite a interrupção da condutibilidade térmica do alumínio e é composto por dois perfis de alumínio separados por um perfil central.

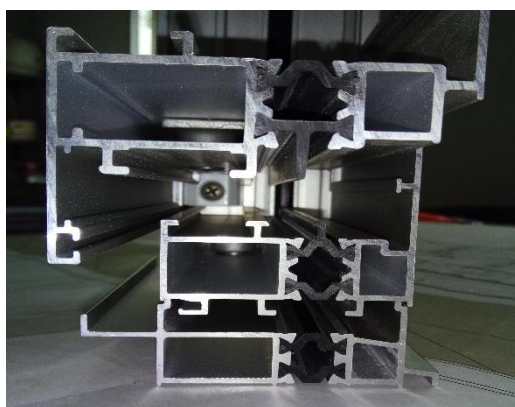


Figura 63 - Detalhe da caixilharia incorporando a soleira de ressoamento (Fonte: Autor)

O vidro, apesar de não estar aplicado, será duplo, laminado, com 3 mm de espessura no interior e 4 mm no exterior, separados por uma caixa-de-ar de 10 mm.

2.7. Especialidades

2.7.1. Rede de Águas Residuais

[9] De acordo com a informação prestada pelos serviços municipalizados, existem dois pontos disponíveis para efetuar a ligação da rede de drenagem de águas residuais ao coletor público, assim como, admitem uma profundidade máxima de 1,0 m para a caixa ramal de ligação. Dada a dimensão do edifício, não foi possível efetuar a ligação através de uma caixa ramal de ligação, visto que se ultrapassava a altura máxima permitida pelos serviços, pelo que se optou por efetuar a ligação à rede pública através de duas caixas ramal de ligação. Contudo, a altura máxima permitida foi ligeiramente ultrapassada de forma a garantir uma inclinação que se considera mínima para o perfeito funcionamento da rede. [10] De acordo com o Regulamento Geral dos sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, no dimensionamento hidráulico dos coletores de águas residuais e pluviais deve ter-se em atenção a sua inclinação que deve situar-se entre 1% e 4%. A inclinação mínima de projeto é de 1%, respeitando assim o regulamento. Também os diâmetros foram respeitados, visto que o mínimo admissível é de 100 mm, sendo este o diâmetro mínimo em projeto.

A drenagem das águas residuais é efetuada através de ramais de descarga que recebem os caudais provenientes das peças sanitárias que por sua vez são conduzidos aos coletores, que posteriormente encaminha os efluentes para as respetivas caixas ramal de ligação que ligam ao coletor público.

A rede de drenagem das salas de diálise e das salas de tratamento de água são separadas da restante rede, ligando-se apenas na caixa antes da ligação à caixa ramal de ligação.

Na figura 64 e no anexo I é possível observar a planta da rede drenagem de águas residuais.

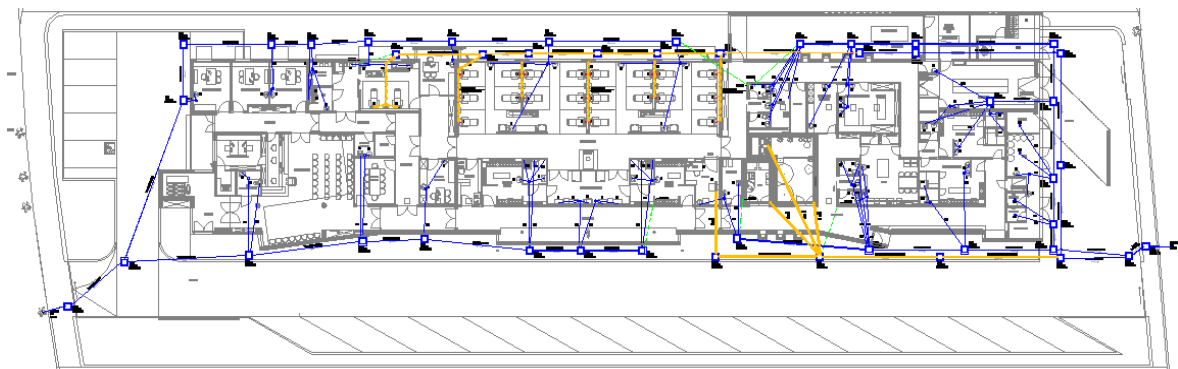


Figura 64 - Rede de drenagem de águas residuais (Fonte: Projeto de Águas Residuais)

Esta rede é separada da restante por receber resíduos que provêm das máquinas de diálise (dialisadores) e águas que provêm da máquina de osmose na sala de tratamento de águas, que podem chegar aos 75°C e que têm como função desinfetar toda a tubagem e os próprios dialisadores. Precisamente por estas razões, a tubagem interior destes dois locais foi executada em ferro fundido, Figura 65.



Figura 65 - Tubagem interior Metallit-SMU (Fonte: Autor)

A rede exterior, ainda que separada da restante, seria executada em PVC mas após reunião com o dono de obra que apresentou as razões acima descritas, decidiu-se substituir a tubagem para ferro fundido num comprimento significativo, para permitir a diminuição da temperatura, ligando novamente à tubagem em PVC (Figura 66) até à câmara do ramal de ligação, que liga ao coletor público.



Figura 66 - Ligação das tubagens na caixa de visita (Fonte: Autor)

A restante tubagem foi executada em Policloreto de Vinilo – PVC-U. De referir que a inclinação da tubagem interior é de 2% e a exterior é de 1%.

As caixas de reunião de pavimento são também em PVC de diâmetro de 125 mm e o seu ramal de ligação é de 75 mm para evitar entupimentos. A caixa apresenta cinco saídas de 50 mm que ligam aos lavatórios, urinóis e bases de duche, Figura 67. A sifonagem é feita nos próprios equipamentos sanitários em que as sanitas, pias de despejo e ralos de duche possuirão um sifão incorporado e nos lavatórios e urinóis o sifão será tipo garrafa.



Figura 67 - Caixa de pavimento com as ligações efetuadas (Fonte: Autor)

2.7.2. Rede de Águas Pluviais

[11] A rede de drenagem prevista para este edifício é um sistema sifónico Geberit Pluvia, encontrando-se uma distribuição de 10 ralos ao nível da cobertura (Figura 68), que recolhem as águas pluviais daí provenientes, que serão encaminhadas para os coletores suspensos na face inferior da laje, que encaminham as águas a uma caixa de visita que se encontra ligada a um sistema de coletores que por sua vez encaminham as águas para a caixa de ramal de ligação, ligando-a finalmente ao coletor público.

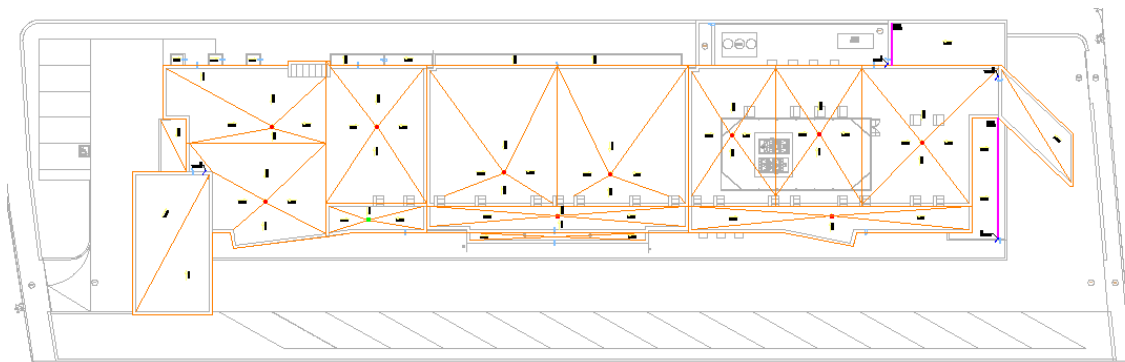


Figura 68 - Distribuição dos ralos na cobertura (Fonte: Projeto de Águas Pluviais)

Este sistema da Geberit apenas pode ser colocado por um instalador autorizado pela marca, sendo dimensionado pela mesma, e distingue-se dos sistemas convencionais por funcionar em secção cheia, uma vez que a sua configuração permite um rápido enchimento das tubagens, que possuem diâmetros reduzidos, evitando a entrada de ar no sistema, drenando assim a água de uma forma muito rápida e eficaz. Nas figuras 69 e 70 é possível observar a configuração do ralo e o seu reduzido diâmetro de saída, respetivamente.



Figura 69 – Configuração do ralo (Fonte: Autor)



Figura 70 – Diâmetro de saída do ralo (Fonte: Autor)

[12] Por ser um sistema sujeito a pressões negativas muito elevadas que se geram quando é colocado em carga, a tubagem e acessórios são em Polietileno de alta densidade PE80, uma vez que cumpre todos os requisitos que o sistema exige (resistência, flexibilidade, estanquidade, etc.) não sendo necessário planear inclinações. Esta rede de tubagem fica suspensa na laje através de rails que suportam os tubos com abraçadeiras e estas também têm como função bloquear o movimento longitudinal dos tubos, Figura 71.



Figura 71 - Fixação da Tubagem à laje (Fonte: Autor)

O material PVC não deve ser utilizado uma vez que não possui as características necessárias para suportar as pressões negativas. Porém a finalização do sistema é feita em tubagem de PVC com $\varnothing 200$ e $\varnothing 110$, com pendente criada para a caixa de descompressão. Ao aumentar o diâmetro do tubo de queda, este recupera a proporção de ar eliminada em secção cheia e o sistema é finalizado como convencional, Figura 72.



Figura 72 - Finalização do sistema em tubagem de PVC (Fonte: Autor)

Ao nível das coberturas mais elevadas a drenagem será efetuada por um sistema tradicional por gravidade para um tubo de queda que por sua vez encaminhará as águas para a cobertura à cota de 3.90 metros, sendo recolhidas pelo sistema da Geberit.

As coberturas mais baixas encaminham as águas aos tubos de queda, colocados no exterior do edifício, com ligação ao sistema de coletores.

No exterior ao nível dos pavimentos, as águas pluviais serão recolhidas por grelhas lineares e grelhas pontuais (sumidouros) e nas palas a drenagem é feita por queda livre através de *troplaine*. O *troplaine* é um tubo de “emergência” em zinco, que encaminha as águas em excesso da cobertura para o exterior. No anexo I é possível observar a planta da rede interior e exterior das águas pluviais do edifício.

2.7.3. Abastecimento de Águas

[13] De acordo com a informação prestada pelos serviços municipalizados, a pressão disponível na rede pública é de 30 m.c.a., assim, a rede foi dimensionada para uma pressão disponível de 28.82 m.c.a. garantindo-se uma pressão de 10,00 m.c.a. no dispositivo mais desfavorável.

O ramal de abastecimento ao edifício será em PEAD até ao limite da área técnica, passando a tubagem multicamada no interior do edifício. Os tubos multicamada são constituídos, no exterior e interior, por polietileno resistente a altas temperaturas e no meio por alumínio.

No interior do edifício a rede de abastecimento circulará suspensa no interior dos tetos falsos através de abraçadeiras, Figura 73, derivando á mesma cota para o interior dos compartimentos, onde circulará embebida no interior das paredes divisórias a 40 cm do pavimento.



Figura 73 - Tubagem suspensa à laje por meio de abraçadeiras (Fonte: Autor)

No interior dos compartimentos a rede de abastecimento será dotada de válvulas de seccionamento, de forma a reparar eventuais avarias sem comprometer o regular funcionamento da restante rede do edifício.

Esta rede é composta por três derivações: água fria, água quente e de retorno, sendo a tubagem destas duas últimas redes isolada. A tubagem que liga às máquinas da roupa e lava loiças terá um diâmetro de $\varnothing 20$ mm e os restantes equipamentos terão um diâmetro de $\varnothing 16$ mm. A restante tubagem possui diâmetros variados, como se poderá observar na planta da rede de abastecimento de água do anexo I, e a transição entre esses diâmetros é

feita por acessórios apropriados, nomeadamente, reduções. Na figura 74 é possível observar a instalação da tubagem num lavatório, bem como as válvulas de seccionamento, instaladas à esquerda.

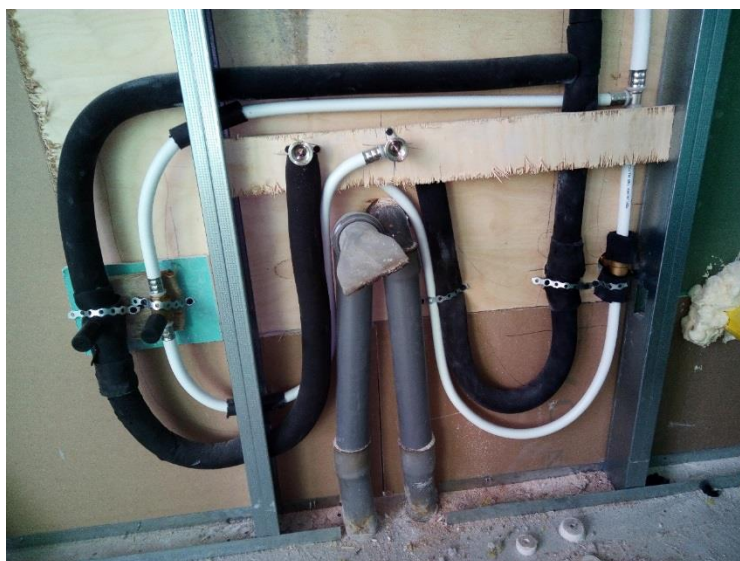


Figura 74 - Tubagem de abastecimento num lavatório (Fonte: Autor)

Antes de se fechar definitivamente as paredes, pôs-se a tubagem à carga enchendo-a com uma pressão de 12 kgf/cm² de água de modo a verificar se existia alguma fuga. O sistema fica em carga até ser feita a ligação final da água da rede pública de abastecimento.

2.7.4. Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

Quanto ao sistema de AVAC, o edifício será dotado de um sistema de climatização centralizado, constituído por duas unidades de tratamento de ar novo (UTAN. 01 e UTAN. 02) e por um sistema do tipo VRV – Volume de Refrigerante Variável.

O VRV é um sistema de ar condicionado que permite a ligação de múltiplas unidades internas que operam individualmente por ambiente, a apenas uma unidade exterior. Neste sistema é possível controlar a temperatura de cada unidade interior permitindo haver divisões com temperaturas distintas.

Neste caso em específico existem duas unidades exteriores (VRV. 01 e VRV.02) em que uma apenas climatiza a sala de diálise e outra climatiza os restantes gabinetes, sala de espera e sala de reuniões, como se pode observar na figura 75.

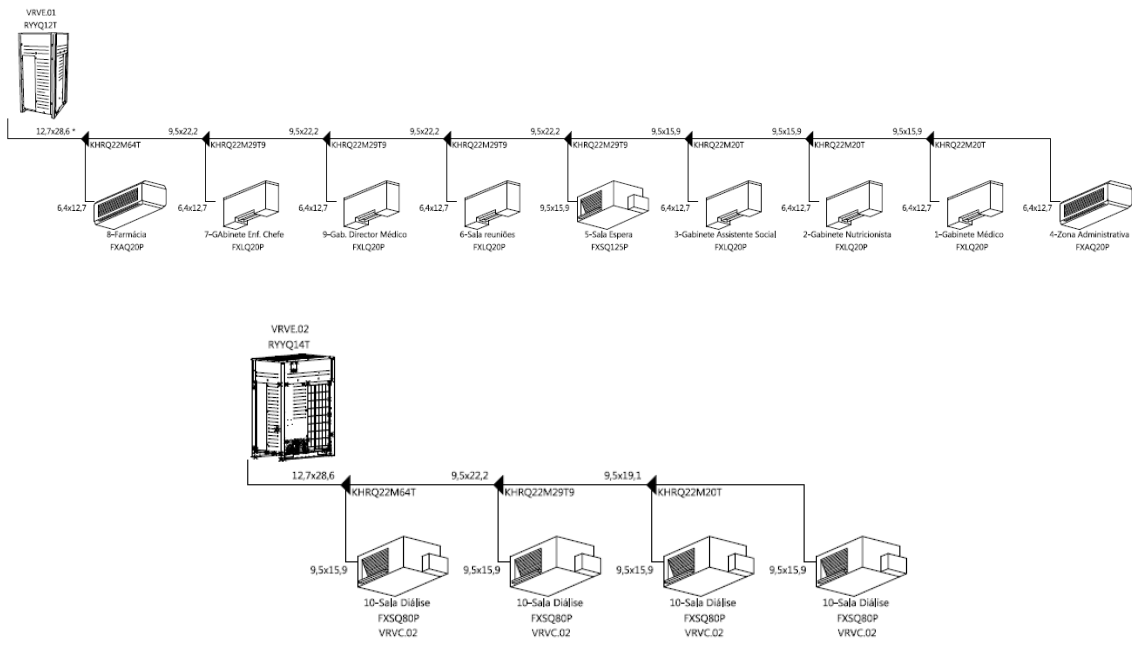


Figura 75 - Sistema VRV aplicado em obra (Fonte: Projeto de AVAC)

Os terminais do sistema de climatização diferem consoante os espaços a climatizar:

- Ventiloconvectores de pavimento – Gabinetes e sala de reuniões;
- Ventiloconvectores murais – Farmácia, zona administrativa;
- Ventiloconvectores de condutas – Sala de espera e sala de diálise.

Em todos estes locais e nos restantes, a ventilação mecânica será asseguradas pelas unidades de tratamento de ar novo e este ar tratado será insuflado através de difusores lineares e grelhas instalados no teto falso. A extração de ar também será realizada por grelhas pontuais. As instalações sanitárias serão dotadas de um sistema de ventilação mecânica, realizada através das unidades de tratamento de ar novo e de ventiladores de extração.

Na sala de diálise positivos e na sala de tratamento de águas o sistema difere do anterior, passando a ser um sistema individual, dedicado, denominado sistema split, que apenas alimenta estes compartimentos, tornando-os independente dos restantes. Tal como o sistema VRV, possui uma unidade exterior na cobertura em cada compartimento e uma unidade interior do tipo ventiloconvector de condutas na sala de diálise e mural no tratamento de águas.

A ventilação mecânica na sala de diálise de positivos será assegurada com recurso a uma unidade recuperadora de calor, enquanto no tratamento de águas será assegurada pelas unidades de tratamento de ar novo anteriores referidas.

As potências definidas em projeto para cada um dos equipamentos referidos acima, encontram-se na tabela 4.

Tabela 4 - Potências Térmicas dos Equipamentos

Sistema	Potência Aquecimento (kW)	Potência Arrefecimento (kW)
UTAN.01	17.7	-
UTAN.02	14.8	-
VRVE.01	45	40
VRVE.02	37.5	33.5

Sendo que o edifício possui repartições corta-fogo, para o atravessamento das paredes interiores, neste caso em betão, foi necessário colocar um registo corta-fogo em cada conduta, como se pode observar na figura 76. Em caso de incêndio as condutas podem tornar-se num caminho de propagação rápida de fumos e para que tal não aconteça instalam-se estes dispositivos, que obturam as condutas de AVAC em caso de incêndio. A gestão técnica centralizada só deixará arrancar os equipamentos de AVAC caso os registos estejam abertos.

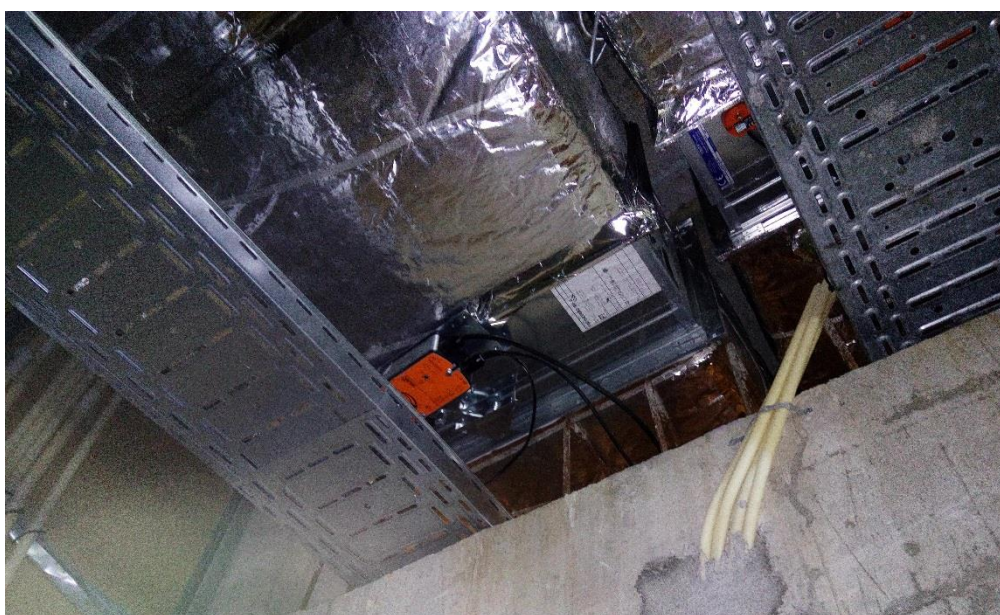


Figura 76 - Registos corta-fogo no atravessamento de paredes de betão (Fonte: Autor)

Todas as condutas possuem reguladores de caudal para garantir que o caudal insuflado é o estipulado em projeto. No caso das condutas circulares os reguladores estão instalados no interior da conduta e nas condutas retangulares estão instalados no exterior, como se pode observar nas figuras 77 e 78, respetivamente.



Figura 77 - Regulador de caudal em conduta circular (Fonte: Autor)



Figura 78 - Regulador de caudal em conduta retangular (Fonte: Autor)

Para o aquecimento das águas sanitárias foi projetado um sistema solar térmico, Figura 79, constituído por um depósito acumulador, com uma capacidade de 500 litros, um conjunto de 4 coletores solares e uma caldeira para o caso de não ser possível utilizar os coletores solares.

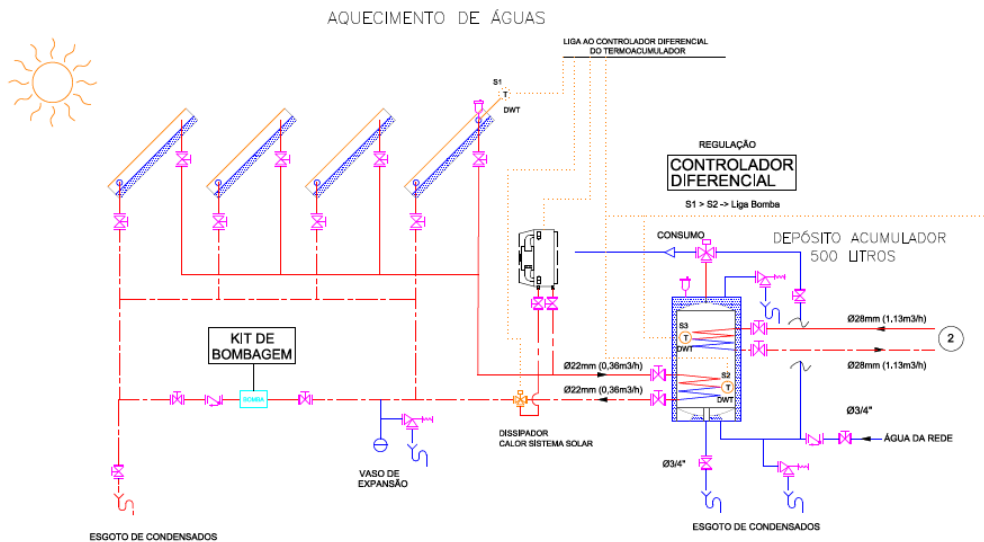


Figura 79 - Sistema Aquecimento Águas (Fonte: Projeto de AVAC)

O quadro geral de AVAC está localizado na sala de quadros e daí distribui toda a cablagem assente em esteiras metálicas.

Em obra apenas estão colocadas as condutas com os respetivos plenums (Figura 80), não havendo seguimento devido a uma possível alteração do projeto e porque até à data caixilharia não foi colocada na sua totalidade. Os plenums foram colocados conforme o projeto de AVAC presente no anexo I.

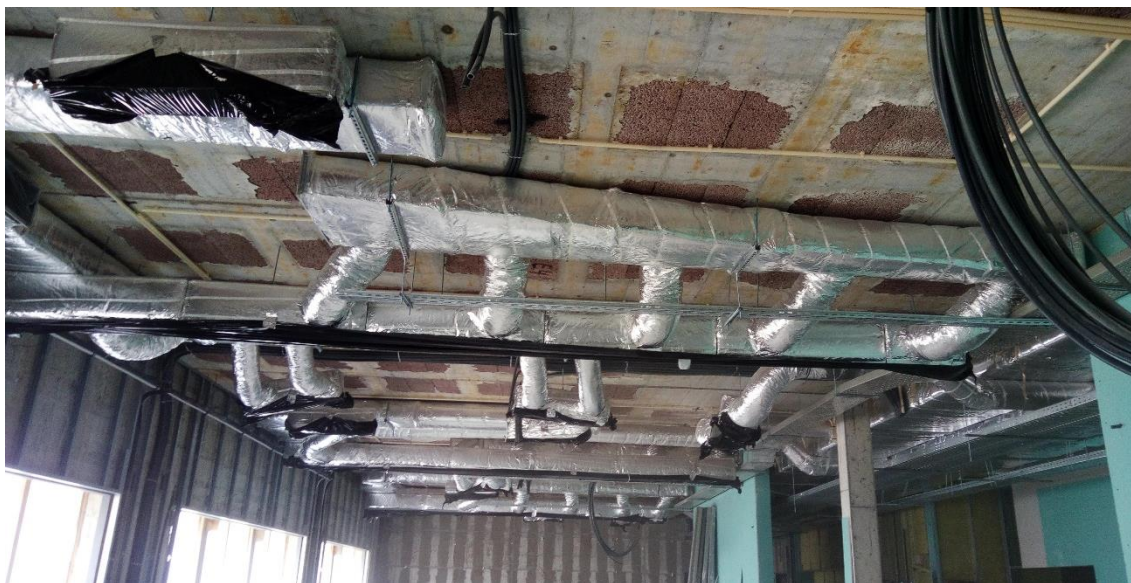


Figura 80 – Condutas e respetivos plenums em obra (Fonte: Autor)

2.7.5. Eletricidade

A conceção do projeto desta especialidade teve em especial atenção a classificação do edifício em função da sua utilização e lotação. Segundo o caderno de encargos este edifício é classificado recebendo público – “tipo hospitalar” de 4ª categoria visto que o seu efetivo é superior a 50 pessoas e inferior a 200 pessoas.

Visto que o edifício em estudo é um edifício do tipo hospital requer equipamentos independentes e a distribuição de energia será realizada por 3 meios diferenciados nomeadamente:

- Abastecimento normal de energia através de um posto de transformação de cliente de média tensão com um transformador de 250 kVA, instalado em espaço dedicado;

- Abastecimento de emergência através de um grupo gerador com uma potência que pode variar entre 220 kVA e 275 kVA consoante o regime de funcionamento, instalado no exterior;

- Abastecimento de energia ininterrupta a partir de uma UPS de 20 kVA, instalada na sala de quadros.

Esta unidade de alimentação ininterrupta instalada na sala dos quadros terá uma autonomia de 10 minutos e tem o objetivo de fornecer energia de forma estável e sem interrupção, nos postos de trabalho cuja falha na alimentação poderá ser prejudicial ao correto funcionamento dos equipamentos e instalações. Cada posto de trabalho será dotado de uma tomada com fundo vermelho para este fim. A unidade que será instalada em obra, da marca GE, está apresentada na Figura 81.



Figura 81 - Unidade ininterrupta de energia a instalar em obra (Fonte: [14])

Tanto o quadro geral da UPS como o quadro geral de baixa tensão estão localizados na sala de quadros e distribuem cablagem para os diferentes quadros parciais distribuídos em toda a clínica. Esta cablagem é encaminhada através de esteiras metálicas, localizadas acima do teto falso, ou à vista no caso dos tetos rebocados (armazéns).

Relativamente à iluminação, o edifício será dotado de iluminação normal e de segurança. Quanto à iluminação normal foram adotadas soluções luminotécnicas que se traduzissem no conforto visual dos utentes dando, ao mesmo tempo, um bom rendimento luminoso e de baixo consumo de energia. Foram então escolhidas armaduras e lâmpadas para este efeito, como é o caso das lâmpadas fluorescentes T5 (elevado rendimento) e das lâmpadas LED. As luminárias diferem em função de cada espaço.

Nas figuras abaixo apresentam-se dois tipos de iluminação que serão instaladas em obra, sendo representada na Figura 82 uma armadura para lâmpadas fluorescentes e na Figura 83 para lâmpadas LED, ambas encastradas no teto. Complementarmente à iluminação normal, haverá iluminação de emergência e segurança cujos aparelhos estão dotados de baterias.



Figura 82 - Armadura Fluorescente (Fonte: [15])



Figura 83 - Armadura LED (Fonte: [16])

Nesta especialidade estão também projetados os equipamentos de segurança contra incêndio, nomeadamente a instalação de extintores no interior da clínica e toda a sinalética requerida em projeto. Inicialmente o projeto estabelecia a instalação de três carreteis instalados em cada zona da clínica, porém houve uma alteração de projeto prevendo-se a instalação de um marco de extinção incêndio no exterior do edifício.

Em obra apenas está colocada a tubagem e as esteiras para posterior passagem da respetiva cablagem.

2.8. Ensaaios do betão

De acordo com a norma portuguesa NP ENV 13670-1 e o projeto de execução esta obra pertence à classe de inspeção 1, na qual estão incluídas as obras com menos de 2 andares.

Apesar de a empreitada pertencer à classe 1 que refere que deve ser feita uma amostra mínima por dia ou de 50 em 50 m³, para se assegurar o controlo de qualidade do betão fabricado em obra e visto que a empresa é certificada, foi estipulado por parte da área de Qualidade, a realização de provetes de 300 m³ em 300 m³ de betão produzido e o envio dos mesmos para um laboratório acreditado. No caso das lajes e como a sua execução foi dividida por juntas de dilatação (3 fases), estipulou-se a recolha de uma amostra para cada uma delas. Na Figura 84 é possível observar a execução das amostras de betão.



Figura 84 – Compactação das amostras de betão (Fonte: Autor)

Até serem enviadas para o laboratório, as amostras ficaram conservadas em água. Num prazo máximo de 5 dias os provetes foram enviados para o laboratório para a realização do ensaio aos 7, 14 e 28 dias.

No anexo II apresentam-se os resultados de um dos ensaios de resistência à compressão realizados pelo laboratório de Geotecnia e Materiais de Construção, acreditado pelo IPAC.

Aquando da execução dos provetes foi também executado o ensaio de abaixamento (*slump test*) para controlo interno. Este ensaio, descrito na NP EN 12350-2 [17], consiste em colocar betão em três camadas compactadas com 25 pancadas com auxílio de um varão e regularização superficial da 3^a camada no interior de um molde com a forma tronco-cónica (cone de Abrams), compactando-o. Quando o cone é removido, o

abaixamento do betão em relação ao cone estabelece a medida da sua consistência, Figura 85.



Figura 85 – Abaixamento slump (Fonte: Autor)

Este ensaio só é válido no caso de se verificar um abaixamento verdadeiro, isto é, no qual o betão permanece substancialmente intacto e simétrico. Se o provete se deforma deve-se repetir o procedimento para outra amostra de betão. Se em dois ensaios consecutivos se verificar deformação do betão, este não apresenta a plasticidade e coesão adequadas.

De todos os ensaios realizados o betão apresentava um abaixamento entre 50 a 90 mm, pertencendo assim à classe de consistência S2, tabela 5.

Tabela 5 - Classes de consistência do betão

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

Este resultado diferenciou da classe de resistência requerida em projeto uma vez que na execução dos vários ensaios foi utilizada menor quantidade de água, sendo posteriormente adicionada a quantidade pretendida para a classe do betão em questão.

2.9. Custos

2.9.1. Orçamento Final

Tal como em todas as empreitadas, inicialmente teve de ser feita uma negociação de preços com as várias entidades (subempreiteiros, dono de obra, entre outros) até se chegar a um custo final para adjudicação da obra. O custo final é a soma dos custos diretos com os custos indiretos. Os custos diretos englobam os custos com a mão-de-obra, materiais e equipamentos. Os custos indiretos englobam os custos com despesas administrativas, financeiras, comerciais, tributárias e gastos com instalações provisórias de água, energia elétrica e ainda gastos com a segurança no trabalho.

Pela análise do orçamento desta empreitada, foi possível entender que a especialidade que acarreta mais custos é a da arquitetura por ser a especialidade que engloba a maioria das atividades, representando 44% do custo global da obra. As instalações elétricas e mecânicas no seu total representam 33% do custo final. A menor fatia corresponde à especialidade das redes de águas que equivale a apenas 5%.

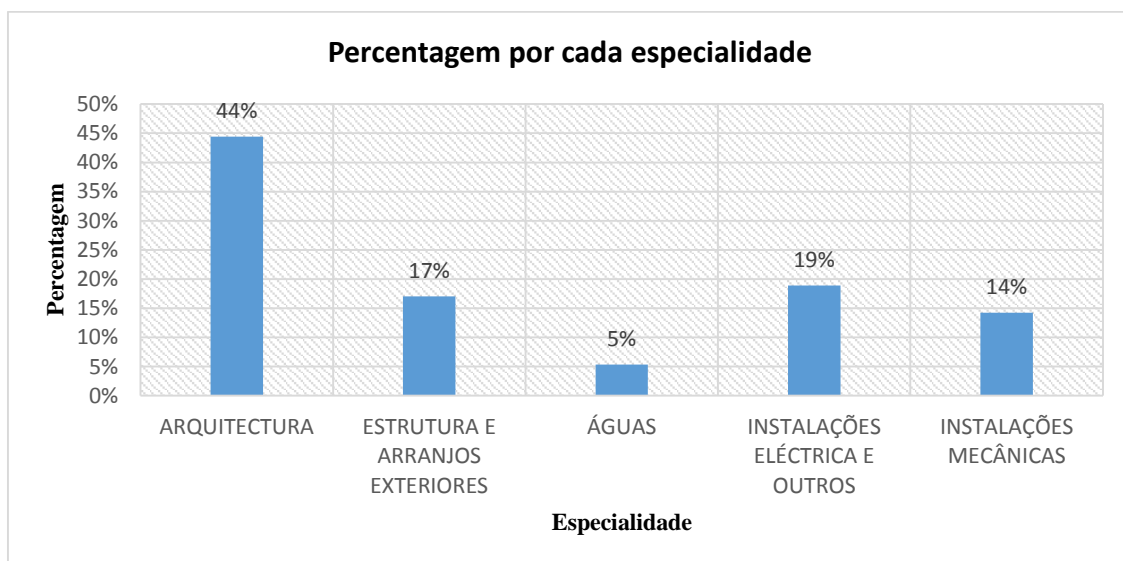


Gráfico 1 - Percentagens por Especialidade

É importante que qualquer erro ou omissão encontrados em projeto sejam indicados no início da obra, para evitar um acréscimo de custos ao longo do seu desenrolar.

Os custos que cada especialidade representa, encontram-se resumidos na tabela 6:

Tabela 6 - Custos finais por especialidade

I	ARQUITECTURA	684 778.59 €
II	ESTRUTURA E ARRANJOS EXTERIORES	262 725.16 €
III	ÁGUAS	82 114.49 €
IV	INSTALAÇÕES ELÉCTRICA E OUTROS	291 660.50 €
V	INSTALAÇÕES MECÂNICAS	219 386.99 €
Total		1 540 665.73 €

Com base no custo total da obra e na sua área de construção, o valor por m² de construção foi de aproximadamente 1100 €. No anexo III é possível visualizar com maior detalhe o orçamento da empreitada.

2.9.2. Autos de Medição

No decorrer da obra foram feitos autos de medição, que se traduzem nos pagamentos do dono de obra, representado pela fiscalização, ao empreiteiro geral. Nestes constavam as atividades concluídas até à data de realização dos respetivos pagamentos, cuja conformidade com as especificações do caderno de encargos havia sido previamente validada pela fiscalização. As percentagens pagas aumentam com o desenrolar da obra, nomeadamente após a conclusão das especialidades. Os pagamentos têm assim por base os autos de medição, após validação dos mesmos pela fiscalização do dono de obra.

3. CONCLUSÕES

Terminado o período de estágio e a realização do presente relatório é possível afirmar que este estágio foi fundamental para o início de um longo percurso. O acompanhamento das várias fases da empreitada permitiu consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

Uma das grandes aprendizagens deste estágio foi a percepção da importância do papel de um encarregado de obra que tem de saber gerir a frente de obra, lidando com diferentes tipos de personalidades, procurando sempre manter uma boa relação entre todos.

Enquanto membro de uma equipa de direção de obra, é necessário um acompanhamento diário na resolução de problemas, a preparação dos diferentes trabalhos, a aquisição de materiais que deve ser feita com grande antecedência, entre outros, estando sempre um passo mais à frente, ou seja, é importante pensar e organizar todos os trabalhos mesmo aqueles que ainda se irão realizar, de modo a evitar contratempos. Com base nisto, é de realçar a responsabilidade e exigência do cargo.

De notar também a importância da área da segurança e da fiscalização que se revela fundamental e crucial. Certos trabalhos em obra só avançam caso os materiais estejam em conformidade com o caderno de encargos e posteriormente validados pela fiscalização. As presenças nas reuniões de obra permitiram adquirir vários conhecimentos que serão muito importantes para o futuro enquanto profissional.

Houve a oportunidade de acompanhar um pouco de todas as especialidades sendo necessária a análise e compreensão dos diferentes projetos e caderno de encargos. A análise do projeto é essencial nas diferentes fases de construção, de modo a que tudo esteja conforme projeto. A mínima falha em obra afetará as restantes atividades, o que não pode acontecer. De realçar a importância da constante compatibilização de todos os projetos para que nada falhe.

O projeto de estabilidade depende das características do solo sendo necessário o seu reconhecimento para serem adotadas soluções adequadas para cada tipo de solo. Por isto, os estudos geológicos/geotécnicos da zona e do solo onde a obra será implantada, são o ponto de partida e daí a sua enorme importância.

De focar ainda o carácter multidisciplinar do presente trabalho. O conhecimento das várias matérias dadas ao longo de todo o curso foram determinantes para a sua realização.

O autor iniciou o estágio na fase da execução dos poços de fundação, conseguindo acompanhar toda a execução estrutural e aqui auxiliar o encarregado de obra através da análise do projeto e da sua concretização em obra. Nesta fase é preciso um enorme rigor, percebendo a dificuldade e a realidade do que é construir uma obra e todos os aspetos técnicos que a mesma requer. O autor teve ainda a oportunidade de acompanhar parte das atividades da arquitetura, parte da execução das redes de águas e o início das especialidades de AVAC e eletricidade. Em todas as fases de obra é importante ter uma noção dos regulamentos e do que estes exigem. Numa obra deste carácter, torna-se ainda mais importante o cumprimento das várias legislações.

Em suma, a realização deste estágio cumpriu os objetivos iniciais, superando as expectativas. Este facto deve-se à oportunidade de integrar uma equipa experiente que se mostrou sempre disponível a ajudar e a mostrar como se executam os diferentes trabalhos de uma empreitada.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Perfil - Fundações e Hidrogeologia, Lda. "Estudo Geológico/Geotécnico", Ribeirão, 2014.
- [2] Martins, J.G., "Betão Armado - Lajes Fungiformes", Série Estruturas, 2ª Edição, 2009.
- [3] Gorgulho, A. – “Folhas da cadeira de Betão Estrutural II ”, disciplina de Betão Estrutural II, Instituto Superior Engenharia de Lisboa, 2007/2008.
- [4] Decreto-Lei n.º 349-C/83, Diário da República Portuguesa n.º 174 – I Série, de 30 de Julho, 1983.
- [5] Portaria n.º 291/2012, Diário da República Portuguesa n.º 185 – I Série A, de 24 de Setembro de 2012.
- [6] APFAC – ETICS, Manual de Aplicação, Agosto 2015.
- [7] Mendão, J. – “Sistema ETICS- Influência no comportamento térmico dos Edifícios”, Lisboa, Maio de 2011.
- [8] Saint- Gobain Weber Portugal, S.A -“O guia weber 2015”.
- [9] CTJX Projetos – “Clínica Hemodiálise Viana do Castelo - Projeto de Execução da rede de Águas Residuais”, Porto, Novembro de 2014.
- [10] Decreto Regulamentar n.º 23/95, Diário da República Portuguesa n.º 194 – I Série B, de 23 de Agosto de 1995.
- [11] CTJX Projetos – “Clínica Hemodiálise Viana do Castelo - Projeto de Execução da rede de Águas Pluviais”, Porto, Novembro 2014.
- [12] Geberit – “Acabaram-se as infiltrações”. Lisboa, 2015.
- [13] CTJX Projetos – “Clínica Hemodiálise Viana do Castelo - Projeto de Execução da rede de Abastecimento de Águas”, Porto, Novembro 2014.
- [14] <http://www.lcpower.com.pt/>
- [15] <http://www.climar.pt/prod/adaart5/cat/adaar%20t5.pdf>
- [16] <http://www.climar.pt/prod/dl-a01/cat/dl-a01.pdf>
- [17] NP EN 12350-2. Ensaio do betão fresco: Ensaio de abaixamento. IPQ, Lisboa, 2009

5. ANEXOS

Anexo I - Peças desenhadas

- Projeto da Cobertura
- Projeto de Arquitetura – Planta do rés-do-chão
- Projeto de Águas Residuais
- Projeto de Águas Pluviais
- Projeto de Abastecimento de Águas
- Projeto de AVAC

Anexo II - Ensaio de resistência à compressão

Anexo III - Orçamento