



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil



Acompanhamento da construção da Unidade de Cuidados Continuados de Juso, em Cascais

FÁBIO ANDRÉ ROSÁRIO LOUÇÃO
Licenciado em Engenharia Civil (Pós-Bolonha)

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

Orientadores:

Licenciado, António Paulo C. A. Lobo, Director de Zona (Casais - Engenharia e Construção, S.A.)
Doutora, Maria da Graça D. Alfaro Lopes, Professora Coordenadora com agregação (ISEL)

Júri:

Presidente:

Doutora, Carla Maria Duarte da Silva e Costa, Professora Coordenadora (ISEL)

Vogais:

Especialista do LNEC, Jorge Manuel Grandão Lopes, Investigador Principal (LNEC)

Licenciado, António Paulo C. A. Lobo, Director de Zona (Casais - Engenharia e Construção, S.A.)

Doutora, Maria da Graça D. Alfaro Lopes, Professora Coordenadora com agregação (ISEL)

Janeiro de 2012



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil



Acompanhamento da construção da Unidade de Cuidados Continuados de Juso, em Cascais

FÁBIO ANDRÉ ROSÁRIO LOUÇÃO
Licenciado em Engenharia Civil (Pós-Bolonha)

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

Orientadores:

Licenciado, António Paulo C. A. Lobo, Director de Zona (Casais - Engenharia e Construção, S.A.)
Doutora, Maria da Graça D. Alfaro Lopes, Professora Coordenadora com agregação (ISEL)

Júri:

Presidente:

Doutora, Carla Maria Duarte da Silva e Costa, Professora Coordenadora (ISEL)

Vogais:

Especialista do LNEC, Jorge Manuel Grandão Lopes, Investigador Principal (LNEC)

Licenciado, António Paulo C. A. Lobo, Director de Zona (Casais - Engenharia e Construção, S.A.)

Doutora, Maria da Graça D. Alfaro Lopes, Professora Coordenadora com agregação (ISEL)

Janeiro de 2012

Resumo

O presente Trabalho Final de Mestrado tem por objectivo descrever as actividades desenvolvidas durante a realização de um estágio curricular, no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil, no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

A escolha de um estágio curricular relaciona-se com o interesse em aplicar o conhecimento académico adquirido no exercício da profissão na área da construção e reabilitação de edifícios, obtendo assim uma formação mais ampla e completa nesta área, essencial a uma melhor integração no mercado de trabalho.

O estágio foi realizado na empresa Cascais – Engenharia e Construção, S.A., durante um período de cinco meses, no qual foi possível acompanhar parte da construção da Unidade de Cuidados Continuados de Juso, em Cascais. Esta obra incluiu a reabilitação e ampliação de um edifício já existente.

No relatório são descritas as actividades desenvolvidas, dando-se relevo aos processos construtivos utilizados, e chamando a atenção para os problemas encontrados e à forma como estes foram resolvidos, tendo em conta os recursos disponíveis, a legislação aplicável e as boas práticas construtivas.

Palavras-chave:

Acompanhamento de obra;

Direcção de obra;

Processos construtivos;

Soluções construtivas;

Reabilitação;

Reforço estrutural.

Abstract

This Master's degree final work has the objective to describe the developed activities during the realization of a coursework internship, extent the Master's degree of Civil Engineering, at the Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

The choice of a coursework internship was related with the interest in applying the acquired academic knowledge in the exercise of the profession in the building construction and rehabilitation, getting a wide and complete formation in this area, essential to a better labor market integration.

The internship has been realize in Casais – Engenharia e Construção S.A., during five months, wherein it was possible to accompany part of the construction of a Curative Care Unit of Juso, in Cascais. This work includes the rehabilitation and the enlargement of a building already existing.

This report also described the developed activities, giving emphasis to the construction processes used, and calling attention to the find problems, but also to the form how those problems were solved, considering the available resources, the legislation applied and the good constructions practices.

Keywords:

Construction's follow-up;

Construction management;

Constructive processes;

Constructive solutions;

Rehabilitation;

Structural reinforcement.

Agradecimentos

A realização deste Trabalho Final de Mestrado representa o final de um ciclo de estudos, não podendo deixar de agradecer a todos os que directa ou indirectamente contribuíram para a sua realização.

À Eng.^a Maria da Graça Alfaro Lopes (Professora coordenadora com agregação do ISEL), pela forma como me orientou e ajudou na elaboração do relatório, pela disponibilidade que sempre demonstrou, pela paciência e por todos os conselhos e ajuda que me foi dando.

Ao Eng.^o Paulo Lobo (Director de zona da Casais Engenharia e Construção, S.A.), pela magnífica oportunidade que me proporcionou com a realização deste estágio na empresa Casais Engenharia e Construção, S.A., pela forma como me recebeu e integrou, pelos conhecimentos que me transmitiu e pelo facto de no meio da sua preenchida agenda ter sempre encontrado tempo para me orientar e ajudar.

Ao Eng.^o Paulo Ferreira (Director de Obra da Unidade de Cuidados Continuados de Juso), por todos os conhecimentos que me transmitiu, pela paciência que teve e por ter tido sempre uma resposta para as infinitas perguntas que lhe coloquei.

A toda a equipa da empresa Casais Engenharia e Construção, S.A., que tive o privilégio de conhecer e com quem trabalhei, por tudo o que me ensinarem e por me terem tratado não como um estagiário, mas sim como um colega.

À minha família, em especial aos meus pais por todo o apoio e pelo esforço que fizeram ao longo destes anos para que pudesse estar onde estou agora. À minha irmã que à sua maneira sempre me apoiou.

À minha namorada por todo o apoio e paciência.

Por último, mas não menos importante aos meus amigos e colegas, por todo o companheirismo e amizade.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento do estágio.....	1
1.2. Objectivos.....	1
1.3. Estrutura do relatório.....	2
2. Caracterização da Obra.....	3
2.1. Localização.....	3
2.2. Descrição.....	3
2.3. Projectos.....	5
2.4. Classes de Inspeção.....	7
2.4.1. Ensaio ao betão.....	9
2.4.2. Ensaio ao aço.....	13
3. Acompanhamento da Obra.....	15
3.1. Actividades Desenvolvidas.....	15
3.2. Demolições.....	16
3.3. Escavação e Contenção da Cave.....	23
3.4. Reforço estrutural.....	36
3.4.1. Reforço dos pilares.....	38
3.4.2. Reforço das fundações.....	42
3.5. Execução de elementos estruturais em betão armado.....	45
3.6. Paredes exteriores e interiores.....	52
3.6.1. Paredes em alvenaria de tijolo.....	53
3.6.2. Paredes em placas de gesso cartonado.....	60
3.7. Pavimentos.....	63
3.8. Estrutura Metálica.....	67
3.9. Revestimentos e Acabamentos.....	76
3.9.1. Rebocos.....	76
3.9.2. Revestimentos Cerâmicos.....	79
3.9.3. Estuque.....	80

3.9.4. Sistema de revestimento delgado armado sobre isolamento térmico (ETICS) .	82
4. Conclusões.....	89
Referências Bibliográficas	91
Bibliografia Consultada.....	95
Anexos.....	97

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Planta de Localização	3
Figura 2.2 - Constituição das lajes do edifício	4
Figura 2.3 - Recolha de amostra para realizar o ensaio do Abaixamento	10
Figura 2.4 - Realização do ensaio do Abaixamento	10
Figura 2.5 - Medição do Abaixamento.....	11
Figura 2.6 - Enchimento de cubos para a realização de ensaios de identidade do betão	12
Figura 2.7 - Provetes de aço armazenados em obra	13
Figura 3.1 – Exemplo de Planta de “Amarelos e Encarnados”	16
Figura 3.2 - Robot de demolição.....	17
Figura 3.3 - Núcleo de escadas a demolir (planta e corte)	18
Figura 3.4 - Caixas de elevador (a demolir e a construir)	18
Figura 3.5 - Escoramento na periferia das demolições	19
Figura 3.6 - Tratamento e triagem dos resíduos da demolição.....	19
Figura 3.7 – Planta de amarelos e encarnados - Pilaretes de fachada	20
Figura 3.8 - Pormenor parede de fachada - Enchimento entre pilaretes com EPS	20
Figura 3.9 - Demolição dos membros em alvenaria da fachada.....	21
Figura 3.10 - Armaduras das vigas de bordadura corroídas.....	21
Figura 3.11 - Betonagem das zonas danificadas das vigas de bordadura com microbetão (vista superior).....	22
Figura 3.12 - Reparação das vigas de bordadura com “Sika Monotop 612”.....	22
Figura 3.13 - Abobadilhas perfuradas devido à remoção do pavimento	23
Figura 3.14 - Localização da cave em relação ao edifício existente	24
Figura 3.15 - Contenção da cave junto ao edifício vizinho.....	24
Figura 3.16 - Desvio do muro de contenção devido à existência das sapatas do edifício vizinho	25
Figura 3.17 - Escavação da cave com recurso a robots de demolição	26
Figura 3.18 - Utilização de escavadora giratória leve na escavação	26
Figura 3.19 - Utilização de retroescavadora para retirar os detritos da escavação da cave.....	27
Figura 3.20 - Pormenor construtivo do muro de suporte da cave	28
Figura 3.21 - Construção dos muros de suporte.....	28
Figura 3.22 - Espaçador em PVC para paredes.....	29
Figura 3.23 - Cofragem lateral dos muros com tábuas de madeiras entre as armaduras.....	29
Figura 3.24 - Viga de coroamento por betonar	30
Figura 3.25 - Pilares interiores do edifício inseridos no muro de suporte.....	30

Figura 3.26 - Processo construtivo da vida de coroamento do muro de suporte na ligação entre pilares.....	31
Figura 3.27 - Armaduras de espera do muro de suporte na viga de coroamento	32
Figura 3.28 - Armaduras de espera na base e no topo do muro de suporte.....	32
Figura 3.29 - Pilar suspenso	33
Figura 3.30 - Escoramento da estrutura na zona do pilar suspenso	33
Figura 3.31 - Execução do muro de suporte sob o pilar suspenso	34
Figura 3.32 - Sistema de impermeabilização e drenagem dos muros de suporte	34
Figura 3.33 - Pintura dos muros de suporte com betume asfáltico	35
Figura 3.34 - Aplicação da membrana asfáltica.....	35
Figura 3.35 - Geocompósito drenante para muro de suporte	36
Figura 3.36 - Planta estrutural do piso 0	37
Figura 3.37 - Modelação tridimensional do edifício em SAP 2000	38
Figura 3.38 - Reforço de pilares com chapas metálicas (hipótese inicial)	39
Figura 3.39 - Reforço de pilares com cantoneiras e chapas metálicas (hipótese adoptada)	39
Figura 3.40 - Pormenor dos reforços dos pilares	40
Figura 3.41 - Execução dos reforços dos pilares.....	41
Figura 3.42 - Pormenores - Colagens dos reforços com “Sikadur-30” e pintura de protecção das soldaduras	42
Figura 3.43 - Reforço de sapatas com micro estacas	42
Figura 3.44 - Reforço de sapatas através do aumento da sua dimensão	43
Figura 3.45 - Execução do reforço das sapatas	44
Figura 3.46 - Cachorro para desviar os pilares acima do muro de suporte	46
Figura 3.47 – Solução para realização do cachorro para desvio dos pilares, mas inviável devido à presença das sapatas do edifício vizinho.....	47
Figura 3.48 – Solução aprovada para desvio dos pilares	47
Figura 3.49 - Execução da cofragem da laje do piso 0.....	48
Figura 3.50 - Execução das armaduras da laje	48
Figura 3.51 - Criação de uma junta de encosto entre a laje e o edifício vizinho.....	49
Figura 3.52 - Aplicação de “Sika Icosit K 101 N” na interface entre o betão velho e o betão novo.....	49
Figura 3.53 - Betonagem da laje com bomba.....	49
Figura 3.54 - Constituição do pavimento térreo	50
Figura 3.55 - Junta de encosto	51
Figura 3.56 - Solução estrutural para fecho da laje na zona do antigo núcleo de escadas	51
Figura 3.57 - Cachorro para desviar a viga e permitir a passagem da conduta de desenfumagem.....	52

Figura 3.58 - Armaduras do fecho da laje e empalme com as armaduras existentes	52
Figura 3.59 - Argamassa pronta para execução de alvenarias.....	54
Figura 3.60 - Prumos metálicos para auxiliar a execução das alvenarias	54
Figura 3.61 - Andaimos montados nas fachadas do edifício	55
Figura 3.62 - Pormenor de parede de fachada	55
Figura 3.63 - Travamento das alvenarias nas zonas dos cunhais	56
Figura 3.64 - Ligação entre os panos de alvenaria na zona dos vãos.....	56
Figura 3.65 Ligação das alvenarias aos pilares	57
Figura 3.66 - Fixação das alvenarias às lajes e vigas com espuma de poliuretano	57
Figura 3.67 - Parede com alvenarias por fechar junto aos pilares onde não estavam aplicados reforços	58
Figura 3.68 - Execução de respaldo na zona dos vãos	59
Figura 3.69 - Junta de betonagem do pavimento térreo junto dos muros de contenção.....	60
Figura 3.70 - Pano de alvenaria junto dos muros de contenção	60
Figura 3.71 - Pormenor construtivo das paredes em gesso cartonado	61
Figura 3.72 - Mestras para apoio das paredes de gesso cartonado.....	62
Figura 3.73 - Fixação dos perfis canal	62
Figura 3.74 - Colocação dos montantes e das placas de gesso cartonado numa das faces da parede.....	62
Figura 3.75 - Colocação dos equipamentos da rede eléctrica e da lã de rocha no interior das paredes.....	63
Figura 3.76 - Colocação de blocos de betão para apoio das paredes na zona a aplicar o betão celular.....	64
Figura 3.77 - Equipamento de mistura e bombagem do betão celular	64
Figura 3.78 - Bombagem do betão celular através de mangueiras.....	65
Figura 3.79 - Regularização do betão celular com rodo.....	65
Figura 3.80 - Equipamento de produção e bombagem de betonilhas.....	66
Figura 3.81 - Execução das betonilhas.....	66
Figura 3.82 - Estrutura metálica da cobertura	68
Figura 3.83 - Regularização dos topos dos pilares com “Sika Grout” para apoiar a estrutura metálica.....	68
Figura 3.84 - Alteração no posicionamento dos pilares metálicos.....	69
Figura 3.85 - Montagem dos pilares metálicos	70
Figura 3.86 - Reforço do apoio dos pilares metálicos com a construção de um " pilar" em betão armado.....	70
Figura 3.87 - Problema na fixação das vigas aos pilares e a solução adoptada.....	71
Figura 3.88 - Desvio da viga relativamente ao pilar	71

Figura 3.89 - Acessório para melhorar a ligação da viga ao pilar	71
Figura 3.90 - Montagem das vigas metálicas secundárias	72
Figura 3.91 - Pormenor construtivo da laje de cobertura	72
Figura 3.92 - Montagem da chapa colaborante	73
Figura 3.93 - Conectores metálicos.....	73
Figura 3.94 - Conectores metálicos aplicados.....	74
Figura 3.95 - Colocação da armadura de distribuição na laje colaborante.....	74
Figura 3.96 - Remates laterais da laje em chapa metálica.....	74
Figura 3.97 - Execução dos chumbadouros para as escadas metálicas	75
Figura 3.98 - Execução dos chumbadouros da pérgola.....	76
Figura 3.99 – Equipamento de amassadura das argamassas de reboco.....	77
Figura 3.100 - Reboco da portaria.....	78
Figura 3.101 - Reboco da zona técnica	78
Figura 3.102 - Reboco das I. S.	79
Figura 3.103 - Aplicação dos cerâmicos	80
Figura 3.104 - Aplicação de baguetes para estuque	81
Figura 3.105 - Silo de armazenamento do gesso e máquina de projectar	81
Figura 3.106 - Projecção e regularização do gesso	82
Figura 3.107 - Descrição de um sistema de ETICS	83
Figura 3.108 - Pintura com “Mapelastic” na interface entre o perfil metálico colocado na fachada e o ETICS	84
Figura 3.109 - Colagem das placas de EPS às paredes com pontos de argamassa Princol 100	85
Figura 3.110 - Reforço das arestas dos vãos	85
Figura 3.111 - Execução do 1º barramento e colocação da rede de fibra de vidro	86
Figura 3.112 – Aplicação da pintura de impermeabilização	87

Índice de Quadros

Quadro 2.1 - Guia para a selecção das classes de inspecção	8
Quadro 2.2 - Classes de Abaixamento	10
Quadro 2.3 - Número de amostras de betão necessárias para a realização de ensaios de identidade	12
Quadro 2.4 - Classes de resistência à compressão para betão de massa volúmica normal	12
Quadro 3.1 - Tipos de reforços de pilares	41

Lista de abreviaturas e siglas

AVAC – Aquecimento ventilação e ar condicionado

B.R. – Betão de regularização

D.O. – Direcção de Obra

EC2 – Eurocódigo 2 – Projecto de Estruturas de betão

EPS – Poliestireno expandido moldado

EXT. – Exterior

ETICS – Revestimento delgado armado sobre isolamento térmico (*External Thermal Insulation Composite System*)

I.S. – Instalações sanitárias

INT. – Interior

PEAD – Polietileno de alta densidade

PT – Posto de transformação

PVC – Policloreto de vinil

PVT – Pavimento térreo

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

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

Ton – Toneladas;

UCC – Unidade de Cuidados Continuados

XPS – Poliestireno expandido extrudido

1. Introdução

O presente relatório de estágio foi realizado no âmbito do Trabalho Final de Mestrado, com vista à conclusão do Mestrado em Engenharia Civil, na Área de Especialização de Edificações, no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

1.1. Enquadramento do estágio

A opção pela realização de um estágio, em detrimento das restantes opções, prendeu-se com a necessidade e a vontade de descobrir através de experiência prática a realidade do que é ser Engenheiro Civil em obra, bem como as responsabilidades, funções e exigências inerentes ao desempenho desta profissão. Como aluno ao longo do ciclo de estudos, a área pela qual foi sentida maior afinidade foi desde logo o acompanhamento de obra, tendo dirigido a sua formação para a área de Edificações, com o objectivo de desenvolver a carreira profissional nessa área. A formação teórica apesar de proporcionar os conhecimentos essenciais para a prática que a Engenharia Civil exige, só com o trabalho em campo e a convivência diária com a realidade vivida em obra e com as suas problemáticas é possível a aquisição de conhecimentos e experiência necessária ao exercício das funções de Direcção de Obra, tendo sido por isto a opção de realizar um estágio uma escolha óbvia.

Quanto ao estágio propriamente dito, foi realizado na empresa Casais – Engenharia e Construção, S.A., durante um período de 5 meses, com início a 4 de Abril de 2011 e fim a 25 de Agosto de 2011, no âmbito da construção da nova Unidade de Cuidados Continuados de Juso, em Cascais, empreitada de que esta empresa foi responsável. O estágio consistiu na colaboração com o Director de Obra nos vários processos de planeamento, coordenação e acompanhamento de obra.

1.2. Objectivos

Os objectivos do estágio foram para além de compreender as exigências e os problemas do Engenheiro Civil em obra, também a aquisição de experiência prática e de novos conhecimentos.

Constituíram ainda objectivos do estágio:

- Melhoria na leitura e interpretação de projectos e a sua implementação e controlo de execução em obra;

- Identificação de problemas e das formas como foram resolvidos/contornados;
- Observação e acompanhamento dos processos construtivos utilizados, bem como dos materiais aplicados;
- Identificação de dificuldades e áreas nas quais deve continuar/aprofundar a sua formação com vista à sua evolução enquanto Engenheiro Civil.

1.3. Estrutura do relatório

O presente relatório descreve as actividades desenvolvidas durante o período de estágio, tendo sido dividido em 4 capítulos.

O presente capítulo (*Capítulo 1*) visa expor o enquadramento deste Trabalho Final de Mestrado, as razões que levaram a optar pela realização de um estágio e os objectivos pretendidos com a sua realização.

No *Capítulo 2*, é feito o enquadramento geográfico da obra, a descrição do edifício existente e as principais características pretendidas na sua reconversão. É feita referência aos projectos elaborados para a realização da empreitada, sendo descritas as principais características dos projectos com maior relevância. É ainda descrito o modo como foi escolhida a classe de inspecção para o edifício e os ensaios do betão e do aço que foram realizados.

No *Capítulo 3* são descritas as actividades desenvolvidas e os processos construtivos utilizados. São descritos os problemas encontrados e a forma como foram resolvidos, tendo em conta os recursos disponíveis e os custos de cada solução. São ainda apresentados os materiais utilizados e os motivos pelos quais foram escolhidos.

Por último no *Capítulo 4* são apresentadas as conclusões obtidas, tendo em conta os objectivos propostos, bem como os novos conhecimentos e competências adquiridas com a realização do estágio.

2. Caracterização da Obra

Neste capítulo será efectuada uma descrição das características da obra, nomeadamente a sua localização, as características construtivas do edifício existente e a reconversão prevista para o edifício. Serão também descritas as principais características dos projectos com maior influência no presente relatório (Arquitectura e Estabilidade) e ainda a classe de inspecção definida para a empreitada e as imposições que daí resultaram.

2.1. Localização

O lote de terreno no qual se encontra a obra é limitado a norte pela Rua Chesol, a este pela Estrada da Malveira (N9-1), a sul por uma via particular e a oeste por um edifício existente contíguo (Bowling), compreendendo uma área de intervenção total de 5091,69 m² (Figura 2.1).

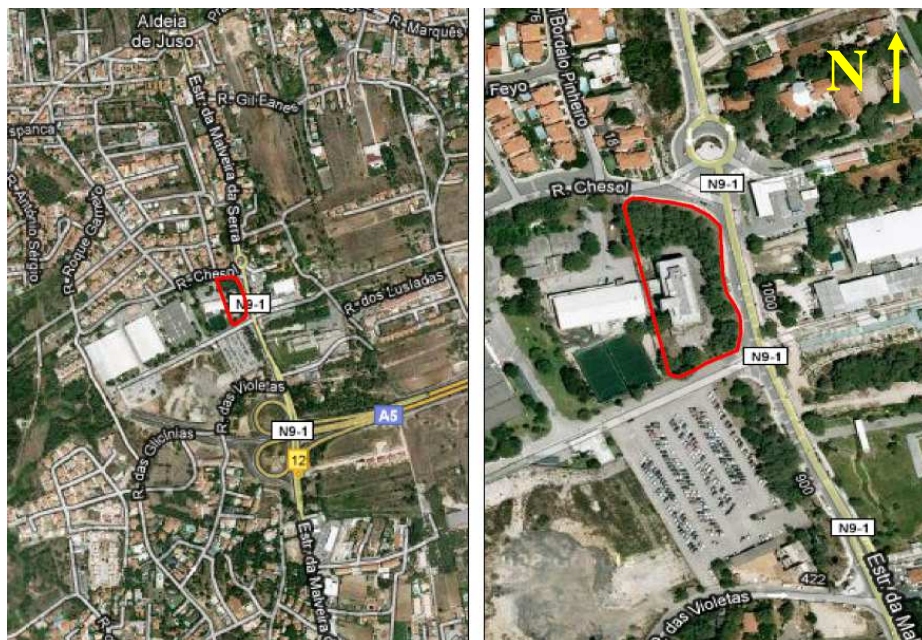


Figura 2.1 - Planta de Localização [1]

2.2. Descrição

A obra em causa consiste na remodelação/ampliação de um edifício existente, para funcionar como Unidade de Cuidados Continuados de Média/Longa duração e Convalescência. Trata-se de uma empreitada a cargo da empresa Casais – Engenharia e Construção, S.A..

No edifício existente funcionava a antiga Sede da Standard Eléctrica, sendo que através da sua reconversão e reabilitação se prevê a criação de uma Unidade de Cuidados Continuados com a capacidade para 73 camas.

Uma das principais considerações tidas em conta, foi a manutenção das características volumétricas do edifício, tendo incidido esta intervenção maioritariamente sobre os espaços interiores, na aplicação de novos revestimentos e na adaptação do edifício às necessidades e exigências regulamentares exigidas ao funcionamento de um edifício com as características em causa.

O edifício existente era composto por seis pisos acima do solo. Quanto à sua estrutura, esta era formada por lajes fungiformes aligeiradas de 0,30 m de espessura, com capitéis embebidos de aproximadamente 4 m² em torno dos pilares. As lajes fungiformes eram aligeiradas com blocos de betão leve (Figura 2.2), apresentando bandas armadas entre os blocos formando uma malha quadrada. Superiormente a laje apresentava uma lâmina de compressão em betão armado com rede electrossoldada.



Figura 2.2 - Constituição das lajes do edifício

O edifício apresentava ainda dois núcleos de elevador e dois núcleos de escadas no seu interior que contribuíam também para a sua resistência estrutural.

Com a reconversão prevista para o edifício, este será constituído por cinco pisos acima do nível do terreno e um piso abaixo do solo, do qual uma área de cerca de 124 m² será construída sob o edifício existente. No que diz respeito às funcionalidades ligadas com a sua exploração, estas serão divididas em diferentes áreas por piso. No piso -1 estão consideradas as áreas destinadas ao armazenamento e vestiários do pessoal interno. No piso 0 encontram-se as áreas de recepção, área administrativa (dividida entre o piso 0 e o piso 1, com acesso independente entre eles), área de refeições, da qual também faz parte a área de cozinha e armazenagem, área de medicina física e reabilitação e casa mortuária. Nos pisos 1, 2, 3 e 4 situam-se os pisos destinados ao internamento, com as respectivas áreas de quartos e higiene pessoal, área médica e de enfermagem, e ainda áreas de convívio e actividades bem como as áreas destinadas ao pessoal e áreas logísticas.

Cada piso de internamento será composto por 12 quartos (9 quartos duplos e 3 individuais) com excepção do piso 4 onde existem 6 quartos (4 quartos duplos e 2 individuais) e uma área de refeitório. Em todos os pisos são garantidos todos os serviços necessários ao correcto funcionamento de uma unidade deste tipo.

No exterior do edifício foi também prevista a construção de uma zona técnica de apoio ao edifício e uma portaria.

No total a empreitada descrita compreende uma área bruta de construção de 4285,97 m², que tendo em conta a dimensão do lote de terreno (5091,69 m²), representa um índice de construção de 0,84. No que diz respeito à área de implantação a presente obra ocupa uma área de 988,26 m², sendo o seu índice de ocupação de 0,19.

2.3. Projectos

Para a realização da empreitada, foram realizados vários projectos, podendo estes ser agrupados nas sete categorias seguintes:

- Arquitectura
- Arquitectura Paisagista
- Estabilidade
- Águas e Esgotos
- Segurança Contra Incêndios
- Instalações e Equipamentos Eléctricos
- Instalações e Equipamentos Mecânicos

Na elaboração dos projectos em causa foi necessária especial atenção e cuidado, dadas as características e exigências regulamentares exigíveis a um edifício com as características e especificidades mencionadas. Em termos de legislação este edifício pode ser considerado como um edifício hospitalar, sendo que as características e exigências regulamentares necessárias ao seu licenciamento e utilização, são bastante mais específicas e rigorosas do que para edifícios correntes.

Tendo em conta o âmbito do curso (Engenharia Civil) e o grande número de actividades desenvolvidas durante o estágio, neste relatório apenas serão descritas as situações relacionadas com os projectos de Arquitectura e de Estabilidade, sendo de seguida apresentados os aspectos mais relevantes preconizados nos referidos projectos.

O objectivo previsto para esta empreitada, era a reabilitação do edifício existente, apresentando a construção de raiz uma parcela reduzida. Como tal foram mantidas as características volumétricas do edifício, apresentando maior expressão a aplicação de novos revestimentos e a implementação de soluções construtivas que garantissem conforto térmico e acústico aos utilizadores do edifício.

Para o revestimento exterior das paredes de fachada foram consideradas duas soluções. Acima do piso 0 foi preconizada a aplicação de um sistema de revestimento delgado armado sobre isolamento térmico, ou ETICS (*External Thermal Insulation Composite System*), este tipo de solução para além de conferir ao edifício isolamento térmico de forma contínua (reduzindo significativamente as pontes térmicas), também contribui para a melhoria da sua impermeabilidade. Ao nível do piso 0, dada a facilidade de acesso às paredes e o facto de estas apresentarem maior vulnerabilidade à ocorrência de choques, em alternativa ao ETICS, optou-se por aplicar painéis compósitos de partículas de madeira com cimento. Para efectuar a transição entre estes dois tipos de revestimentos, foi prevista a colocação de um perfil metálico UPN 240 (decorativo) fixo à parede.

No que respeita aos revestimentos interiores, nos pavimentos estava prevista a aplicação de vinílicos variando as suas características consoante os compartimentos onde seriam aplicados. Como revestimento das paredes estava prevista a aplicação de estuque, cerâmico, vinílicos, placas de gesso cartonado e painéis fenólicos.

Nos espaços exteriores foi prevista a execução de uma portaria e uma zona técnica de apoio ao funcionamento do edifício, sendo esta última composta pelos seguintes espaços:

- Lixos hospitalares;
- Casa das bombas;
- Cisterna de incêndio;
- Cisterna de águas;
- Central de vácuo;
- Central de gases medicinais;
- Central térmica;
- Grupo de emergência;
- Quadro geral;
- Posto de transformação.

Em termos de acabamentos tanto para a portaria como para as zonas técnicas foi prevista a execução de reboco areado fino.

Em termos estruturais foi preconizado no Projecto de Estabilidade a execução da contenção da cave, da estrutura da zona a ampliar (zona administrativa), da portaria e da zona técnica, a execução de uma estrutura metálica no quarto piso, a execução de uma laje mista sobre esta estrutura, de uma pérgola e de uma pala metálicas. Também aqui foi definido o reforço estrutural que teria de ser implementado no edifício, quer das fundações e pilares, quer da estrutura existente devido a alterações impostas pela nova arquitectura.

No Projecto de Estabilidade foram ainda definidas as características dos materiais a aplicar na execução dos novos elementos estruturais, sendo:

- **Betão:**
 - Betão de regularização e limpeza: C12/15
 - Pavimento térreo: C16/20
 - Fundações: C25/30
 - Restantes elementos estruturais: C25/30
- **Aço:**
 - Armaduras em varão: A500 NR
 - Malha electrossoldada: A500 EL

2.4. Classes de Inspeção

A definição de classes de inspeção na execução de estruturas de betão, tem por objectivo garantir os requisitos de qualidade e durabilidade exigíveis, contribuindo assim para a segurança da própria estrutura, das pessoas e dos seus bens. Para que estes requisitos possam ser garantidos, dever-se-á assegurar uma supervisão e inspeção adequadas, de modo a que as obras sejam executadas de acordo com as normas vigentes e com as especificações de projecto.

A classe de inspeção deve ser definida pelo Dono de Obra ou pelo Projectista, de acordo com a norma portuguesa NP ENV 13670-1 [2]. Segundo esta norma existem 3 classes de inspeção, as classes 1,2 e 3, sendo a classe 1 a mais permissiva e a 3 a mais exigente. O Anexo G da referida norma fornece orientações para a selecção da classe de inspeção que deve ser definida para cada empreitada. A selecção da classe de inspeção pode ter por base o tipo de construção, o tipo de elementos estruturais, o tipo de construção/tecnologias utilizadas e tipo de materiais utilizados em obra, tal como apresentado no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Guia para a selecção das classes de inspecção [2]

Item	Classe de Inspeção 1	Classe de Inspeção 2	Classe de Inspeção 3
Tipo de Construção	- Edifícios \leq 2 andares	- Pontes correntes - Edifícios > 2 andares	- Pontes especiais - Edifícios de grande altura - Grandes barragens - Edifícios para centrais nucleares - Reservatórios
Tipo de Elementos Estruturais	- Lajes e vigas em betão armado com vãos < 10 m - Pilares e paredes simples - Estruturas de fundações simples	- Lajes e vigas em betão armado com vãos > 10 m - Pilares e paredes esbeltos - Maciços de encabeçamento de estacas - Arcos < 10 m	- Arcos e abóbodas em betão armado - Elementos fortemente comprimidos - Fundações delicadas e complicadas - Arcos > 10 m
Tipo de Construção / Tecnologias Usadas	- Estruturas com elementos pré-fabricados	- Estruturas com elementos pré-fabricados	- Estruturas com elementos pré-fabricados - Tolerâncias especiais
Tipo de materiais em obra: Betão conforme a NP EN 206-1: - Classe de resistência - Classe de exposição - Armaduras	Até C25/30 inclusive X0; XC1, XC2, XA1, XF1 Passivas	Qualquer classe de resistência Qualquer classe de exposição Passivas e de pré-esforço	Qualquer classe de resistência Qualquer classe de exposição Passivas e de pré-esforço

Para a empreitada descrita no presente relatório, o Projectista considerou que a classe de inspecção mais adequada seria a 2. A escolha desta classe é justificada pelo facto de apesar da estrutura do edifício ser mantida, esta será alvo de intervenções de carácter estrutural ao nível de todos os pisos, podendo-se assim considerar que para efeito de escolha da classe de inspecção este edifício tem mais de 2 andares. Um outro factor que suporta esta escolha, prende-se com o modo de execução e precauções necessárias à construção e contenção da cave.

De acordo com o Decreto-Lei 301/2007, de 23 de Agosto, que torna obrigatório o cumprimento das normas portuguesas NP EN 206-1 “*Betão. Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade*” e NP ENV 13670-1 “*Execução de estruturas de betão. Parte 1: Regras gerais*”, no Capitulo III é referido:

“Artigo 6º

(...)

3 - A verificação da resistência à compressão dos betões, pelo utilizador, através dos ensaios de identidade previstos na NP EN 206 -1, e a aceitação das armaduras de aço, também pelo utilizador, através da inspecção e dos ensaios de recepção previstos na NP ENV 13670 -1,

feitos em laboratórios acreditados, são tornadas obrigatórias para as estruturas objecto das classes de inspecção 2 e 3 estabelecidas na NP ENV 13670 -1, podendo a amostragem ser efectuada, no local da entrega destes produtos na obra, pelo produtor sob controlo do utilizador.

4 - Para as estruturas referidas no número anterior é do mesmo modo tornada obrigatória a verificação das propriedades referidas no n.º 1, alíneas c) e d), do artigo 7.º, quando estas tiverem sido indicadas nas especificações de projecto referidas no mesmo artigo.

(...)

Artigo 7º

(...)

c) As propriedades do betão que devem ser objecto de ensaios de recepção pelo utilizador para controlo em obra dos requisitos adicionais previstos na NP EN 206 -1, quando estes forem considerados necessários, podendo os respectivos planos de amostragem e critérios de aceitação ser os utilizados no controlo da conformidade do produtor e fazer parte dele;

d) As propriedades das armaduras de aço que devem ser objecto de ensaios de recepção pelo utilizador, para além das abrangidas pelo n.º 3 do artigo 6.º, por se considerar necessária a sua verificação face à importância das estruturas, bem como os respectivos planos de amostragem e critérios de aceitação;”

Tendo em conta o descrito no Decreto-Lei 301/2007, de 23 de Agosto, e a definição da classe de inspecção por parte do Projectista (classe 2), o Empreiteiro (Casais – Engenharia e Construção, S. A.) ficou obrigado à realização de ensaios de recepção do betão e do aço.

Para o betão foram preconizados ensaios de recepção e ensaios de identidade e para o aço ensaios de recepção.

2.4.1. Ensaio ao betão

Os ensaios de recepção a realizar ao betão são basicamente ensaios de consistência. A verificação da consistência do betão visa garantir que este está de acordo com o estipulado pela Direcção de Obra, apresentando uma trabalhabilidade dentro dos limites pretendidos, atendendo também ao método de betonagem utilizado (descarga directa, betonagem com grua ou utilização de bomba) [3]. A verificação da consistência foi feita em obra através de ensaios de

abaixamento. Para realizar o ensaio é recolhida, de cada camião betoneira, uma amostra de acordo com a norma NP EN 12350-1 [4] (Figura 2.3).



Figura 2.3 - Recolha de amostra para realizar o ensaio do Abaixamento

Após ser recolhida a amostra é realizado o ensaio de acordo com a norma NP EN 12350-2 [5] (Figura 2.4).



Figura 2.4 - Realização do ensaio do Abaixamento

Sendo os valores esperados para cada classe de consistência os apresentados no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 - Classes de Abaixamento [6]

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

A medição do abaixamento deve ser feita logo após retirar o molde, determinando a diferença entre o molde e o ponto mais alto do provete (Figura 2.5).

Caso se verifique uma deformação de uma parte do provete, ou caso este se desagregue, deverá ser realizada a colheita de uma nova amostra de betão para a realização do ensaio. Se em dois ensaios consecutivos ocorrer deformação assimétrica ou desagregação do provete, considera-se que o betão não apresenta plasticidade e coesão adequadas devendo ser rejeitado.



Figura 2.5 - Medição do Abaixamento

Após ter sido efectuada a medição do abaixamento, esta deve ser comparada com os valores esperados para a classe de consistência do betão pedido, constante na guia de transporte. Caso os valores obtidos para o abaixamento estejam dentro dos limites estabelecidos, o betão poderá ser aplicado, caso contrário deverá ser recusado.

Por sua vez os ensaios de identidade visam confirmar que a resistência mecânica do betão é a esperada, assegurando assim que a resistência dos elementos estruturais onde o betão em causa foi empregue é a pretendida.

À semelhança do que sucede no ensaio do abaixamento, também para a realização de ensaios de identidade ao betão é recolhida uma amostra de betão de acordo com a norma NP EN 12350-1 [4], para o enchimento de cubos.

A recolha de amostras foi feita de acordo com os critérios apresentados no Quadro 2.3.

Com o betão recolhido em cada amostra foram feitos quatro cubos de acordo com a norma NP EN 12390-2 [7] (Figura 2.6). Um cubo foi ensaiado aos 3 dias, outro aos 7 dias e dois aos 28 dias, sendo que destes dois um foi ensaiado em laboratório externo (de acordo com o plano de amostragem aprovado pela fiscalização). Os ensaios de resistência à compressão foram realizados de acordo com a norma NP EN 12390-3 [8].

Quadro 2.3 - Número de amostras de betão necessárias para a realização de ensaios de identidade [9]

NÚMERO DE AMOSTRAS			
Classe de Inspeção	Empresas Com Certificado de Controlo Produção	Empresas Sem Certificado de Controlo Produção	Observações
Classe de Inspeção 1	1 Amostra por cada 100m ³	1 Amostra por cada 50m ³	Com um mínimo de 1 por dia de betonagem
Classe de Inspeção 1 e 2	1 Amostra por cada 100m ³	1 Amostra por cada 50m ³	
Classe de Inspeção 3	1 Amostra por cada 50m ³	NA	



Figura 2.6 - Enchimento de cubos para a realização de ensaios de identidade do betão

Ao ensaiar os provetes aos 28 dias obtêm-se os valores característicos de resistência à compressão ($f_{ck,cube}$), devendo para o betão em causa este valor ser sempre igual ou superior aos valores apresentados no Quadro 2.4.

Quadro 2.4 - Classes de resistência à compressão para betão de massa volúmica normal (adaptado de [6])

Classe de resistência à compressão	Resistência característica mínima em cubos $f_{ck,cube}$ (N/mm²)
C16/20	20
C25/30	30

Com os resultados obtidos nos ensaios do abaixamento e de resistência à compressão, foi efectuado um controlo estatístico do betão, de modo a averiguar a sua conformidade. Para realizar este controlo estatístico, o betão utilizado foi dividido em lotes de acordo com os seguintes critérios (sendo escolhido o que conduzia ao menor volume de betão):

- Volume de betão < 300 m³ e não mais do que 3 dias consecutivos de betonagem;
- Grupo de elementos equivalentes (vigas, lajes, pilares, paredes) do mesmo piso.

Seguindo os critérios apresentados, o betão foi analisado lote a lote, obtendo no final (de acordo com os resultados obtidos nos ensaios) a classificação de conforme ou não conforme. Caso a o lote estivesse conforme podia-se considerar que o betão apresentava as características espectáveis não sendo previsível a ocorrência de problemas no betão do lote em causa. Já na eventualidade do lote estar não conforme deveriam ser implementadas medidas de modo a avaliar as suas características, quer através de ensaios não destrutivos ou ensaios destrutivos (extração de carotes), podendo em caso extremo ter de se proceder à demolição dos elementos onde o betão foi aplicado.

2.4.2. Ensaios ao aço

No que diz respeito ao aço (caso a classe de inspeção seja 2 ou 3), foi necessário aquando da recepção em obra do aço, a recolha de amostras de 50 em 50 ton, por tipo de Aço (A 500 NR, A 500 NR SD, etc.) e por fabricante [2].

Cada amostra era composta por 6 provetes de 70 cm no mínimo, dos quais 3 foram enviados para laboratório para ensaios de tracção e de geometria. Os restantes 3 provetes foram armazenados em obra para ensaio caso a conformidade do lote não fosse verificada pelos 3 provetes enviados para laboratório (Figura 2.7).



Figura 2.7 - Provetes de aço armazenados em obra

3. Acompanhamento da Obra

Neste capítulo serão descritas as actividades desenvolvidas durante o período de estágio. Será dada especial atenção aos processos construtivos utilizados e à forma como foi feita a transposição do projecto para a obra.

Para que todo o processo de construção corra como pretendido, o trabalho de planeamento e preparação das actividades com antecedência é imprescindível. O processo de construção de uma obra é um mecanismo dinâmico, no qual participam vários intervenientes (empregado, subempregados de construção civil, subempregados de especialidades, etc.), com funções e trabalhos distintos mas interligados, e sem uma correcta coordenação entre todos basta um atraso numa actividade, ou que esta seja executada de forma incorrecta, para que o andamento das outras actividades possa ser afectado.

O correcto planeamento e preparação da obra atempadamente, também permite que possíveis erros ou situações problemáticas sejam identificadas e corrigidas o mais a montante possível, sem que venham a comprometer o andamento da obra, evitando assim sobrecustos e incumprimento de prazos.

3.1. Actividades Desenvolvidas

Durante o período de estágio, foi possível o acompanhamento de uma ampla diversidade de actividades, desde a escavação e demolições, até à aplicação de alguns revestimentos e acabamentos. De uma forma resumida as actividades acompanhadas podem ser englobadas em três grupos, nomeadamente, Fundações e Estrutura, Arquitectura e Especialidades, sendo este último constituído por Águas e Esgotos, Gases Medicinais, AVAC, Rede Eléctrica e Elevadores.

No Anexo A é apresentado o planeamento e a calendarização das actividades acompanhadas durante o estágio bem como a sua interligação. Como é possível constatar um largo leque de actividades decorreu em simultâneo. Para uma actividade não perturbar ou condicionar o decorrer de outras estas foram repartidas entre pisos, ou quando decorriam no mesmo piso os trabalhos foram planeados de modo a que operassem em zonas distintas. O facto de estas actividades decorrerem em simultâneo e em zonas diferentes do edifício, para além de se ter traduzido numa redução/optimização de prazos, possibilitou a criação de novas frentes de trabalho, levando consequentemente a um aumento de produtividade.

De modo a descrever estas actividades com uma sequência lógica, e também para traduzir a evolução dos trabalhos, neste relatório estas serão apresentadas por cada tipo de actividade ou por elementos estruturais/construtivos.

3.2. Demolições

Dado o carácter da intervenção no edifício em causa ser na sua parte mais significativa uma reabilitação, foi necessário proceder-se a demolições de modo a poder implementar as soluções preconizadas no projecto de arquitectura no edifício existente.

Para se procederem às demolições necessárias, no projecto de arquitectura foram criadas peças desenhadas para auxiliar este processo, vulgarmente denominadas “*Amarelos e Encarnados*”. Os amarelos e encarnados são basicamente plantas, alçados e cortes onde são representados os elementos que devem ser demolidos (a amarelo), os que devem ser construídos (a vermelho) e os que devem ser mantidos (a preto) (Figura 3.1).

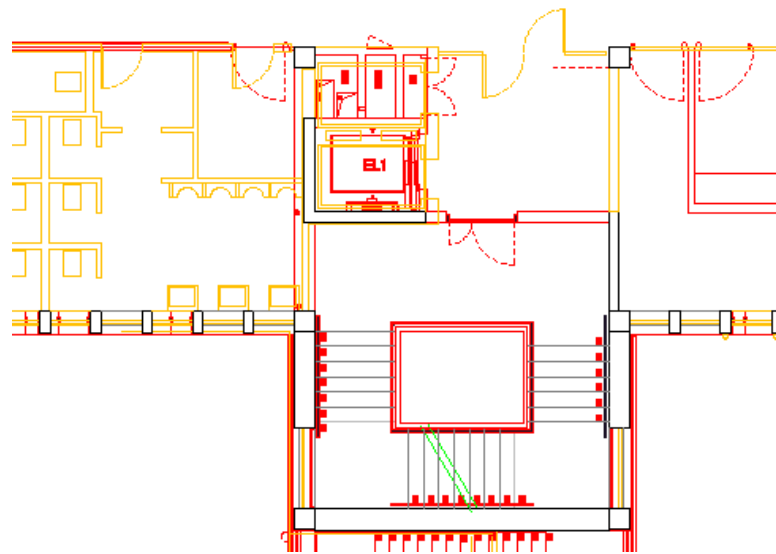


Figura 3.1 – Exemplo de Planta de “Amarelos e Encarnados” [10]

Para a execução das demolições foi contratado um subempreiteiro da especialidade, tendo sido os equipamentos utilizados, bem como a mão-de-obra necessária, fornecidos por este. A subcontratação de uma empresa da especialidade para a execução das demolições apresenta vantagens, pois ao ser utilizada mão-de-obra especializada a produtividade será mais elevada. Também o facto de a demolição ser uma actividade bastante delicada na qual se não forem tomadas as devidas precauções (estudo da estrutura existente e o adequado escoramento da estrutura na periferia dos elementos a demolir) ou se a sequência de trabalhos não for executada

de forma correcta poder-se-á colocar em causa a integridade estrutural do edifício, bem como dos edifícios adjacentes.

De modo a assegurar uma produtividade elevada e a cumprir os prazos estabelecidos, foram utilizados robots de demolição (Figura 3.2).



Figura 3.2 - Robot de demolição

Estes robots devido ao facto de serem operados remotamente permitem que o seu operador possa permanecer a uma distância de segurança dos elementos que estão a ser demolidos, estando assim protegido de possíveis projecções de destroços, bem como do colapso accidental dos elementos que se encontram a demolir (paredes, lajes, etc.).

No projecto de arquitectura estava prevista a demolição de todos os elementos não estruturais e a remoção de todos os revestimentos existentes de modo a permitir a aplicação de novos revestimentos. O único elemento do edifício existente que não foi alvo destas intervenções foi o núcleo de escadas principal (visível na Figura 3.1), no qual foram mantidas tanto as suas características dimensionais, como os revestimentos e acabamentos existentes, tendo apenas sido efectuadas as intervenções indispensáveis à implementação da nova arquitectura, nomeadamente a demolição do lanço de escadas entre o piso 0 e 1 de modo a permitir a construção da cave e da laje do piso 0. O facto da escada e do seu revestimento terem sido mantidos intactos fez com que as cotas dos patins ao nível de cada piso fossem também as cotas dos pavimentos dos respectivos pisos, o que veio a criar condicionantes com influência directa sobre a própria constituição dos pavimentos e da rede de águas e esgotos (ver item 3.7).

De modo a cumprir o previsto no projecto de arquitectura procedeu-se à demolição de todas as alvenarias interiores e exteriores, da cobertura do edifício e do último piso (5º piso). Foi ainda necessária a demolição de um núcleo de escadas secundário (Figura 3.3), de uma caixa de elevador e a abertura de uma zona em todas as lajes para a edificação da nova caixa de elevador

(Figura 3.4). Este último conjunto de intervenções foi o que apresentou um carácter mais sensível, e onde foi necessário ter um cuidado acrescido, pois eram intervenções ao nível da estrutura a manter e que pela sua natureza poderiam interferir com a resistência estrutural do edifício tornando-o especialmente vulnerável.

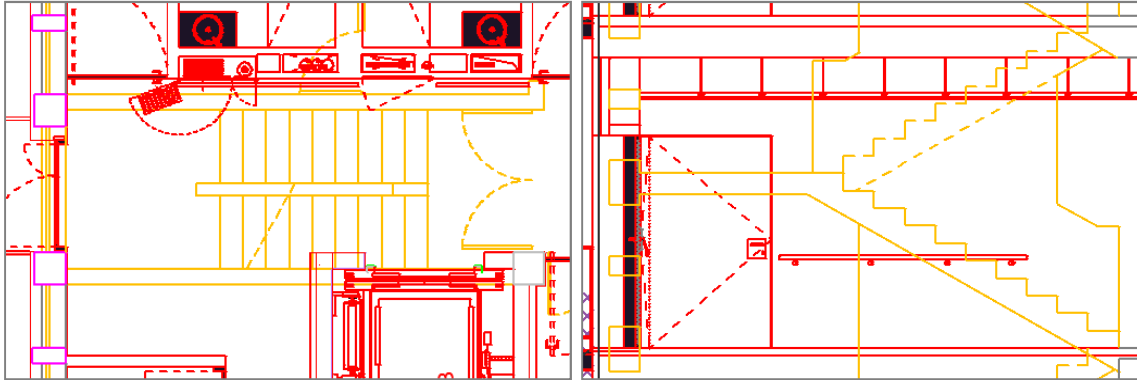


Figura 3.3 - Núcleo de escadas a demolir (planta e corte) [10]

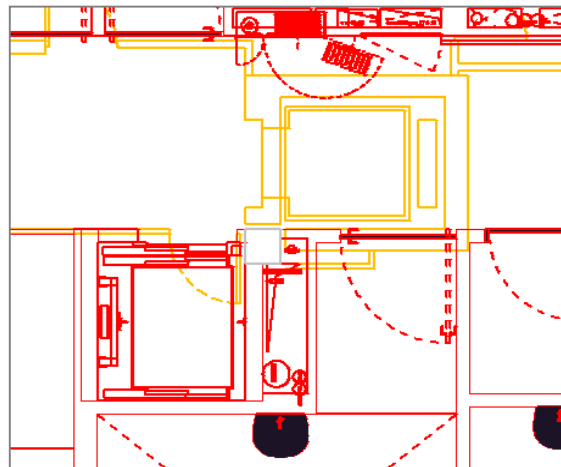


Figura 3.4 - Caixas de elevador (a demolir e a construir) [10]

Para evitar que a integridade da estrutura fosse comprometida, as zonas alvo das intervenções referidas foram escoradas na envolvente da zona a demolir, a partir de uma base resistente (neste caso desde o solo) e em toda a altura da intervenção. Este escoramento (Figura 3.5) consistiu na colocação de prumos metálicos, neste caso entre lajes ou entre o solo e a laje, ligados inferior e superiormente a vigas de madeira para que houvesse uma distribuição de tensões uniforme e não ocorresse punção das lajes (o que tornaria o escoramento ineficaz).



Figura 3.5 - Escoramento na periferia das demolições

Na contratação do subempreiteiro responsável pelas demolições, também ficou estipulado que este seria responsável pela triagem dos resíduos das demolições e pelo seu encaminhamento a vazadouro licenciado (Figura 3.6).



Figura 3.6 - Tratamento e triagem dos resíduos da demolição

Numa empreitada de reabilitação as demolições têm também um carácter exploratório, pois numa fase inicial aquando da elaboração dos projectos (apesar de terem sido efectuados levantamentos, ensaios e amostragens), não é possível prever com exactidão o estado de conservação em que se encontra a estrutura, nem qual a resistência estrutural que a estrutura apresenta na globalidade, pois o facto de um determinado elemento estrutural apresentar determinadas características não garante que todos os elementos do mesmo género também as apresentem. À medida que as demolições avançaram é que foi possível determinar com exactidão o estado de conservação, localização exacta, dimensão e constituição dos diversos

elementos estruturais, o que por vezes tornou necessário actualizar/reformular os projectos para que estes se adaptassem à realidade da obra.

Por exemplo uma das situações previstas no projecto de arquitectura contemplava manter intactos pilaretes situados nas paredes de fachada, que faziam a ligação entre lajes (Figura 3.7).

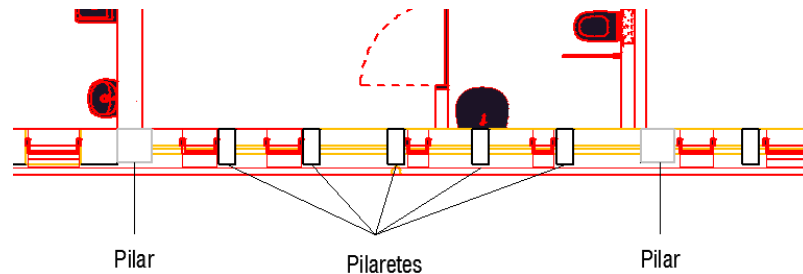


Figura 3.7 – Planta de amarelos e encarnados - Pilaretes de fachada (adaptado de [10])

Numa fase inicial pensava-se que estes pilaretes eram maciços, desempenhando funções de carácter estrutural. O facto de manter estes elementos intactos colocou algumas imposições a nível arquitectónico, limitando a dimensão dos vão na fachada, uma vez que a largura máxima ocupada por estes corresponderia ao afastamento entre estes membros. Como a vista que o Arquitecto idealizou para as paredes de fachada não contemplava as reentrâncias que estes elementos iriam criar, foi preconizado por este, que o espaço existente entre os pilaretes seria preenchido com placas de poliestireno expandido (EPS) (Figura 3.8), de modo a criar uma base regular para a aplicação do revestimento exterior da fachada (ETICS).

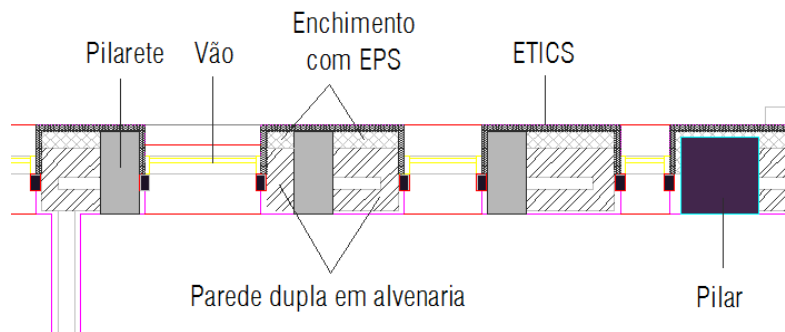


Figura 3.8 - Pormenor parede de fachada - Enchimento entre pilaretes com EPS (adaptado de [10])

Contudo, durante as demolições verificou-se que estes membros eram em alvenaria de tijolo, e que o seu estado de conservação era precário, não fazendo sentido que estes fossem mantidos pois não desempenhavam funções estruturais como se pensava. Deste modo, todos os membros foram demolidos (Figura 3.9), possibilitando assim que as paredes de alvenaria exteriores fossem executadas de forma contínua (em vez de pequenos troços entre pilaretes como exemplificado na Figura 3.8), o que se traduziu numa redução do seu prazo de execução.



Figura 3.9 - Demolição dos membros em alvenaria da fachada

Após ter sido efectuada a demolição das alvenarias e dos referidos pilaretes, foi constatada a existência de vigas de bordadura ao nível de todas as lajes, pois no levantamento estrutural efectuada para a realização dos projectos não havia sido detectada a sua existência. Como estas vigas de bordadura acabavam por ter também a função de caixa de estores, encontravam-se vulneráveis à humidade e à carbonatação. Através da picagem do revestimento das vigas (mosaicos cerâmicos), verificou-se que as suas armaduras apresentavam um estado de degradação preocupante (Figura 3.10). O projectista foi alertado para este facto, e após ter analisado a situação, considerou que estas vigas não eram estruturais, e que por conseguinte não seria necessário o seu reforço/substituição.



Figura 3.10 - Armaduras das vigas de bordadura corroídas

Contudo, para que a degradação das armaduras não se continuasse a agravar ficou estipulado que, dependendo dos casos, estas armaduras deveriam ser substituídas ou protegidas.

Nos casos em que as armaduras se encontravam completamente corroídas, estas deveriam ser substituídas. Para tal o betão na proximidade da armadura em causa foi picado na extensão em que a armadura se encontrava degradada, de modo a permitir o empalme de novos varões de aço para substituir os degradados. Após ser colocada a nova armadura criou-se uma cofragem

pontual nessa zona para permitir a sua “betonagem ” (Figura 3.11). Dadas as características especiais que este tipo de betonagem necessitava, foi elaborado em obra a mistura de “Sika Grout” com areão e alguma gravilha fina, resultando assim num microbetão de elevada qualidade e resistência e com uma baixa retracção. O “Sika Grout” é uma argamassa monocomponente, fluida, de retracção compensada e ligeiramente expansiva, à base de cimento. Apesar das suas características técnicas não serem as normalmente indicadas para este fim, o fabrico de microbetão com este produto garante bons resultados, como indicado no Anexo B.



Figura 3.11 - Betonagem das zonas danificadas das vigas de bordadura com microbetão (vista superior)

Por sua vez nos casos em que se considerou que o estado de degradação das armaduras não afectava as suas características resistentes, ou quando as armaduras se encontravam em bom estado de conservação, mas devido à remoção do revestimento das vigas as armaduras ficaram a descoberto, foi aplicado sobre estas “Sika Monotop 612” (Figura 3.12). Este produto é uma argamassa de reparação monocomponente à base de cimento com resinas sintéticas, sílica de fumo e reforçada com fibras, especialmente indicada para a reparação de betão [11]. A aplicação da argamassa Sika Monotop 612 nas zonas indicadas para além de reparar o betão, conferiu também protecção às armaduras contra os agentes climatéricos, impedindo assim que estas se continuassem a degradar.



Figura 3.12 - Reparação das vigas de bordadura com “Sika Monotop 612”

Relativamente aos pavimentos, estes foram picados de modo a remover o revestimento existente, bem como a camada de betonilha que se encontrava sob este. Esta actividade contrariamente ao que era esperado criou alguns problemas, pois devido ao facto das lajes serem em abobadilhas pré-fabricadas de betão leve, quando se efectuou a picagem do pavimento estas partiam-se criando orifícios nas lajes. Contudo, como a espessura de betonilha existente era bastante reduzida, e devido ao facto das cotas dos pisos não poderem ser alteradas, pois eram influenciadas pelas cotas do núcleo de escadas principal (situação anteriormente descrita), foi necessário retirar a maior espessura possível de betonilha do pavimento tentando não danificar as abobadilhas da laje, situação que nem sempre foi possível (Figura 3.13).



Figura 3.13 - Abobadilhas perfuradas devido à remoção do pavimento

3.3. Escavação e Contenção da Cave

De todas as actividades desenvolvidas durante o período de estágio, a escavação e contenção da cave foram sem dúvida as que obrigaram a maiores cuidados durante a sua execução e na qual existiram mais condicionantes. A área total de implantação da cave (320 m²) pode ser dividida em duas zonas distintas, a zona adjacente ao edifício existente (196 m²) e a zona sob o edifício existente (124 m²), como mostrado na Figura 3.14.

Em qualquer uma das zonas consideradas o processo de escavação e contenção teve de ser realizado com bastante cuidado, de modo a não criar danos a nenhum dos edifícios envolventes.

À data do início do estágio a escavação e contenção da cave na zona junto do edifício vizinho já se encontrava concluída (Figura 3.15), pelo que neste relatório apenas será alvo de uma descrição mais pormenorizada a intervenção junto e sob o edifício existente.

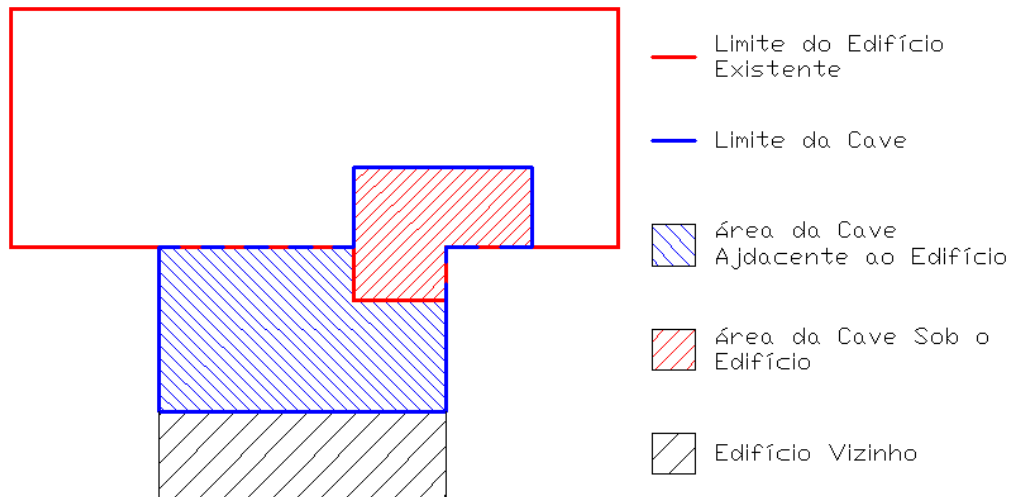


Figura 3.14 - Localização da cave em relação ao edifício existente



Figura 3.15 - Contenção da cave junto ao edifício vizinho

Contudo, existe uma situação que justifica ser exposta dadas as alterações a que obrigou numa fase mais avançada da obra. O Arquitecto para maximizar a área da cave tentou aproveitar toda a área de implantação do edifício, definindo que este seria contíguo ao edifício vizinho. Para o efeito o Projectista da estrutura definiu junto ao limite do lote a criação de um muro de suporte com 0,30 m de espessura, bem como a implantação de pilares (com a mesma espessura) acima do muro de modo a suportar a estrutura que a partir daí se erguia. Após o início da escavação constatou-se que as sapatas do edifício vizinho se encontravam salientes do edifício cerca de 0,70 m, situação que até então não havia sido prevista. Esta situação inviabilizou a execução do que estava projectado, pois por razões óbvias estas sapatas não poderiam ser demolidas nem movidas, e a sua presença não permitia a execução do muro de suporte, pois para além de o interceptarem ainda penetravam no interior da cave (Figura 3.16 a)). Esta situação foi remetida para os projectistas e após ter sido analisada considerou-se que a melhor solução seria a construção do muro faceado com as sapatas, sofrendo assim um desvio de

aproximadamente 0,70 m (Figura 3.16 b)), o que consequentemente levou a uma redução na área da cave.

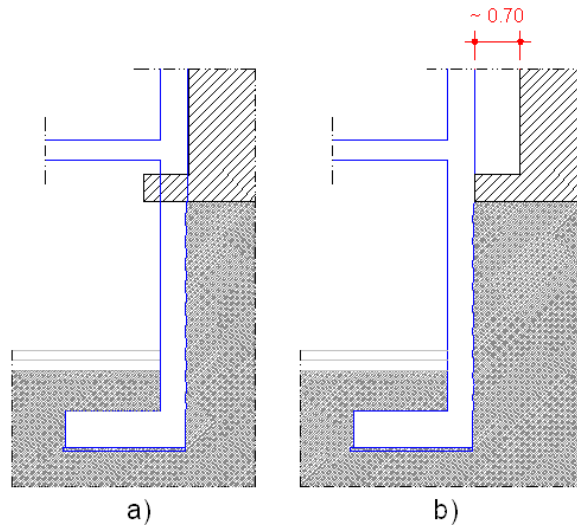


Figura 3.16 - Desvio do muro de contenção devido à existência das sapatas do edifício vizinho

Para que esta alteração fosse apenas ao nível da cave, no âmbito da assistência técnica ao projecto, foi proposto pela Direcção de Obra ao Projectista a execução de um cachorro para tentar desviar os pilares (acima do muro) para a sua posição de projecto, situação que será abordada de forma mais detalhada no item 3.5.

No que respeita à escavação e contenção da cave junto e sob o edifício existente (actividade acompanhada durante o estágio), esta assumiu sempre um carácter delicado devido às condicionantes impostas. As limitações de espaço existente e a tentativa de minimizar os efeitos adversos que as vibrações originadas pela escavação poderiam ter sobre o edifício, obrigaram à utilização de meios de escavação de menores dimensões, o que por um lado reduziu os efeitos negativos sobre o edifício, mas por outro levou a um aumento significativo na duração da actividade. Também o facto de parte da escavação ocorrer sob o edifício existente obrigou a vários cuidados, pois ao realizar a escavação retiraram-se os apoios de alguns pilares, tendo estes ficado suspensos até ser possível executar o seu prolongamento e respectivas fundações.

Na zona central da escavação foram utilizadas máquinas pesadas, contudo nas zonas periféricas junto aos edifícios, à semelhança do que sucedeu para as demolições, dadas as condicionantes referidas foram utilizados robots de demolição (Figura 3.17). Como a zona a escavar era maioritariamente constituído por rocha dura, o desmonte desta foi realizado com recurso a martelo. Embora o desmonte de rocha com recurso a martelo gere vibrações, devido ao facto do equipamento utilizado ser de dimensões reduzidas fez com que as vibrações resultantes também o fossem, minorando desta forma o risco de danos no edifício existente.

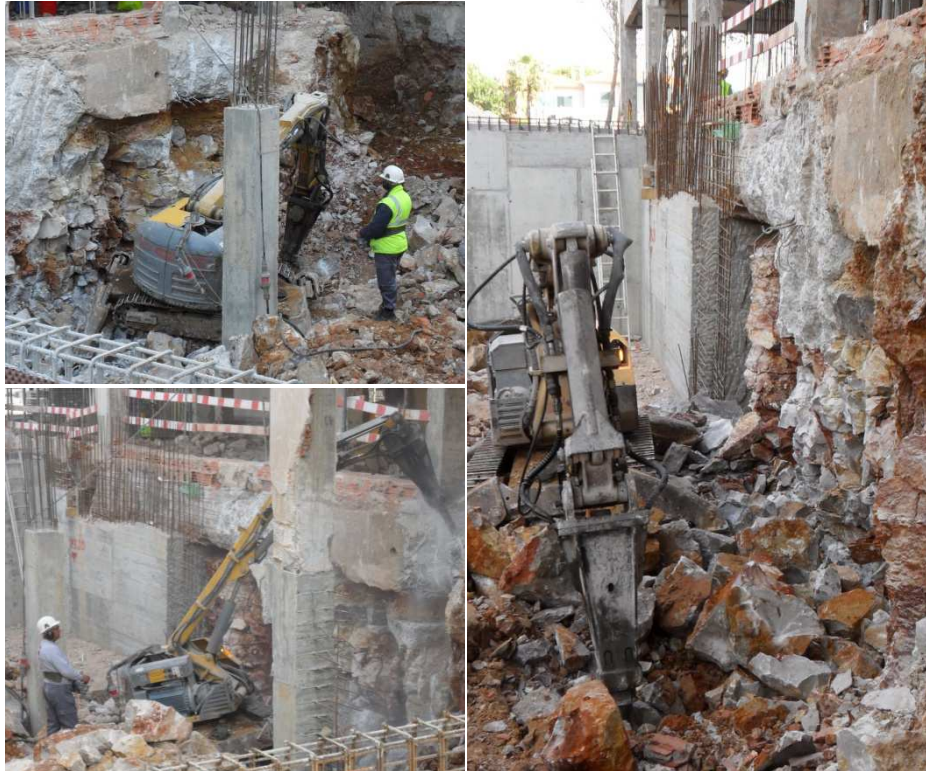


Figura 3.17 - Escavação da cave com recurso a robots de demolição

Para a remoção da rocha e do terreno escavado foram utilizadas uma escavadora giratória leve (Figura 3.18) e uma retroescavadora (Figura 3.19). A utilização destes equipamentos para a remoção de detritos permitiu a utilização dos robots unicamente para o desmonte de rocha, aumentando desta forma o rendimento da actividade. Como a profundidade da escavação também era reduzida, por se tratar apenas de um piso abaixo do solo, o comprimento da lança da retroescavadora permitiu a remoção dos detritos a partir do exterior da escavação, possibilitando assim que estes fossem removidos através de zonas onde o muro já se encontrava executado ou mesmo em zonas sem rampas de acesso.



Figura 3.18 - Utilização de escavadora giratória leve na escavação



Figura 3.19 - Utilização de retroescavadora para retirar os detritos da escavação da cave

Inicialmente estava prevista a execução da contenção com recurso a muros de berlim, contudo no decorrer da escavação verificou-se que o terreno era constituído basicamente por rocha, apresentando características que conferiam estabilidade aos taludes da escavação, não tendo sido necessária a execução de contenções provisórias.

Contudo, apesar das características geotécnicas do terreno, a escavação nas zonas periféricas junto às sapatas e vigas de fundação existentes, foi realizada por troços de modo a reduzir o período em que estes elementos estruturais se encontravam vulneráveis. Os troços em questão apresentavam uma extensão de cerca de cinco metros de comprimento, na qual foi efectuada a escavação para o muro de suporte e para as suas fundações, sendo o muro de suporte construído no alinhamento das fundações do edifício existente e betonado contra o terreno, como mostrado na Figura 3.20.

De modo a permitir a correcta execução do muro, também este foi executado por fases (Figura 3.21), e sempre de acordo com o estipulado no projecto de estabilidade.

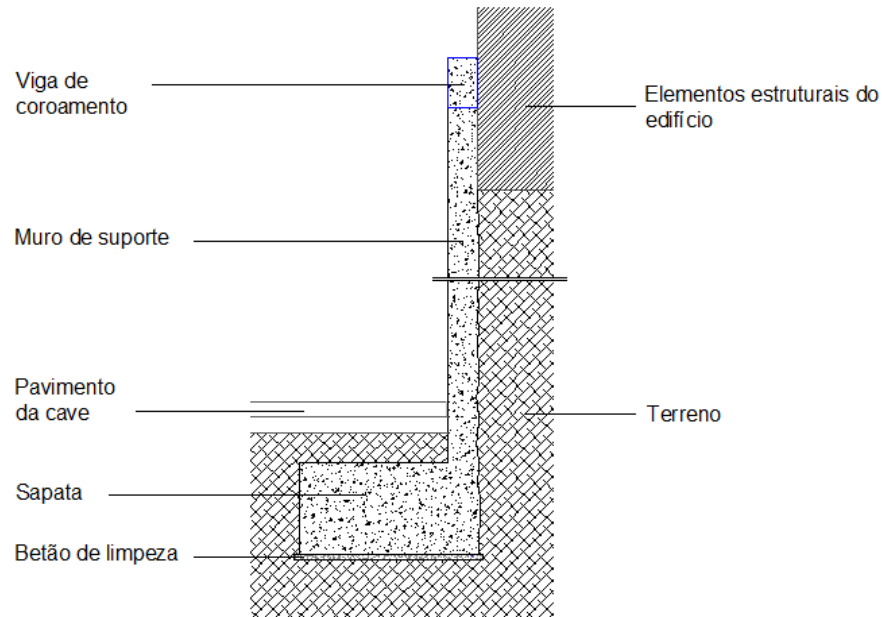


Figura 3.20 - Pormenor construtivo do muro de suporte da cave (adaptado de [42])

Após ter sido efectuada a escavação necessária, para as fundações do muro e para o próprio muro, foi colocado betão de limpeza (5 cm de espessura). Tendo uma base regular, foram colocadas as armaduras da sapata (já com as armaduras de espera para os pilares). Foi executada a cofragem da sapata e procedeu-se à sua betonagem. Após o betão ter ganho presa e adquirido resistência suficiente para permitir que pudessem decorrer trabalhos sobre si (normalmente no dia a seguir à betonagem), começaram-se a montar as armaduras do muro. Assim que a armadura ficou montada procedeu-se a cofragem e escoramento do muro. Para garantir o recobrimento estipulado para as armaduras foram utilizados espaçadores, em PVC (Figura 3.22).



Figura 3.21 - Construção dos muros de suporte



Figura 3.22 - Espaçador em PVC para paredes

De modo a assegurar uma correcta ligação entre todos os elementos estruturais (muro, pilares, vigas e lajes) dado a sua execução ser faseada, foram tomados cuidados, nomeadamente nas ligações entre betões e nos empalmes e ligações entre armaduras. Nos muros, em cada novo troço que foi executado foram deixadas armaduras de espera para efectuar a ligação com as armaduras do troço seguinte. De modo a deixar estas armaduras de espera foi criada uma cofragem especial para esse efeito no extremo do troço de muro. Esta cofragem consistia basicamente na colocação de ripas e tábuas de madeira cortadas à medida para cada caso, que seriam depois colocadas horizontalmente entre as armaduras horizontais do muro (Figura 3.23). A colocação destas tábuas de forma contínua no topo do muro, criou uma barreira que impedia a saída do betão, mas possibilitava que as armaduras atravessassem a cofragem ficando assim salientes da peça de betão e permitindo por conseguinte o empalme com as armaduras do troço seguinte. Apesar da presença das armaduras criar juntas entre as tábuas (com abertura igual ao diâmetro da armadura), a sua abertura não era suficiente para permitir a passagem dos agregados do betão, tendo assim a cofragem o efeito desejado.

Na ligação entre as lajes e o muro de suporte, os muros apenas foram betonados até à face inferior das lajes (Figura 3.24), para permitir a ligação entre as armaduras da laje e das vigas e efectuar a sua betonagem conjunta, garantindo assim a ligação entre todos os elementos.



Figura 3.23 - Cofragem lateral dos muros com tábuas de madeiras entre as armaduras



Figura 3.24 - Viga de coroamento por betonar

Relativamente aos pilares interiores do edifício, que se encontravam no alinhamento onde o muro de suporte viria a ser construído (Figura 3.25), verificou-se durante a escavação que as suas fundações eram sapatas isoladas, não existindo vigas de fundação a fazer a sua interligação.

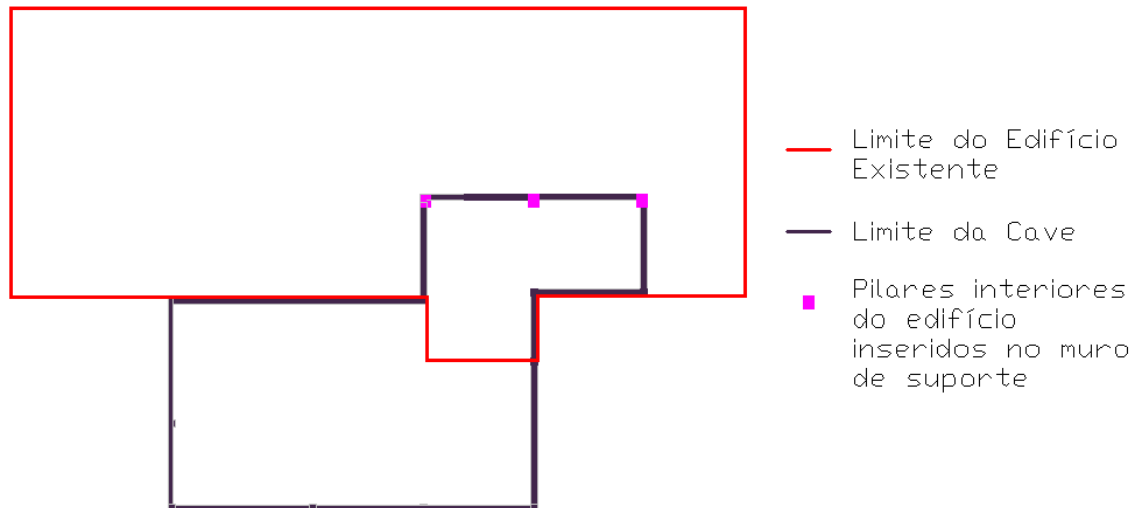


Figura 3.25 - Pilares interiores do edifício inseridos no muro de suporte

Como para a realização do muro de suporte seria necessário escavar o terreno entre estes pilares, bem como sob os mesmos, de modo a permitir a sua extensão até as fundações (localizadas na base da escavação), e como o muro de suporte era constituído por uma viga de coroamento (como mostrado na Figura 3.20), para aumentar a rigidez da estrutura, antes de se iniciar a escavação optou-se por executar primeiro a viga. A execução da viga nesta fase levou à adopção de um processo construtivo alternativo, sendo o muro de suporte construído de cima para baixo (Figura 3.26).

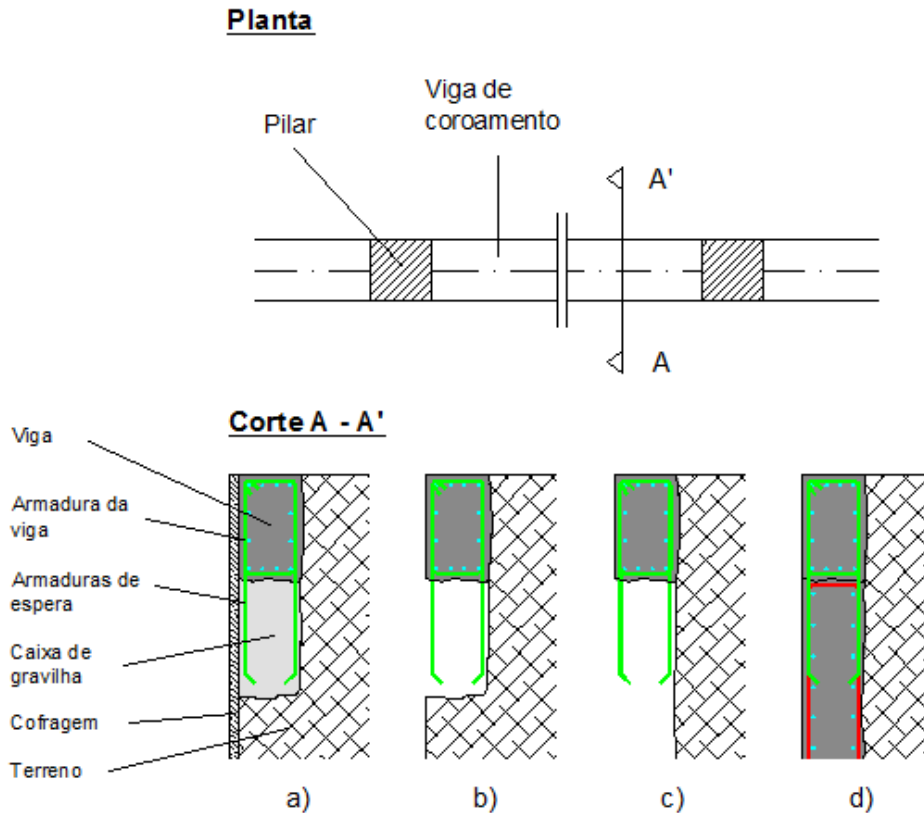


Figura 3.26 - Processo construtivo da viga de coroamento do muro de suporte na ligação entre pilares

Foi necessária a escavação na zona de construção da viga até uma profundidade de cerca de um metro (50 cm correspondentes à altura da viga e os restantes 50 cm ao comprimento das armaduras de espera). De seguida foram colocadas as armaduras da viga e as armaduras de espera para realizar o empalme com as armaduras do muro, sendo depois executada a cofragem lateral da viga como exemplificado na figura Figura 3.26 a). Para que ao betonar a viga não fossem também betonadas as armaduras de espera, foi colocada gravilha no espaço interior da viga e atrás da cofragem, com uma espessura de 50 cm, correspondendo ao comprimento das armaduras de espera. A criação desta “caixa de gravilha” permitiu que apenas a viga fosse betonada, “protegendo” assim as armaduras de espera do betão. Após a cura do betão a viga foi descofrada, sendo facilmente removida a brita expondo as armaduras de espera (Figura 3.26 b)), podendo o resultado final ser observado na Figura 3.27. Na interface entre a brita e o betão houve brita que ficou envolvida em betão, ficando assim incrustada na viga, o que tornou necessário efectuar uma picagem de modo a retirar a brita que se havia fixado à superfície do betão. Tendo sido desta forma melhorada a rigidez da estrutura, continuou-se a escavação até ao nível das fundações (Figura 3.26 c)). Com a viga de coroamento e a escavação executadas foram construídas as sapatas e o muro de suporte conforme a metodologia anteriormente descrita, indo as armaduras do muro emplamar com as armaduras de espera deixadas na viga de coroamento (Figura 3.26 d) e Figura 3.28).



Figura 3.27 - Armaduras de espera do muro de suporte na viga de coroamento



Figura 3.28 - Armaduras de espera na base e no topo do muro de suporte

No que respeita à escavação e contenção da cave a situação mais delicada ocorreu nas zonas dos pilares exteriores da caixa de escadas, zonas estas onde foi necessário demolir as sapatas desses pilares para permitir a execução do muro de suporte da cave. Esta situação fez com que os pilares ficassem sem apoio (suspensos) até que ficasse concluído o muro de suporte e permitisse a execução da ligação entre os pilares e o muro, como mostrado na Figura 3.29.

De modo a fazer a distribuição das cargas que este pilar suportava para os pilares adjacentes, foram colocadas escoras (prumos metálicos) entre o muro de suporte ou terreno (dependendo da situação) e as vigas de bordadura das lajes, como exemplificado na Figura 3.30. Este escoramento foi efectuado da mesma forma ao nível de todos os pisos de modo a maximizar a distribuição das cargas da zona em causa para os pilares e vigas adjacentes. Como devido à falta de apoio a capacidade do pilar para suportar cargas pode ser considerada nula, sem o escoramento da estrutura estas cargas seriam transmitidas para as vigas e lajes na periferia desta zona, induzindo-lhes esforços para os quais não foram dimensionadas, podendo originar danos irreversíveis na estrutura ou levar mesmo ao seu colapso.



Figura 3.29 - Pilar suspenso

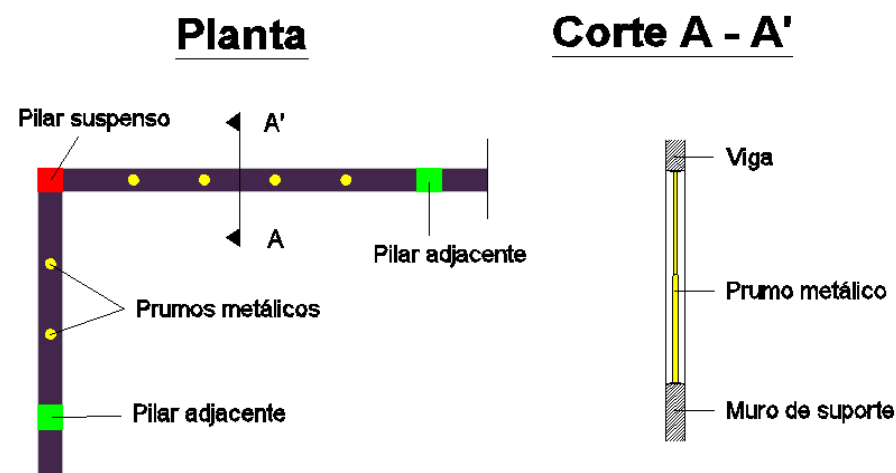


Figura 3.30 - Escoramento da estrutura na zona do pilar suspenso

Em termos construtivos a execução do muro de suporte nesta zona foi um pouco diferente das situações anteriores, sendo necessária a execução do prolongamento do pilar até à sua fundação (Figura 3.31 a)). Foi então executada a ligação entre as armaduras de espera do pilar com as armaduras que faziam a sua ligação às fundações, e ainda com as armaduras do muro (Figura 3.31 b)). Estes elementos foram betonados até à cota da face inferior da laje, de modo a permitir a ligação entre as armaduras das vigas e da laje (Figura 3.31 c)).

Como o espaço da cave é considerado habitável, não sendo portanto admissível o surgimento de humidades no seu interior, foi necessário efectuar a sua impermeabilização. A solução preconizada no projecto de execução incluía a aplicação de um sistema de impermeabilização pelo exterior do muro, composto por uma membrana asfáltica (impermeabilizante), um geocompósito drenante e um geotêxtil, como mostrado na Figura 3.32. Na base, deveria ainda ser colocado um geodreno de modo a efectuar o escoamento das águas da base do muro encaminhando-as para a rede de drenagem de águas pluviais.

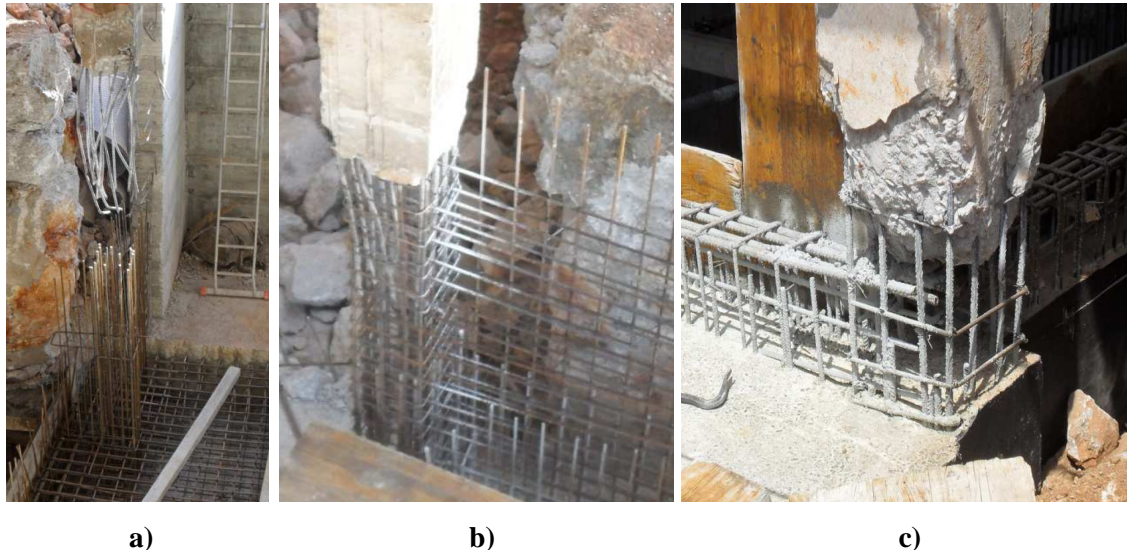


Figura 3.31 - Execução do muro de suporte sob o pilar suspenso

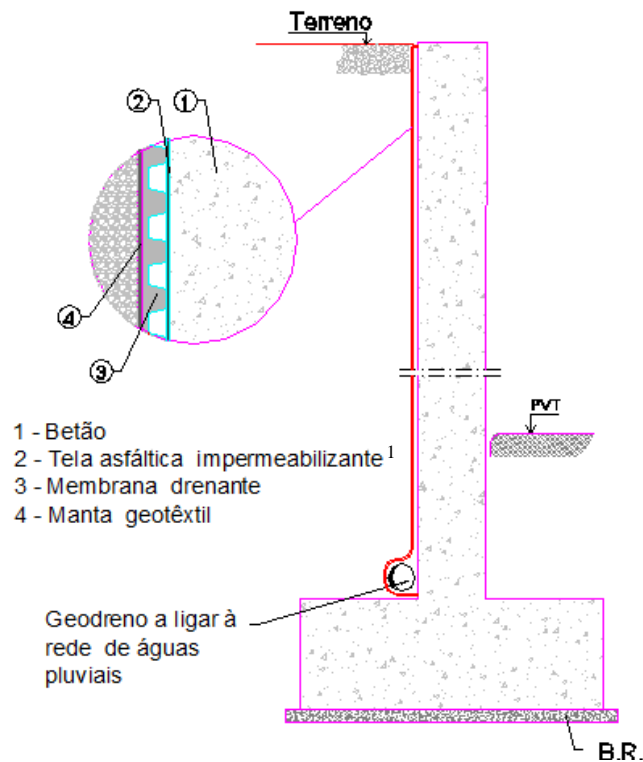


Figura 3.32 - Sistema de impermeabilização e drenagem dos muros de suporte [42]

Com base no preconizado em projecto, nos sistemas e produtos de impermeabilização existentes no mercado e ainda tendo em conta o sugerido pelo subempreiteiro da especialidade, a Direcção de Obra propôs à fiscalização um sistema de impermeabilização com a seguinte constituição:

¹ Membrana impermeabilizante de betuma polímero APP;

- Pintura dos muros com “Tisakote” [12] – o produto em questão é um betume asfáltico em emulsão betuminosa com base aquosa. A aplicação deste produto serve como primário melhorando a aderência das membranas de impermeabilização (Figura 3.33). Este produto pode ser aplicado como uma pintura, e após secagem cria uma camada impermeável contínua e resistente a temperaturas elevadas, criando também uma barreira ao vapor;
- Membrana impermeabilizante “Tisaplas Polimerica PY” [13] – membrana impermeabilizante de betume polímero APP, com armadura de poliéster (Figura 3.34);
- Geocompósito drenante “Danodren H15 Plus” [14] – material nodular em polietileno de alta densidade (PEAD) acoplado a um geotêxtil de polipropileno, sendo especialmente concebido para filtração e drenagem de obras enterradas (muros e caves) (Figura 3.35);
- Geodreno Ambidreno PE DN100 MP TP [15] – trata-se de um tubo de drenagem fabricado em PEAD, perfurado e com os furos distribuídos no seu perímetro, garantindo uma elevada capacidade de drenagem.



Figura 3.33 - Pintura dos muros de suporte com betume asfáltico



Figura 3.34 - Aplicação da membrana asfáltica



Figura 3.35 - Geocompósito drenante para muro de suporte

3.4. Reforço estrutural

Devido ao número de habitações antigas existente em Portugal, a reabilitação ganha cada vez mais notoriedade, sendo uma prática cada vez mais utilizada. A reabilitação de edifícios antigos é uma actividade que nem sempre é fácil de ser executada, pois para além da inexistência de legislação específica sobre o tema, é difícil avaliar o verdadeiro estado de conservação da estrutura do edifício, dos materiais aplicados e ainda dos métodos construtivos utilizados, pelo que é indispensável ser efectuado por técnicos experientes no assunto.

A reabilitação de um edifício passa pela garantia que durante o seu período de exploração este cumpra as características que lhe são exigidas, tanto a nível estrutural como de acabamentos e de funcionalidade, sendo fundamental que as técnicas construtivas e os materiais de construção sejam os mais adequados.

Neste item serão abordadas as metodologias, técnicas e produtos utilizados no reforço estrutural dos vários elementos constituintes do edifício existente.

De modo a avaliar as características estruturais do edifício existente, foi realizado um levantamento quer da estrutura, quer dos materiais utilizados nos diversos elementos estruturais.

Relativamente à estrutura foram tidas em consideração as alterações preconizadas no projecto de arquitectura com influência directa sobre a estrutura, nomeadamente a criação de uma nova caixa de elevador. Na Figura 3.36 apresenta-se a planta estrutural do piso 0.

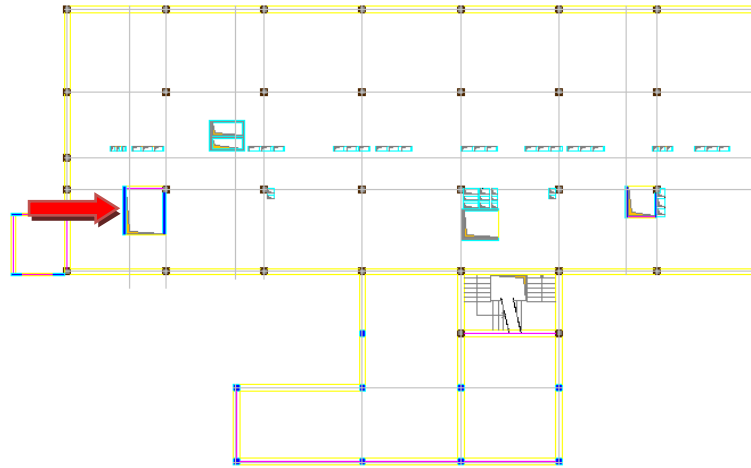


Figura 3.36 - Planta estrutural do piso 0 (adaptado de [42])

Quanto aos materiais utilizados nos diversos elementos estruturais, devido ao facto de se tratar de um edifício existente e não havendo um projecto base, foi difícil perceber com exactidão quais os materiais constituintes da superestrutura. No entanto, com base em observações *in situ* e na extracção de carotes, concluiu-se que os materiais aplicados no edifício existente eram os seguintes:

Betão:	Pavimento térreo	C 12/15
	Fundações	C 16/20
	Restantes elementos estruturais	C 16/20
Aço em varão:	Armaduras ordinárias	A 400 NR

Para os novos elementos a serem construídos preconizou-se a utilização dos seguintes materiais utilizados foram os seguintes:

Betão:	Regularização e betão de limpeza	C 12/15
	Pavimento térreo	C 16/20
	Fundações	C 25/30
	Restantes elementos estruturais	C 25/30
Aço:	Armaduras ordinárias	A 500 NR
	Redes electrossoldadas	A 500 EL

Tendo em consideração a constituição da estrutura, o tipo de materiais e a regulamentação em vigor, nomeadamente o RSAEEP [16], REBAP [17] e EC2 [18] foi realizado o cálculo estrutural do edifício utilizando o programa comercial de cálculo espacial de estruturas tridimensionais SAP 2000. Tendo por base modelos de elementos finitos representativos da totalidade da estrutura (Figura 3.37), foi avaliado o comportamento global da estrutura e a interação entre os diversos elementos estruturais que compunham o edifício.

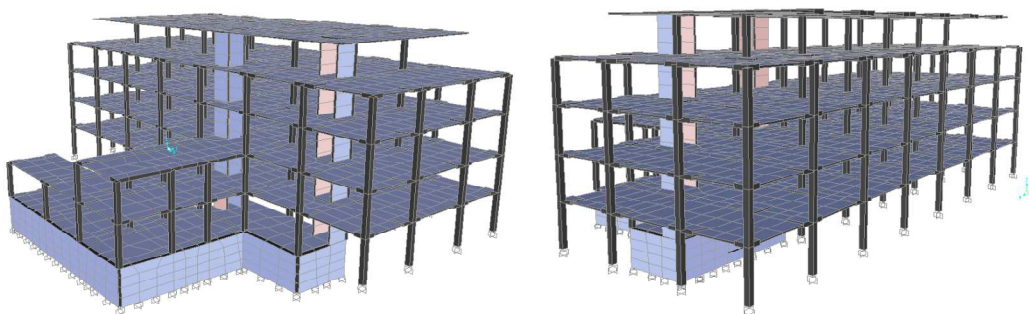


Figura 3.37 - Modelação tridimensional do edifício em SAP 2000 (adaptado de [42])

Esta análise estrutural permitiu por um lado efectuar o dimensionamento dos diversos elementos estruturais que seriam executados de novo, tanto em betão armado (item 3.5) como metálicos (item 3.8), e por outro averiguar se a estrutura existente por si só apresentava capacidade resistente para fazer face às cargas previstas.

3.4.1. Reforço dos pilares

Através da análise dos resultados obtidos constatou-se que os pilares do edifício seriam incapazes, tal como estavam, de resistir a acções de índole predominantemente horizontal, sendo necessário efectuar o seu reforço de forma a assegurar um correcto funcionamento da estrutura. Face à situação apresentada a técnica mais corrente de reforço destes pilares passaria pela colocação de chapas de aço que conferissem confinamento aos pilares aumentando assim a sua resistência.

Inicialmente foi previsto que estas chapas teriam uma dimensão igual às faces dos pilares envolvendo-os completamente (Figura 3.38), sendo coladas aos pilares com resinas epoxy e as chapas ligadas entre si (nas arestas dos pilares) com cordões de solda. Contudo, em obra este sistema levantou algumas dúvidas sobre a garantia da sua qualidade de execução da colagem entre as chapas e o pilar, por as dimensões das chapas serem idênticas às das faces dos pilares, e também pela maioria dos pilares estarem empenados, não sendo possível garantir que os espaços entre o pilar e a chapa ficassem totalmente preenchidos, e podendo por vezes apresentar zonas ocas, inviabilizando assim o propósito da aplicação destas chapas (conferir confinamento

aos pilares). O projectista responsável pelo projecto de estabilidade, foi alertado para este facto e após ter analisado o problema optou por introduzir algumas alterações a este sistema, passando de chapas com as dimensões das faces laterais dos pilares para reforços constituídos por cantoneiras e chapas metálicas. Este novo sistema consistia na aplicação de cantoneiras em aço nas arestas dos pilares, correspondendo o comprimento da cantoneira à altura do pilar, sendo as cantoneiras interligadas com várias chapas em aço colocadas horizontalmente e soldadas às cantoneiras (Figura 3.39).

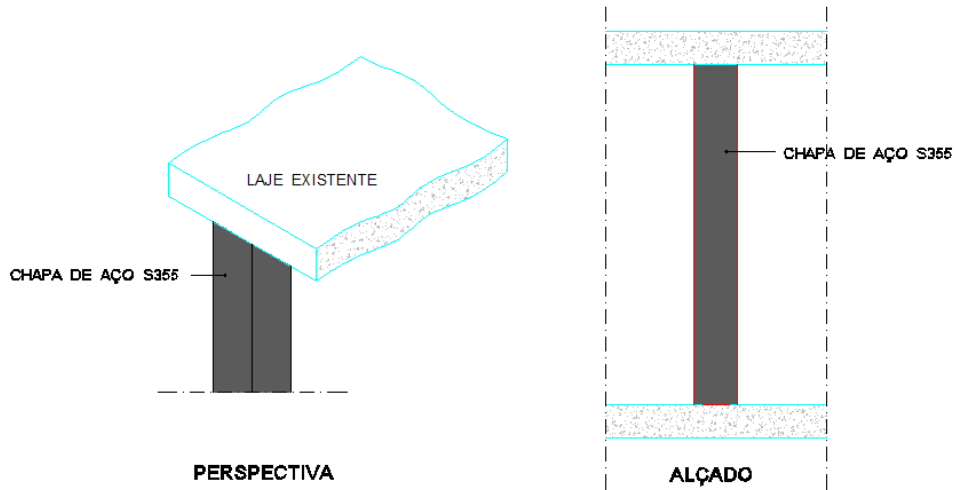


Figura 3.38 - Reforço de pilares com chapas metálicas (hipótese inicial) [42]

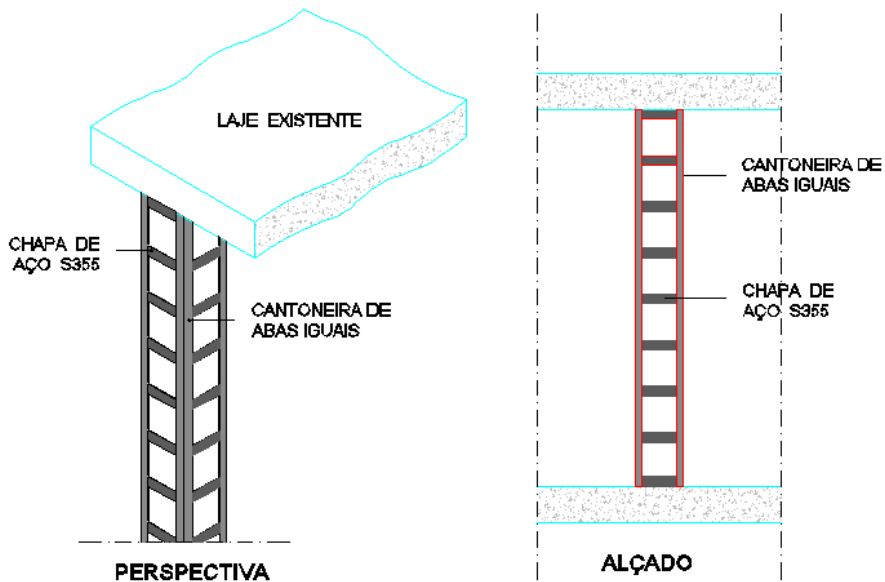


Figura 3.39 - Reforço de pilares com cantoneiras e chapas metálicas (hipótese adoptada) [42]

Para facilitar a montagem e o ajuste dos reforços aos pilares em obra, o subempreiteiro encarregue do seu fabrico e montagem optou por ainda em fábrica soldar as chapas metálicas a duas cantoneiras (com a posição oposta relativamente ao centro do pilar), como exemplificado na Figura 3.40, apenas tendo em obra de soldar as duas cantoneiras restantes fechando assim o reforço.

Para efectuar a colagem dos reforços aos pilares o projectista considerou que o produto existente no mercado com as características mais adequadas a este fim seria a argamassa epoxi “Sikadur-30” (ver Ficha Técnica no Anexo C). Trata-se de uma argamassa tixotrópica, adesiva baseada na combinação de resinas epoxi e cargas especiais, especialmente indicada para a colagem de reforços especiais, destacando-se entre as suas aplicações (constantes na ficha técnica do produto) a colagem de chapas de aço a betão (como era pretendido). Como o principal objectivo da aplicação destes reforços seria o confinamento dos pilares, esta argamassa para além de efectuar a colagem dos reforços também devia apresentar uma elevada resistência mecânica. A ficha técnica deste produto refere não só uma elevada resistência mecânica, como também apresenta uma elevada resistência à deformação sob carga permanente, características ideais para o fim previsto.

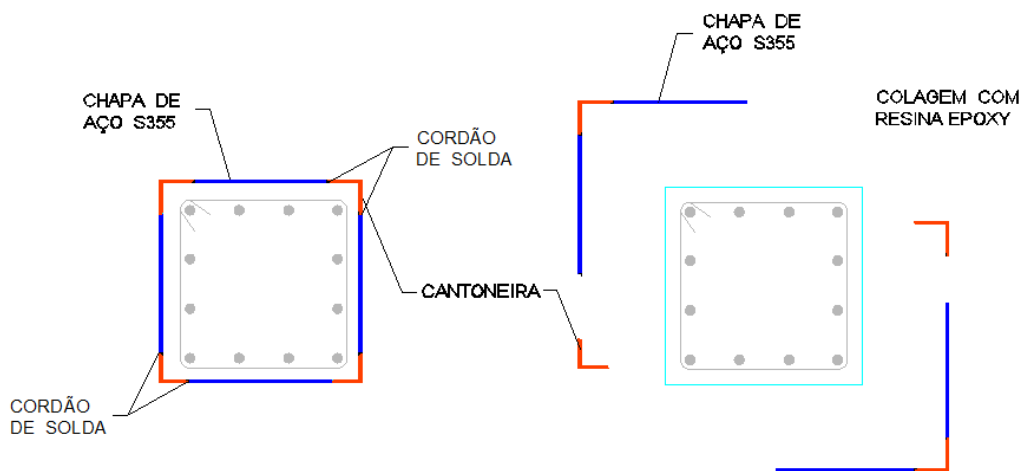


Figura 3.40 - Pormenor dos reforços dos pilares (adaptado de [42])

Através da análise estrutural efectuada ao edifício também se verificou que embora houvesse a necessidade de aplicar reforços em todos os pilares existentes estes poderiam ser diferentes dependendo da posição e do piso onde se encontravam, variando assim as características dos reforços (espessuras das chapas e das cantoneiras e espaçamento entre chapas), de acordo com o pilar em causa. Foram então considerados quatro tipos de reforços (1A, 2A, 3A e 1B), sendo as suas características resumidas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Tipos de reforços de pilares

Tipo de Reforço		1A	2A	3A	1B
Chapas	Espessura (mm)	5	5	6	5
	Largura (cm)	8	8	8	8
	Afastamento (cm)	25	25	25	22
Cantoneiras (mm)		50x50x5	60x60x5	80x80x6	60x60x5

A metodologia utilizada na montagem dos reforços foi a seguinte:

- a) Colocação junto dos pilares dos respectivos tipos de reforços;
- b) Aplicação com espátula de “Sikadur-30” nas faces interiores dos reforços;
- c) Fixação dos reforços aos pilares com o auxílio de grampos, de modo a garantir o seu correcto ajustamento;
- d) Soldadura das cantoneiras (isoladas) (Figura 3.41);
- e) Aplicação de “Sikadur-30” com espátula nas zonas onde o espaço entre o reforço e o pilar não se encontrava completamente preenchido (Figura 3.42);
- f) Rebarbamento das soldaduras de modo a criar uma superfície lisa entre as chapas e as cantoneiras;
- g) Pintura das zonas rebarbadas de modo a proteger as soldaduras da corrosão (Figura 3.42).



Figura 3.41 - Execução dos reforços dos pilares



Figura 3.42 - Pormenores - Colagens dos reforços com “Sikadur-30” e pintura de protecção das soldaduras

3.4.2. Reforço das fundações

No que respeita às fundações do edifício, devido à falta de elementos que as caracterizassem, considerou-se prudente o reforço das sapatas correspondentes aos pilares interiores ao edifício (onde as cargas eram mais levadas) de modo a melhorar a transmissão das cargas para o terreno. O projectista no projecto de estabilidade definiu duas hipóteses para o reforço das sapatas, a primeira contemplava o reforço das sapatas com a introdução de micro estacas (Figura 3.43) e a segunda o aumento da robustez das referidas sapatas (Figura 3.44).

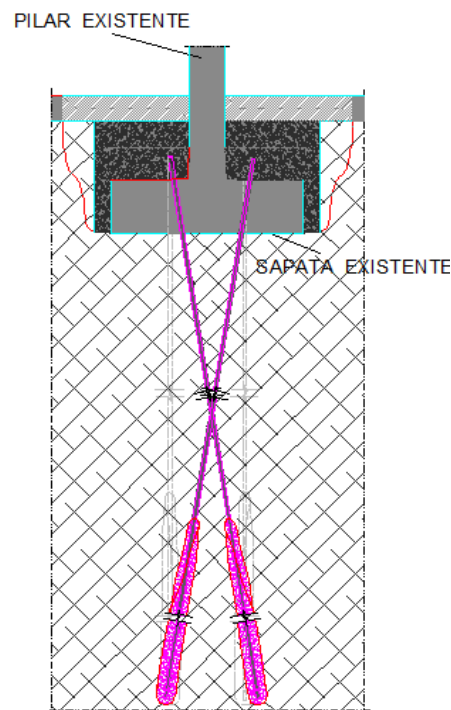


Figura 3.43 - Reforço de sapatas com micro estacas (adaptado de [42])

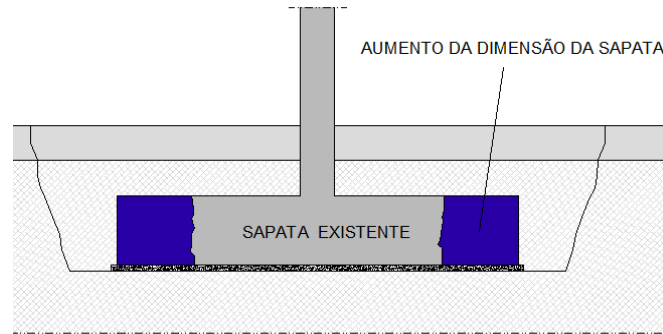


Figura 3.44 - Reforço de sapatas através do aumento da sua dimensão (adaptado de [42])

Após a realização das demolições e escavações foi possível averiguar *in situ* as características geotécnicas do terreno e a geometria e constituição das sapatas. Como o terreno era constituído maioritariamente por rocha dura e também pelo facto de não existirem limitações de espaço que impossibilitasse o aumento das sapatas, optou-se pelo reforço da sapata através do aumento da sua dimensão (opção também mais económica).

Para realizar este tipo de reforço das sapatas a metodologia prevista era a seguinte:

- a) Escavação da zona envolvente da sapata, para que esta ficasse exposta;
- b) Picagem do betão nas faces laterais da sapata, numa espessura mínima de 15 cm, de modo a expor as armaduras da sapata;
- c) Aplicação de betão de limpeza na periferia da sapata;
- d) Colocação das armaduras de reforço devidamente empalmadas com as armaduras existentes;
- e) Execução da cofragem lateral da sapata;
- f) Betonagem da sapata.

Contudo, durante a picagem das faces laterais das sapatas constatou-se que estas não tinham qualquer armadura no seu interior (Figura 3.45 a)), inviabilizando assim o modo como estava previsto executar o seu reforço. Foi então proposto pela Direcção de Obra ao projectista a alteração da metodologia do reforço das sapatas, tendo esta proposta sido aprovada pelo projectista. A metodologia utilizada foi então a seguinte:

- i. Execução de duas fiadas horizontais de furos para a colocação de armaduras de reforço;
- ii. Aplicação de betão de limpeza na periferia da zona a reforçar;
- iii. Colocação de armaduras em “U” nos furos efectuados, como mostrado na Figura 3.45 b). Para fixar estas armaduras ao betão da sapata foi utilizado o sistema de injeção para varão (bucha química) “Hit-Hy 150 Max” [19]. Trata-se de uma

resina híbrida de dois componentes, apresentando uma cura rápida e uma elevada capacidade de carga;

- iv. Execução da armadura complementar de reforço sobre a sapata existente e lateralmente a esta, correspondendo a geometria exterior desta armadura à dimensão final da sapata (acrescida do recobrimento) (Figura 3.45 c));
 - i. Pintura do betão da sapata existente com “Sika Icosit K 101 N”² (Ficha Técnica à Anexo D). Apesar das faces laterais das sapatas apresentarem uma superfície irregular é aconselhável a aplicação deste ligante do modo a garantir uma boa aderência entre o betão envelhecido e o betão novo;
 - i. Execução da cofragem da sapata;
 - ii. Betonagem da sapata.

Após terminado o reforço, as sapatas ficaram com a geometria apresentada na Figura 3.45

d).

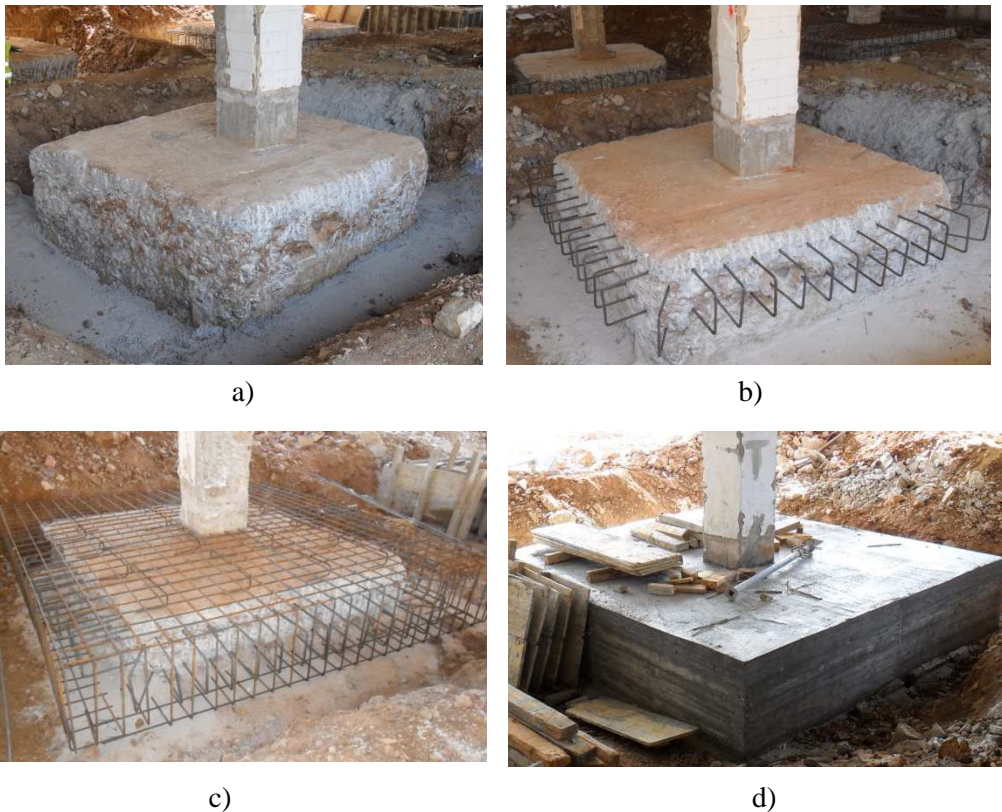


Figura 3.45 - Execução do reforço das sapatas

² Ligante epoxi estrutural à base de resinas epoxi especiais. A sua aplicação possibilita uma colagem muito mais resistente que a resistência do próprio betão. É especialmente indicado para colagem de betão fresco a betão endurecido, assegurando uma perfeita ligação.

3.5. Execução de elementos estruturais em betão armado

Apesar de nesta obra a reabilitação representar a parcela mais expressiva, a ampliação do edifício e a construção das suas zonas de apoio foram construídas de raiz. Também as alterações arquitectónicas com influência directa sobre a estrutura do edifício existente (demolição de um núcleo de escadas e de um núcleo de elevador), obrigaram à execução de elementos em betão armado.

Neste item serão abordadas as actividades relacionadas com a construção de elementos estruturais em betão armado, que embora estejam ligados à estrutura existente não são considerados reforços estruturais.

Todas estas situações encontravam-se definidas no projecto de estabilidade, nomeadamente:

- Contenção da cave (item 3.3);
- Construção da zona administrativa (piso 0 e piso 1);
- Construção da zona técnica;
- Pavimentos térreos (cave, zona técnica e edifício principal);
- Construção de caixas de elevador;
- Fecho das lajes nas zonas dos antigos núcleos de escadas e de elevador;
- Construção de escadas;
- Construção da portaria;
- Construção do posto de transformação (PT);
- Construção de palas e sapatas para escadas metálicas e pérgola;
- Execução da laje de cobertura.

Contudo, na maioria das situações apenas houve que seguir o estipulado no projecto de estabilidade, não tendo ocorrido problemas ou singularidades que justificassem a descrição de todas as actividades neste relatório. Será então abordado neste item o processo construtivo das estruturas em betão armado de uma forma genérica, dando especial relevo e atenção às singularidades e problemas que surgiram na execução do lote de actividades mencionadas.

Na construção da estrutura adjacente ao corpo principal do edifício uma das situações verificada, prendeu-se com o facto de parte das sapatas do edifício vizinho estarem localizadas no interior da área onde esta obra se desenvolvia. Esta situação obrigou a que os muros de contenção da cave sofressem um desvio de cerca de 70 cm, levando a uma redução da área da cave (situação descrita no item 3.3).

Para que esta alteração apenas se manifestasse ao nível da cave, tentou-se encontrar uma solução para desviar os pilares para o seu alinhamento original (como definido no projecto). Para isso foi proposto pela Direcção de Obra ao Projectista a execução de um cachorro, sobre o qual seriam construídos os pilares. Este cachorro seria basicamente um prolongamento da laje do piso 0, reforçada nessa zona de modo a suportar os esforços instalados (Figura 3.46 a)).

Contudo, o Projectista considerou que o cachorro proposto não teria capacidade resistente para fazer face aos esforços instalados (principalmente esforços de corte), devido ao facto da sua secção transversal ser demasiado reduzida (30 cm de espessura).

Tendo em conta a proposta apresentada foi então dimensionado pelo Projectista um cachorro com capacidade resistente para fazer face aos esforços a que estaria sujeito, sendo a sua secção transversal bastante mais robusta (Figura 3.46 b)). Este cachorro seria estendido a todo o bordo da laje adjacente ao edifício vizinho, sendo especialmente reforçado numa banda com 1,5 m de largura centrada com cada pilar.

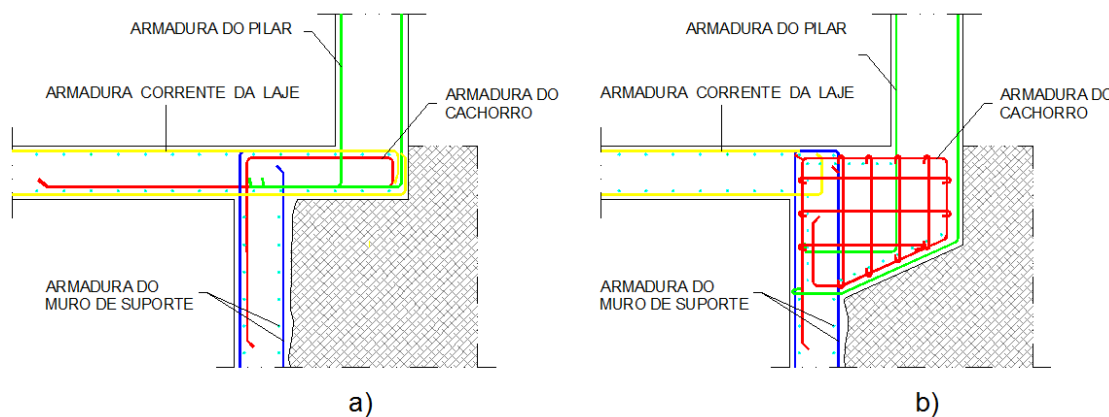


Figura 3.46 - Cachorro para desviar os pilares acima do muro de suporte (adaptado de [42])

Após análise da geometria e dimensão deste novo cachorro, ao realizar a sua implantação em obra verificou-se que continuava a persistir a problemática inicial, pois devido à presença e posicionamento das sapatas do edifício vizinho, também a construção do cachorro não era possível dado interceptar as sapatas (Figura 3.47). Foi questionado o Projectista sobre a possibilidade de reduzir a dimensão do cachorro para que fosse possível a sua construção sem interceptar a sapata, contudo a redução de dimensão que este teria de sofrer também reduziria a sua resistência não sendo portanto viável a sua construção.

Para não condicionar o andamento dos trabalhos e tendo o aval do Arquitecto, foi decidido pela Direcção de Obra a execução de uma outra solução alternativa. Esta solução contemplava a extensão da laje para lá do limite exterior dos pilares e até ao edifício vizinho (Figura 3.48). Com esta solução os pilares puderam ser executados acima do muro de contenção e no mesmo alinhamento (como preconizado no projecto de estabilidade), ficando a laje com

uma extensão de cerca de 70 cm em consola. A adopção desta solução teve o inconveniente de acima do piso 0 os pilares ficarem localizados no interior do edifício, o que levou a uma redução de área, ainda que pontual.

Após aprovação da solução construtiva, procedeu-se à sua execução. Como nesta fase o muro de suporte já havia sido construído, começou-se a executar a cofragem da laje do piso 0. Para a cofragem das lajes foi utilizada madeira tratada (Figura 3.49). Foram colocados prumos metálicos assentes no pavimento da cave, sobre os quais foram colocadas vigas de madeira, sendo esta “estrutura” responsável por suportar as cargas geradas pelo aço e betão da laje, e pelas operações de betonagem. Interligando estas vigas foram colocadas vigas perpendiculares, consolidando a estrutura da cofragem e impedindo que os painéis de madeira que viriam a ser colocados sobre estas vigas se deformassem excessivamente, o que poderia criar irregularidades na face inferior da laje e levar a um sobreconsumo de betão.

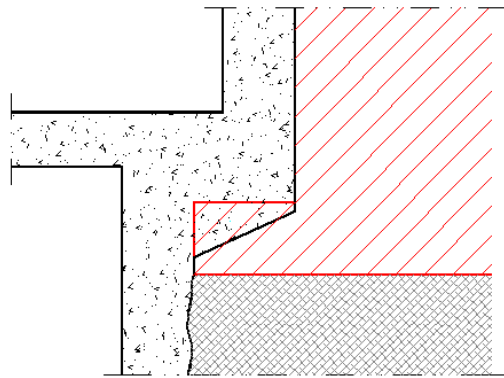


Figura 3.47 – Solução para realização do cachorro para desvio dos pilares, mas inviável devido à presença das sapatas do edifício vizinho

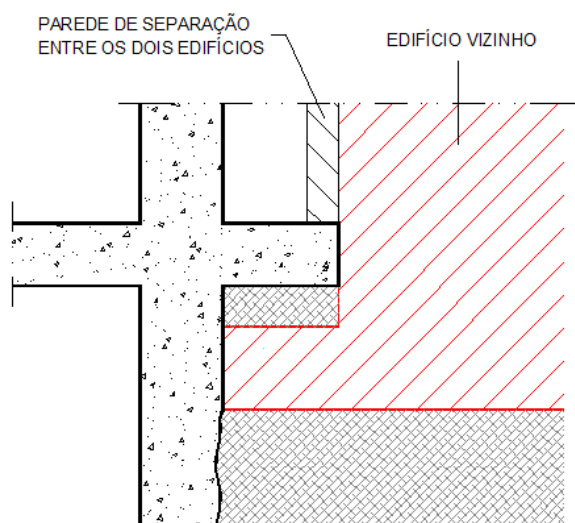


Figura 3.48 – Solução aprovada para desvio dos pilares



Figura 3.49 - Execução da cofragem da laje do piso 0

Antes de se proceder à colocação das armaduras, foi realizado um trabalho de “compatibilização” entre os vários projectos, de modo a prever desde logo os locais onde seria necessária a execução de aberturas para a passagem de tubos e condutas (normalmente de AVAC). Este trabalho de “compatibilização” foi essencial, pois permitiu que as aberturas fossem efectuadas logo nesta fase o que possibilitou o seu correcto reforço, situação que ao ser efectuada numa fase mais avançada (após a betonagem) para além de implicar demolir essa zona da laje, também o reforço dessa zona não seria efectuado, ou caso fosse, tornaria essa operação bastante mais onerosa.

Após a cofragem estar executada começaram-se a colocar as armaduras da laje. Para garantir o recobrimento das armaduras desejado, foram utilizados espaçadores de régua em PVC (Figura 3.50).

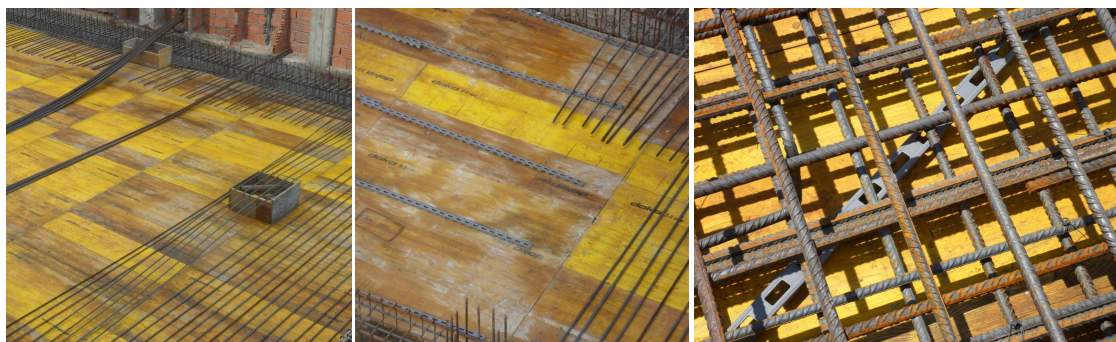


Figura 3.50 - Execução das armaduras da laje

Para que o betão da laje não entrasse em contacto com a estrutura do edifício vizinho, foi criada uma junta de encosto nessa zona, através da colocação de tiras de placas de poliestireno extrudido (Figura 3.51). A criação desta junta impede a transmissão de esforços entre os dois edifícios, quer devidos a dilatações quer devido a movimentos que a estrutura passa a apresentar ao longo do tempo.



Figura 3.51 - Criação de uma junta de encosto entre a laje e o edifício vizinho

Nas zonas de ligação entre os elementos em betão endurecido da estrutura antiga e o betão fresco da estrutura nova, foram efectuados furos e colocados varões de aço fixos com bucha química “Hit-Hy 150 Max” [19], tendo estes varões sido empalmados com as armaduras da estrutura nova. Para garantir também uma correcta ligação entre os betões, foi efectuada uma pintura na interface entre o betão velho e o novo com “Sika Icosit K 101 N” (Ficha Técnica no D) (Figura 3.52).



Figura 3.52 - Aplicação de “Sika Icosit K 101 N” na interface entre o betão velho e o betão novo

Com as armaduras todas aplicadas conforme o projecto e verificadas pela fiscalização, procedeu-se à betonagem da laje. Devido à dimensão da laje, esta foi betonada com bomba (Figura 3.53), o que para além de se traduzir numa maior rapidez de execução da betonagem, também libertou a grua para outras tarefas.



Figura 3.53 - Betonagem da laje com bomba

Relativamente aos pilares, estes foram executados de forma tradicional com cofragem em madeira, não tendo ocorrido problemas ou aspectos do ponto de vista construtivo que justifiquem a sua descrição neste relatório.

No que respeita aos pavimentos térreos, apesar de serem executados em betão, como não desempenhavam funções estruturais, a sua constituição e metodologia de execução foi diferente.

Quanto à sua constituição, esta foi definida no projecto de estabilidade (Figura 3.54), como sendo a seguinte:

- Solos locais compactados;
- Geotêxtil;
- Camada de brita com 15 cm de espessura;
- Membrana de polietileno;
- Massame em betão com 15 cm de espessura;
- Rede electrossoldada AQ50 inserida na camada de betão;
- Camada de acabamento (opcional).

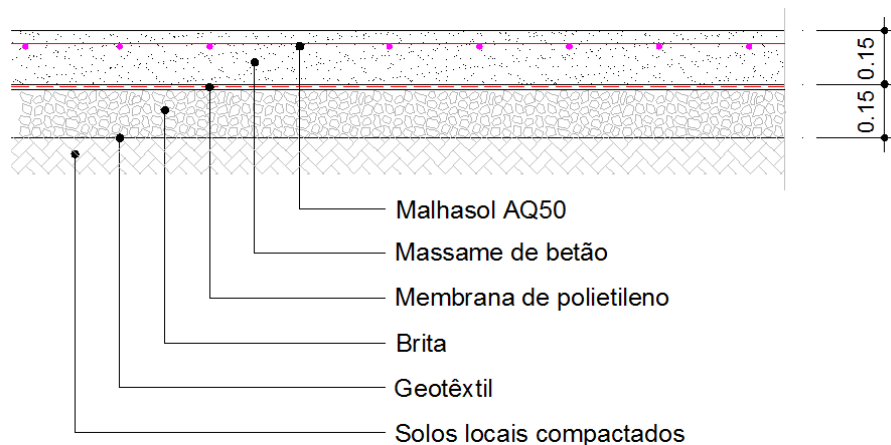


Figura 3.54 - Constituição do pavimento térreo (adaptado de [42])

Nas zonas de contacto entre o betão do pavimento térreo e os restantes elementos estruturais ou paredes, foi criada uma junta de encosto através da colocação de tiras de poliestireno expandido (Figura 3.55). A criação desta junta é importante, pois impede a transmissão de esforços resultantes das dilatações do pavimento para os restantes elementos.

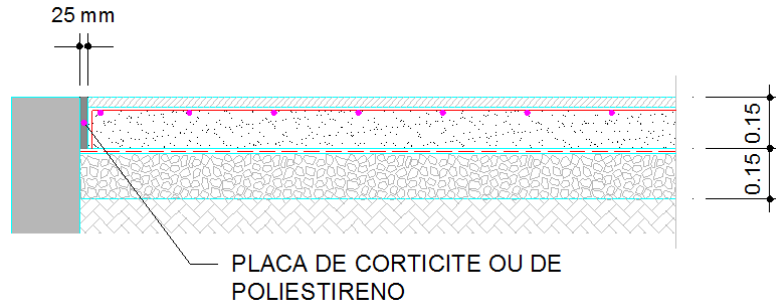


Figura 3.55 - Junta de encosto [42]

Como descrito no item 3.2, para implementar a nova arquitectura houve necessidade de demolir uma caixa de escadas e uma caixa de elevador. Após estes elementos terem sido eliminados, ficaram duas grandes aberturas nas lajes na zona do corredor, tendo estas de ser fechadas. Como estas aberturas tinham uma dimensão significativa o projectista de estabilidade teve de dimensionar uma estrutura para suportar o troço de laje que faria o fecho dessas zonas.

Na zona do antigo núcleo de escadas a solução estrutural passou pela criação de três pilares de um dos lados, interligados com uma viga sobre a qual assentaria a laje, no outro lado devido à construção simultânea da caixa de elevador apenas foi criada uma viga, sendo esta ligada ao pilar existente e à caixa de elevador (Figura 3.56). Para que estes pilares não perturbassem a estética do edifício, foram implantados no interior de uma corete. A localização da viga sobre os pilares nessa zona causou conflitos com o estipulado noutros projectos, nomeadamente com o projecto de AVAC, pois nessa zona estava prevista a passagem de uma conduta de desenfumagem que não poderia ser mudada de posição, pois deixaria de cumprir a distância máxima regulamentar a que teria de ficar das aberturas para o exterior. Para contornar este problema o projectista criou um cachorro sobre os pilares desviando assim a viga e permitindo a passagem da referida conduta (Figura 3.57).

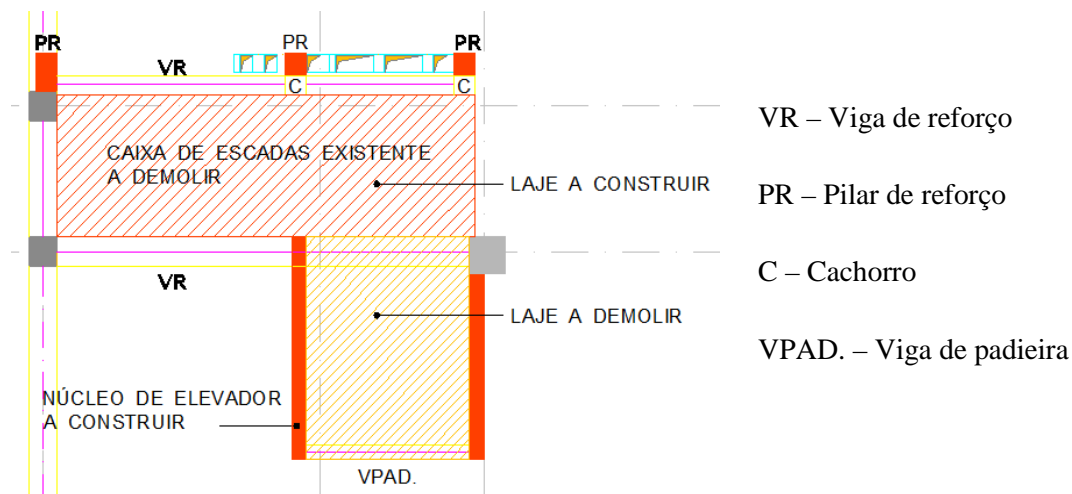


Figura 3.56 - Solução estrutural para fecho da laje na zona do antigo núcleo de escadas (adaptado de [42])



Figura 3.57 - Cachorro para desviar a viga e permitir a passagem da conduta de desenfumagem

Para além de da colocação das armaduras definidas pelo projectista para o fecho e reforço estrutural dessa zona, foi tido também bastante cuidado na ligação entre as armaduras da laje existente com as novas armaduras, de modo a garantir que essa zona ficava convenientemente reforçada (Figura 3.58).



Figura 3.58 - Armaduras do fecho da laje e empalme com as armaduras existentes

A solução estrutural adoptada para fazer o fecho da laje na zona do antigo núcleo de elevador foi similar à descrita, não justificando portanto a sua descrição.

3.6. Paredes exteriores e interiores

Após ter sido realizada a estrutura, ou no caso da estrutura existente demolidas as alvenarias antigas, procedeu-se à execução das novas paredes. Como a quase totalidade das paredes a serem construídas estavam localizadas no edifício existente, permitiu que a sua execução pudesse ocorrer em diversos pisos simultaneamente, o que para além de se traduzir numa diminuição do prazo de execução da actividade, também permitiu o fecho das paredes de fachada reduzindo a exposição contra os agentes climatéricos e a criação de várias frentes de trabalho para a abertura de roços e colocação de tubos e caixas da rede eléctrica.

Serão então abordados neste item a constituição dos vários tipos de paredes, os materiais empregues e as metodologias utilizadas na sua execução, dando especial atenção aos pormenores construtivos observados.

Dependendo da localização de cada parede, também as suas características e constituição variaram. Nas peças desenhadas do projecto de Arquitectura, foi criado um grupo de elementos designado “Mapa de Paredes”, sendo este constituídos por plantas com a localização e designação de cada tipo de parede e pormenores com as suas constituições e características. As paredes construídas foram basicamente em alvenaria de tijolo furado e em placas de gesso cartonado. Foram executadas em alvenaria de tijolo furado as paredes de fachada, as paredes de todos os compartimentos onde era previsível a utilização de água (instalações sanitárias, banhos assistidos, cozinha, etc.) e as paredes às quais não eram exigidas características acústicas especiais. Quanto às paredes em placas de gesso cartonado foram executadas nas divisões entre quartos (devido aos requisitos acústicos que estas tinham de cumprir) e em forras de paredes existentes ou estruturais (para melhorar o seu desempenho acústico).

3.6.1. Paredes em alvenaria de tijolo

Para as paredes em alvenaria de tijolo furado foram utilizados tijolos cerâmicos [20], com três dimensões diferentes, nomeadamente, tijolos de 7 (30x20x7), de 11 (30x20x11) e de 15 (30x20x15), correspondendo esta variação à sua espessura: 7 cm, 11 cm e 15 cm, respectivamente. Quanto à argamassa, foi utilizada argamassa “Arplas D” fornecida já pronta em tinas que eram entregues em obra (Figura 3.59), Esta argamassa mantém a sua trabalhabilidade durante um período de tempo até 24 horas após a realização da amassadura, sem perda das suas propriedades no estado endurecido [21]. A utilização deste tipo de argamassa em alternativa à argamassa feita em obra, embora seja mais dispendiosa apresenta vantagens, pois permite uma redução na mão-de-obra necessária (e redução inerente do custo), na quantidade de materiais que seria necessário armazenar em obra e ainda no facto das suas características serem controladas, o que em obra não seria possível devido ao facto de muitas vezes não ser utilizada mão-de-obra qualificada na sua preparação.

Antes de se começarem a executar as alvenarias foram realizados pelo preparador de obra desenhos de preparação com as posições e dimensões exactas das várias paredes. Estes desenhos foram depois fornecidos aos encarregados, sendo estes responsáveis pela sua marcação em obra e controlo de execução.



Figura 3.59 - Argamassa pronta para execução de alvenarias

Para auxiliar a execução dos panos de alvenaria foram colocados nos extremos das paredes prumos metálicos (Figura 3.60) fixados entre lajes. Estes prumos são aprumados e posteriormente é ligado um fio entre os prumos pelo qual o operário se pôde guiar para obter o alinhamento da parede. Com o auxílio destes elementos reduz-se o risco da parede ficar desaprumada ou desalinhada.



Figura 3.60 - Prumos metálicos para auxiliar a execução das alvenarias

Logo após terem sido executadas a demolições, foram montados andaimes para auxiliar a execução das paredes de fachada (Figura 3.61) e posteriormente a execução do seu revestimento e acabamento. Estes andaimes eram em estrutura tubular, com pranchas e rodapés em madeira. Em determinadas zonas foram colocadas pranchas especiais, que eram constituídas com escadas e que tinham um género de alçapão que poderia ser aberto permitindo assim aos operários deslocarem-se entre os vários lanços de andaime.

Para que os andaimes se mantivessem estáveis enquanto os trabalhadores aí se encontravam, estes foram ligados à estrutura do edifício através de fixações. Como de início já estava definido que o revestimento exterior da fachada seria em ETICS, e que este teria 60 mm

de espessura (ver item 3.9.4), houve o cuidado de deixar as fixações com comprimento suficiente para permitir a execução do revestimento à sua volta, apenas sendo necessária a execução de um remate pontual depois de desmontar os andaimes e retirar as fixações.



Figura 3.61 - Andaimes montados nas fachadas do edifício

Quanto às paredes de fachada estas eram compostas por dois panos de alvenaria de tijolo, sendo o pano interior de tijolo de 15 e o exterior em tijolo de 11 (Figura 3.62). Entre estes dois panos foi deixada uma caixa-de-ar com 70 mm, parcialmente preenchida com placas rígidas de espuma de poliestireno extrudido (XPS), com 30 mm de espessura, mais especificamente, placas “Fibran WL 30” [22]. O revestimento interior das paredes dependia do tipo compartimento interior (cerâmico, estuque ou reboco). Quanto ao revestimento exterior optou-se por painéis compósitos de partículas de madeira com cimento para o piso térreo, e ETICS a partir do 1º piso.

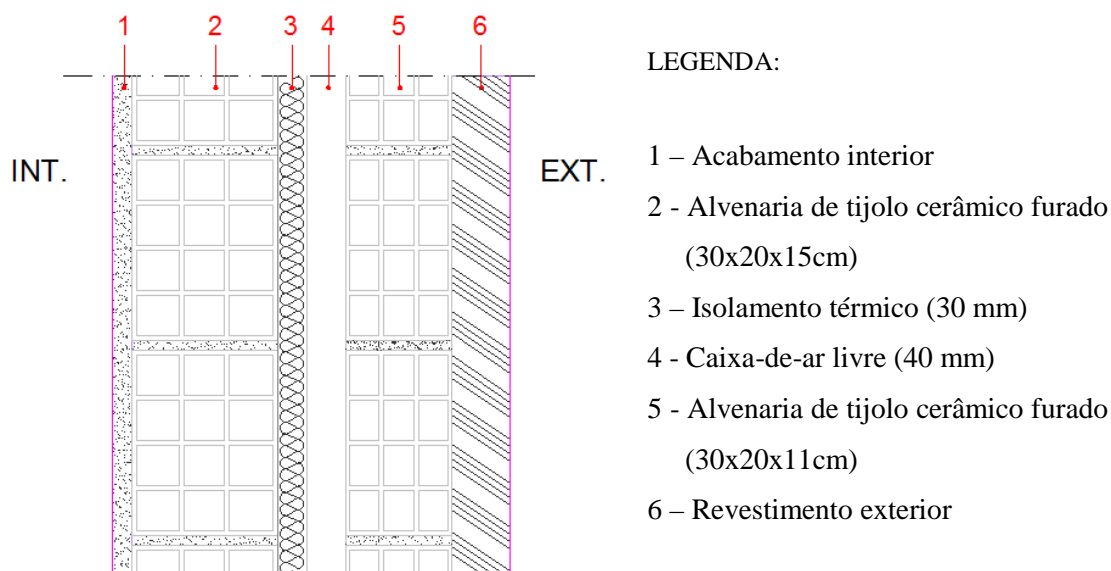


Figura 3.62 - Pormenor de parede de fachada [10]

Quanto ao modo de execução dos panos de alvenaria, tanto para as paredes interiores como exteriores, os tijolos foram assentes a $\frac{1}{4}$ de vez, e sempre de modo a que as juntas verticais ficassem desencontradas. Quanto aos cunhais das paredes em alvenaria foi tido

cuidado no seu travamento, sendo feita a sobreposição alternada dos tijolos dos dois planos perpendiculares (Figura 3.63), melhorando assim a sua ligação.



Figura 3.63 - Travamento das alvenarias nas zonas dos cunhais

Para além da aplicação de conectores entre os panos de alvenaria das paredes duplas para fazer a ligação entre ambos, nas zonas dos vãos essa ligação foi melhorada através da colocação de tijolos perpendicularmente aos panos de alvenaria ligando os dois panos (Figura 3.64). Na colocação deste tijolo perpendicular foi tido o cuidado de o deixar faceado com o pano interior e indo de encontro ao tijolo do pano exterior (que nesta zona foi partido tendo apenas um ou dois canudos na face exterior), e não ao contrário, criando assim uma barreira à entrada de humidades através dos canudos do tijolo perpendicular.



Figura 3.64 - Ligação entre os panos de alvenaria na zona dos vãos

Quanto à ligação dos panos de alvenaria aos elementos estruturais foram utilizadas técnicas diferentes, dependendo se os elementos estruturais eram verticais (pilares ou paredes) ou horizontais (vigas e lajes). No caso de se tratarem de elementos estruturais verticais a fixação dos panos de alvenaria foi efectuada de duas formas, ou através da aplicação de fixadores metálicos próprios para esse efeito (Figura 3.65) que eram fixos aos elementos estruturais e à argamassa das juntas horizontais entre tijolos, ou então através da furação dos elementos estruturais e colocação de pontas de varão de aço que seriam também inseridos na juntas entre tijolos, à semelhança do que sucedia na solução anterior. Já no caso de se tratarem elementos estruturais horizontais, a fixação foi feita inferiormente com argamassa e superiormente através

da aplicação de espuma de poliuretano [23] (Figura 3.66). A aplicação desta espuma tem várias vantagens, pois para além de fixar as alvenarias à estrutura vai criar uma junta elástica capaz de absorver os movimentos que a estrutura possa vir a ter, quer sejam devido à aplicação de cargas, dilatações, assentamentos quer sejam devido à ocorrência de microsismos, limitando o fissuramento das alvenarias e dos seus revestimentos (que no caso de serem cerâmicos a sua reparação pode acarretar custos elevados).



Figura 3.65 Ligação das alvenarias aos pilares



Figura 3.66 - Fixação das alvenarias às lajes e vigas com espuma de poliuretano

Como foi mantida a estrutura do edifício existente, foi possível a execução das alvenarias em diversos pisos em simultâneo. Contudo, como as restantes actividades não apresentavam a mesma produtividade, quer pela sua complexidade quer pelo número e constituição das equipas para cada actividade (pois nem todas as actividades permitem a existência de várias equipas, como sucedeu nas alvenarias), nem sempre foi possível a execução dos panos de alvenarias de forma contínua. Isto sucedeu justamente com os reforços dos pilares de fachada. Como a execução dos reforços dos pilares era uma actividade demorada, houve situações em que as paredes de alvenaria não puderam ser fechadas junto dos pilares (Figura 3.67), pelo menos até o seu reforço ficar concluído.



Figura 3.67 - Parede com alvenarias por fechar junto aos pilares onde não estavam aplicados reforços

O revestimento exterior do edifício a partir do piso 1 estava definido como sendo ETICS (isolamento térmico pelo exterior). No projecto de Arquitectura estava preconizado que a espessura de isolamento a aplicar no revestimento seria de 60 mm na fachada e 30 mm na zona interna do vão (peitoril, padieira e ombreiras). Como os alumínios que iriam ser aplicados tinham corte térmico, considerou-se boa prática construtiva a sobreposição do caixilho sobre o isolamento térmico em cerca de 1 cm, de modo a anular as pontes térmicas nessa interface. Como os alumínios seriam efectuados na íntegra em fábrica, já vindo montados para a obra, a Direcção de Obra decidiu executar previamente nos vãos uma zona maciça na qual os caixilhos seriam fixados (com parafusos), correntemente designada de respaldo. A execução do respaldo com antecedência permitiu que o fabrico dos alumínios se pudesse iniciar mais cedo, pois como estes são fabricados ao milímetro para encaixar no interior dos vãos, com o respaldo executado estas medidas podem ser logo levantadas. Também com o intuito de fornecer aos aplicadores do ETICS a largura máxima que este poderia ocupar no interior dos vãos (de modo a não criar problemas a fixação dos alumínios), o respaldo foi executado com duas espessuras diferentes, uma zona mais espessa onde o alumínio fixava e outra com menos 30 mm de espessura correspondentes à espessura que o ETICS iria ocupar, como pode ser observado na Figura 3.68.

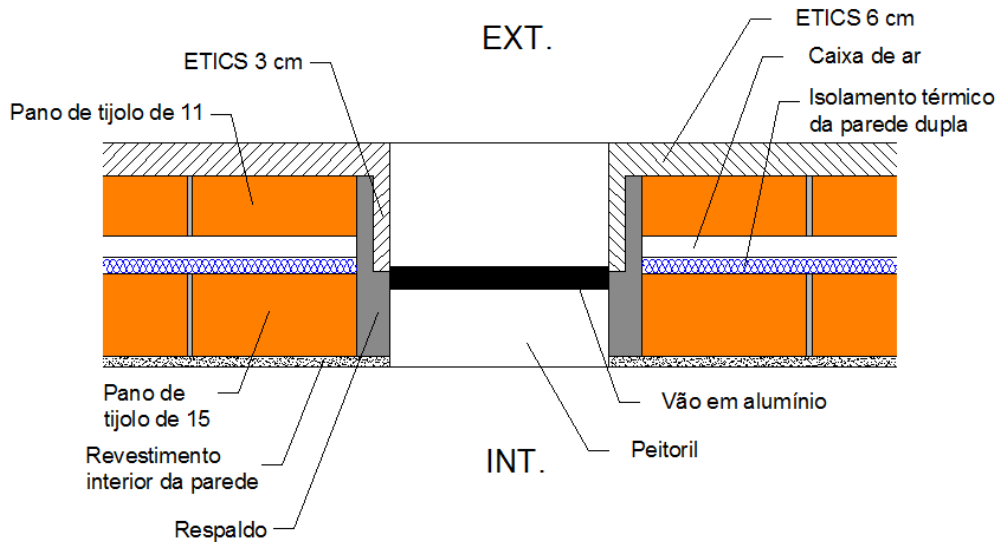


Figura 3.68 - Execução de respaldo na zona dos vãos

Para além da execução das paredes exteriores e interiores em alvenaria de tijolo, houve ainda outra situação onde foram utilizadas alvenarias de tijolo, embora com uma função diferente. A situação em causa foi a execução de panos de alvenaria junto dos muros de contenção da cave. A execução destes panos formou uma caixa-de-ar entre os muros de contenção e o próprio pano, criando assim uma barreira contra as humidades. Para evitar a criação de calceiras nestas paredes foram aproveitadas as juntas de encosto do pavimento térreo da cave, tendo sido retirado da junta de betonagem as placas de poliestireno expandido que aí haviam sido colocadas aquando da betonagem. Ao retirar estas placas ficou-se com uma junta aberta directamente para a drenagem sobre o pavimento térreo (Figura 3.69), através da qual podiam ser recolhidas as humidades que escorressem pelos muros de contenção. Com a criação desta caixa-de-ar as humidades que surjam no muro não têm contacto com os panos de alvenaria interior, acabando por escorrer por acção da gravidade e sendo recolhidas na junta de betonagem, criando assim um sistema de drenagem económico e eficaz. Para permitir a limpeza da caixa-de-ar, após a execução da parede foram deixados tijolos por colocar (Figura 3.70), que seriam posteriormente retirados permitindo assim a remoção de restos de argamassa que para aí pudessem cair e se ter acumulado, e que caso não fossem retirados inviabilizariam a filosofia de funcionamento deste sistema.



Figura 3.69 - Junta de betonagem do pavimento térreo junto dos muros de contenção



Figura 3.70 - Pano de alvenaria junto dos muros de contenção

3.6.2. Paredes em placas de gesso cartonado

No que respeita às paredes em placas de gesso cartonado, existiam dois tipos distintos, as paredes divisórias e as forras de paredes existentes. O primeiro tipo contemplava as paredes propriamente ditas, tendo como função a separação entre compartimentos diferentes, mais precisamente entre espaços em que eram necessárias características acústicas específicas. Quanto ao segundo tipo (forras), estas foram executadas para melhorar as características acústicas de paredes já existentes ou em paredes estruturais (caixa de elevador).

As paredes de placas de gesso cartonado eram constituídas por uma estrutura metálica, isolamento interior e placas de gesso cartonado nas suas faces, como mostrado na Figura 3.71. Quanto aos materiais aplicados, estes foram os seguintes:

- **Estrutura metálica**
 - Perfil canal – “Gabelex CN70” [24];
 - Perfil montante – “Gabelex MT70” [25];

➤ **Placas de gesso cartonado**

- Placas de gesso cartonado – “Gyptec Placa Tipo A” [26];
- Placas de gesso cartonado hidrofugadas³ – “Gyptec Placa Tipo H” [27];
- Placas de gesso cartonado anti-fogo⁴ – “Gyptec Placa Tipo F” [28];

➤ **Isolamento acústico**

- Lã de rocha de 40 mm com 70 kg/m³ – “Alpharock-E 225” [29].

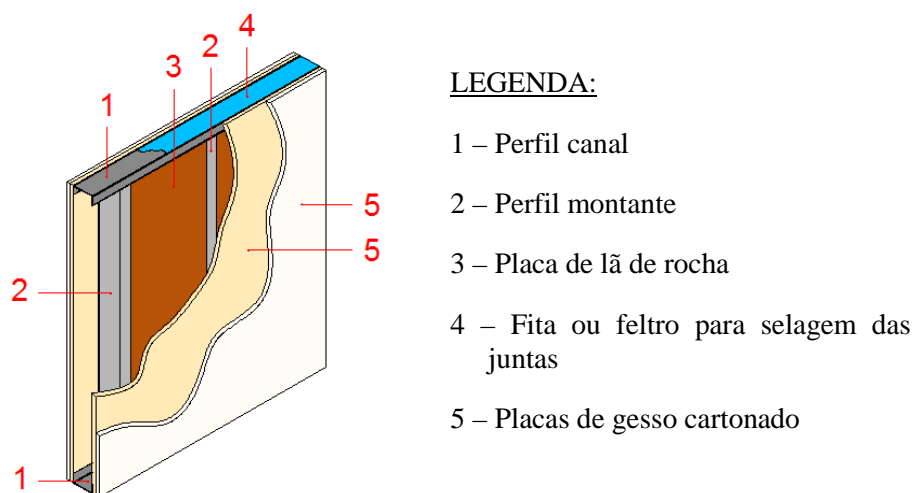


Figura 3.71 - Pormenor construtivo das paredes em gesso cartonado

Como à data de início da execução das paredes de placas de gesso cartonado as betonilhas ainda não se encontravam executadas, foram criadas “mestras” com argamassa para criar uma base resistente para se poderem executar as paredes (Figura 3.72). Houve o cuidado de deixar esta mestra à mesma cota a que ficariam as betonilhas, o que por um lado permitiu não haver contacto entre a betonilha e as placas de gesso cartonado (reduzindo a transmissão de humidades e vibrações) e por outro a própria mestra serviu de guia à execução das betonilhas, podendo estas por aí ser alinhadas.

Após terem sido executadas as “mestras” para apoio das paredes de placas de gesso cartonado, foi executada a estrutura das paredes. A estrutura das paredes era composta por perfis metálicos, mais precisamente perfis canal (horizontais) e montantes (verticais). Nos alinhamentos das paredes foram fixados superior e inferiormente às lajes os perfis canal. Estes perfis permitem a fixação da parede à estrutura, servindo de guia à sua montagem (Figura 3.73). Entre as abas dos perfis canal foram fixados verticalmente os perfis montante. Sempre que qualquer destes elementos estruturais contactava com a estrutura do edifício (no perímetro da parede), foi colocado fita ou feltro nessa junta, com o intuito de impedir a transmissão de ruídos por percussão, contribuindo deste modo para a melhoria do isolamento acústico que a parede

³ Placas aplicadas apenas nas paredes das I.S., ou onde se previa a utilização de água.

⁴ Placas aplicadas apenas nas paredes corta-fogo.

conferia. No caso das paredes corta-fogo, foi tido o cuidado de utilizar fita ou feltro com características ignífugas, de modo a garantir que essas paredes confeririam uma barreira eficaz contra a propagação de chamas.

Com a estrutura montada foram colocadas placas de um dos lados da estrutura (Figura 3.74) (o outro lado ficou aberto para permitir a colocação de lâ de rocha e de tubagens que pudessem passar pelo seu interior). O número de placas a ser colocado dependia do estipulado no projecto de Arquitectura, sendo na maioria dos casos duas placas em cada face. Tendo a estrutura montada e um dos lados placado, foram passadas as tubagens e colocadas as caixas da rede eléctrica, sendo posteriormente colocada a lâ de rocha no interior da parede (Figura 3.75). Finalmente foi placada a outra face da parede, ficando esta concluída.



Figura 3.72 - Mestras para apoio das paredes de gesso cartonado



Figura 3.73 - Fixação dos perfis canal



Figura 3.74 - Colocação dos montantes e das placas de gesso cartonado numa das faces da parede



Figura 3.75 - Colocação dos equipamentos da rede eléctrica e da lã de rocha no interior das paredes

3.7. Pavimentos

Antes de aplicar os pavimentos, houve que preparar a sua base quer fosse através do seu enchimento, aplicação de isolamento acústico ou impermeabilização.

Como o período de estágio não coincidiu com a fase da aplicação dos pavimentos, neste item apenas será abordada a preparação prévia à aplicação do pavimento propriamente dito.

Uma das situações que condicionou a execução dos pavimentos foi o facto de se terem de respeitar as cotas dos pavimentos fornecidas pelos patamares das escadas, uma vez que no projecto de arquitectura estava definido que estas seriam mantidas intactas, tal como o seu revestimento (situação descrita no item 3.2). Pela análise das cotas dos patamares das escadas e das lajes dos vários pisos (após remoção das betonilhas existentes), viu-se que nos pisos 1, 2 e 3 a diferença entre estas cotas era reduzida, sendo em alguns pontos 1 ou 2 cm. Como a espessura de enchimento nestes pavimentos era bastante reduzida, para além das implicações que criou na execução dos próprios pavimentos, também impossibilitou a passagens das tubagens de águas e esgotos pelo chão, tendo estas sido executadas fixas ao tecto (suspensas).

Em contrapartida no piso 4 verificou-se que esta diferença de cotas era bastante mais elevada, tornando necessário fazer o seu enchimento com materiais mais leves, para que a espessura de betonilha não fosse exagerada, o que também criaria um aumento das sobrecargas sobre a estrutura. Para realizar o enchimento do pavimento até à cota de execução das betonilhas foi utilizado betão celular. O betão celular é uma mistura de cimento, água e aditivo, resultando num betão com uma porosidade elevada e bastante leve. A sua utilização para além da redução de peso que proporciona nos enchimentos efectuados, também tem como vantagens a melhoria das características acústicas e a sua rapidez de execução.

Como o betão celular no estado fresco é fluido, aquando da sua aplicação foi necessário fechar todas as aberturas por onde este se pudesse escoar. Para limitar as zonas onde o betão celular seria aplicado, e como a sua resistência à compressão é bastante reduzida, nas zonas de implantação das paredes foram colocados blocos de betão, de modo a proporcionar uma base sólida para a execução das paredes (Figura 3.76).



Figura 3.76 - Colocação de blocos de betão para apoio das paredes na zona a aplicar o betão celular

Quanto ao betão celular propriamente dito, foi executado com maquinaria própria para esse efeito (Figura 3.77). À medida que a mistura do betão celular se encontrava realizada, era bombeada pela própria máquina através de mangueiras para o seu local de aplicação (Figura 3.78), apenas sendo necessário mudar as mangueiras quando a zona onde o betão celular estava a ser aplicado ficava preenchida até à cota pretendida. Como a consistência do betão celular é fluida, dispensou cuidados acrescido na sua regularização, pois este material tem a particularidade de ser autonivelante, apenas tendo sido necessária a passagem com um rodo pela sua superfície de modo a assegurar um perfeito nivelamento (Figura 3.79). O betão celular tem um tempo de cura de 28 dias (idade à qual é obtido o valor da resistência característica do betão), contudo, ao fim de 2 a 4 dias já adquiriu resistência suficiente para que possa ser pisado.



Figura 3.77 - Equipamento de mistura e bombagem do betão celular



Figura 3.78 - Bombagem do betão celular através de mangueiras



Figura 3.79 - Regularização do betão celular com rodo

Com os enchimentos necessários efectuados, foram executadas as betonilhas. A aplicação das betonilhas teve como objectivo fornecer uma base regular e adequada à execução dos pavimentos. Como os pavimentos que estavam previstos serem aplicados no edifício na sua quase totalidade eram vinílicos e autonivelantes, as betonilhas foram executadas até à cota em que os pavimentos viriam a ser aplicados.

À semelhança do que sucedeu para o betão celular, também para as betonilhas foi utilizado equipamento especial para a sua produção (ao nível do solo) e bombagem através de mangueiras para os pisos onde seriam aplicadas as betonilhas (Figura 3.80). De modo a aumentar a produtividade desta actividade, foi utilizada betonilha seca de saco, mais precisamente Argamassa de Regularização de Pavimentos ARP [30]. Como esta betonilha já vem pré-doseada de fábrica, em obra apenas há que misturar a água necessária à sua amassadura.



Figura 3.80 - Equipamento de produção e bombagem de betonilhas

De modo a melhorar o isolamento acústico dos pavimentos a sons de percussão, estava definido no projecto de execução a aplicação de uma tela acústica nos pavimentos (sob a camada de betonilha). Tendo em conta os requisitos técnicos exigidos a esta tela, a Direcção de Obra, com a aprovação do projectista, decidiu aplicar a tela acústica “Imperimpact” de 5 mm (Ficha Técnica no Anexo E). Para além do facto de apresentar uma espessura reduzida, factor tido em conta devido às limitações existente relativamente às cotas do pavimento, a aplicação desta tela conferiu uma melhoria do isolamento acústico a sons de percussão de 21 dB, como se pode constatar na sua ficha técnica.

A tela acústica foi aplicada em todos os pavimentos, tendo o cuidado de a prolongar junto às paredes para impedir a propagação de vibrações na interface betonilha/paredes. Com a tela aplicada foram executados pontos altimétricos com as cotas da betonilha, de forma a garantir que esta ficava toda à mesma cota. Foi depois produzida a betonilha e bombeada para a zona onde seria aplicada, sendo esta depois bem compactada e acabada (Figura 3.81), para garantir uma boa superfície para a execução dos pavimentos.



Figura 3.81 - Execução das betonilhas

Como já foi referido devido às limitações existentes nas cotas dos pavimentos, em determinadas zonas, as espessuras de betonilha aplicadas foram de cerca de 1 ou 2 cm. Esta é uma situação preocupante, pois como as betonilhas não têm uma base rígida (tela acústica) estão especialmente vulneráveis a cargas concentradas, sendo elevada a probabilidade de virem a

fracturar-se e desagregar-se. A esta situação acresce ainda a agravante dos pavimentos previstos serem vinílicos, que para além de não conferirem protecção às betonilhas também a sua elevada flexibilidade permite que qualquer patologia nas betonilhas possa ser vislumbrada à superfície do pavimento.

3.8. Estrutura Metálica

Durante o período de estágio foi possível acompanhar para além da execução de estruturas em betão armado, também a execução de estruturas metálicas.

A utilização de elementos metálicos apresenta várias vantagens, pois permite a execução de estruturas mais leves, mais esbeltas e capazes de vencer vãos maiores, comparativamente a estruturas em betão armado. Como os elementos metálicos podem vir para obra já pré-fabricados, e muitas vezes também já pintados, apenas é necessário serem montados, sendo as suas ligações feitas com parafusos ou soldadas, traduzindo-se numa maior rapidez de execução.

Serão descritos neste item os materiais utilizados, a preparação realizada para permitir a montagem dos elementos metálicos, os problemas encontrados e as soluções adoptadas.

Nesta obra foram executadas as seguintes estruturas metálicas:

- Estrutura da cobertura;
- Laje de cobertura (laje colaborante);
- Pala de entrada;
- Escadas metálicas;
- Pérgola.

Para suportar a laje de cobertura (laje colaborante), no 4º piso foi executada uma estrutura metálica, como mostrado na Figura 3.82. Esta estrutura era constituída por perfis metálicos verticais (pilares) “HEA 300” e horizontais (vigas) “HEA 300” e “HEA 200”, respectivamente para as vigas principais e secundárias.

Todas as ligações entre elementos metálicos e entre elementos metálicos e a estrutura em betão foram executadas com parafusos, à excepção das zonas dos topos da estrutura metálica, que devido ao facto de estarem em consola foram soldadas. Todos os elementos da estrutura metálica foram transportados para a obra já fabricados e pintados.

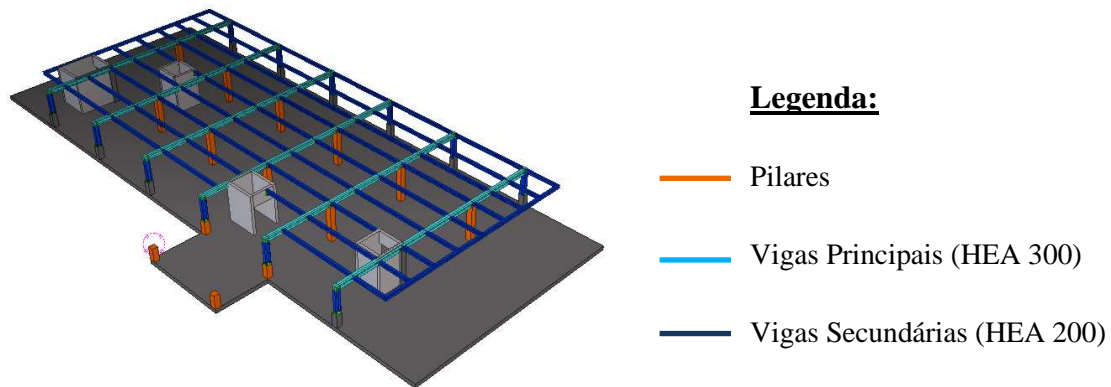


Figura 3.82 - Estrutura metálica da cobertura [42]

Toda a estrutura metálica foi assente sobre os pilares em betão armado existentes. Nos pilares da periferia do edifício, devido ao facto de aí estar prevista a construção de parapeitos e a fixação de vários envidraçados sobre os parapeitos, parte dos pilares foi demolida, ficando estes com cerca de 1 m de altura, sendo feita a ligação entre esses pilares e as vigas através de pilares metálicos. No caso dos pilares centrais, apenas houve a necessidade de corrigir a sua altura, de modo a permitir que as vigas metálicas aí fossem pousadas.

Como antes o edifício tinha mais um piso (acima de onde foi montada a estrutura metálica), durante as demolições desse piso também os topos dos pilares do piso 4 foram afectados, apresentando variações nas suas alturas. De modo a que as vigas metálicas aí apoiassem, os topos dos pilares foram regularizados e acertadas as suas cotas superiores de modo a coincidir com a cota definida em projecto para a face inferior das vigas metálicas principais. Para efectuar esta regularização das cotas dos pilares, foi efectuada uma cofragem pontual no topo dos pilares, sendo posteriormente cheia com “Sika Grout” (Ficha Técnica no Anexo B) até à cota pretendida (Figura 3.83).



Figura 3.83 - Regularização dos topos dos pilares com “Sika Grout” para apoiar a estrutura metálica

Com os pilares em betão armado preparados, procedeu-se à colocação dos pilares metálicos. O que estava previsto seria a colocação dos pilares metálicos sobre os pilares periféricos do edifício. Pelo levantamento efectuado da estrutura existente, verificou-se que os pilares periféricos do edifício tinham uma secção de 40x40 cm, tendo sido executada e soldada uma chapa de aço com essa dimensão à base do pilar de modo a fazer a sua fixação ao betão (Figura 3.84 a)). Contudo, em obra quando se foram montar os pilares metálicos constatou-se que a dimensão dos pilares em betão armado não era a inicialmente esperada, pois como o levantamento efectuado foi ao nível dos pisos inferiores, assumiu-se que a sua secção se manteria constante. Como a secção real dos pilares de betão armado era de 40x30 cm a colocação dos pilares metálicos como inicialmente pensado faria com que apenas metade do perfil metálico ficasse apoiado (Figura 3.84 b)), situação que foi considerada inaceitável. Estando já os pilares metálicos em obra e de modo a não condicionar o avanço dos trabalhos, decidiu-se aproveitar os pilares, mas sua montagem foram rodados 180° relativamente à posição inicialmente prevista, permitindo que os perfis ficassem apoiados na totalidade sobre os pilares de betão armado. Para não enfraquecer o apoio estipulado para o pilar, foram à posteriori criados apoios metálicos permitindo assim que a chapa na base dos pilares metálicos ficasse apoiada na sua totalidade (Figura 3.84 c) e Figura 3.85).

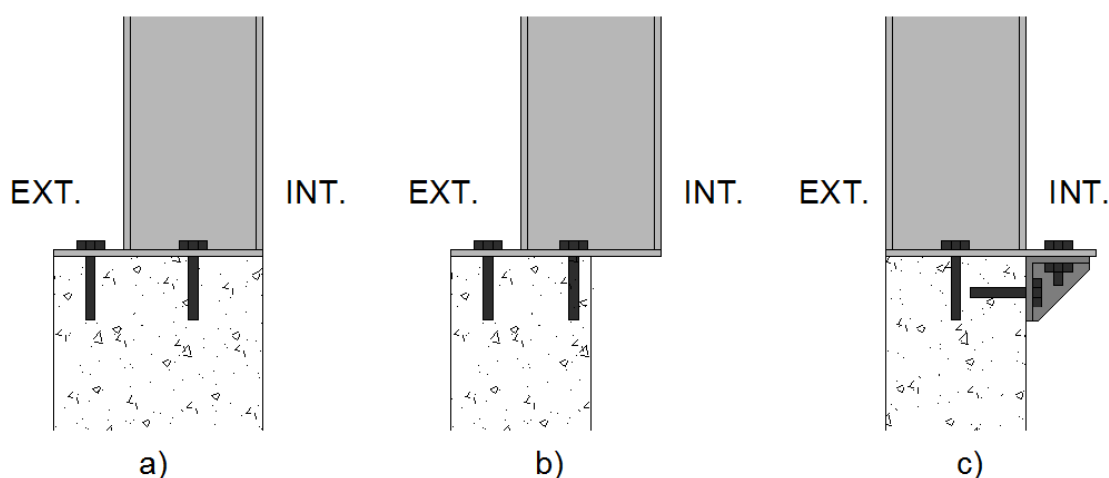


Figura 3.84 - Alteração no posicionamento dos pilares metálicos

Para melhorar mais o apoio dos pilares metálicos na zona onde foi colocado o apoio metálico adicional, sob esse apoio foram colocados varões de aço que foram depois betonados, criando assim um género de pilar nessa zona (Figura 3.86).



Figura 3.85 - Montagem dos pilares metálicos



Figura 3.86 - Reforço do apoio dos pilares metálicos com a construção de um " pilar" em betão armado

Esta solução adoptada em obra para resolver o problema do apoio dos pilares, criou posteriormente outro problema. Quando se foram montar as vigas metálicas principais, constatou-se que o seu comprimento era insuficiente para fazer a ligação entre os pilares metálicos situados nos extremos do edifício (faltando cerca de 30 cm) (Figura 3.87 a)), devido ao facto dos pilares terem sido rodados, o que fez com que o seu afastamento fosse maior relativamente ao previsto no projecto.

À semelhança do que sucedeu para os apoios dos pilares, tentou-se encontrar uma solução que não condicionasse o andamento dos trabalhos e que permitisse o aproveitamento dos elementos metálicos já fabricados. Constatou-se que a distância entre os furos através dos quais seria feita a fixação dos pilares às vigas era precisamente metade da medida em falta nas vigas metálicas, o que permitia desviar a viga para o lado em que o seu comprimento era insuficiente e fazer a sua fixação aos pilares através de um parafuso (e não dois como estava previsto) (Figura 3.87 b) e Figura 3.88). Para melhor esta ligação, conferindo-lhe as características que

estavam previstas, foi criado um acessório metálico para efectuar o seu reforço. Este elemento foi fixo ao pilar através do furo que se encontrava livre (onde estava previsto ligar a viga) e à viga através de soldadura (Figura 3.87 c) e Figura 3.89).

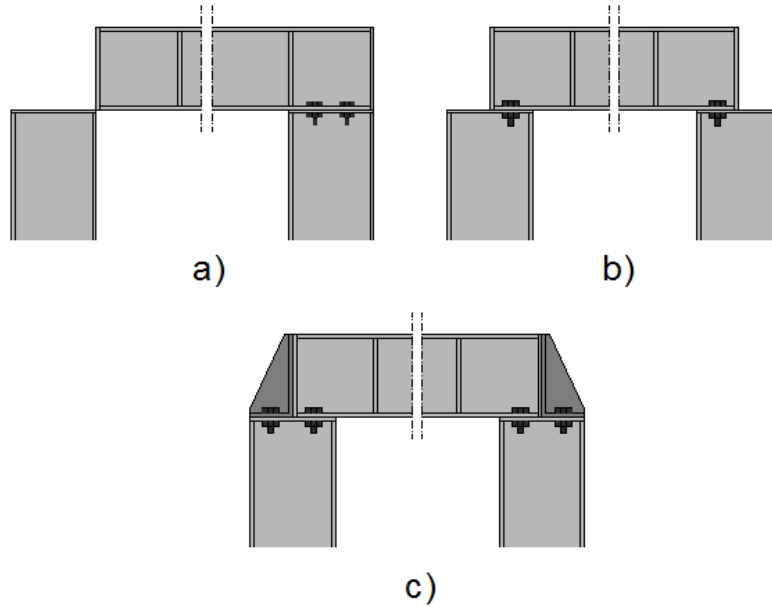


Figura 3.87 - Problema na fixação das vigas aos pilares e a solução adoptada



Figura 3.88 - Desvio da viga relativamente ao pilar



Figura 3.89 - Acessório para melhorar a ligação da viga ao pilar

Após a colocação dos pilares metálicos e vigas principais, foram montadas as vigas secundárias. Para facilitar a sua montagem, nas vigas principais foram soldadas, ainda em fábrica, chapas com a furação coincidente com a das vigas secundárias (Figura 3.90), apenas sendo necessário em obra a colocação e aperto dos parafusos.



Figura 3.90 - Montagem das vigas metálicas secundárias

Com a estrutura metálica toda montada, procedeu-se então à execução da laje de cobertura. Esta era uma laje mista, constituída por uma chapa colaborante, por uma lâmina de compressão em betão, armaduras de distribuição e conectores metálicos (Figura 3.91).

Começou-se por colocar a chapa colaborante sobre os perfis metálicos (Figura 3.92). Foi aplicada a chapa colaborante “ modelo PC 65” com 1,2 mm de espessura (Ficha Técnica no Anexo F). A utilização da chapa colaborante apresenta várias vantagens, pois dispensa o uso de cofragem para a execução da laje, a própria chapa tem funções estruturais funcionando como armadura inferior da laje, a sua geometria trapezoidal reduz a quantidade de betão na laje, tornando-a mais leve e a sua colocação apresenta um rendimento bastante elevado, traduzindo-se numa maior velocidade de execução da laje (comparativamente às soluções em betão armado).

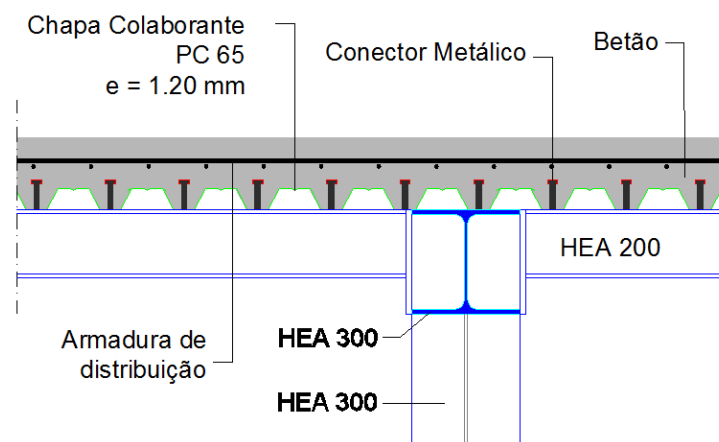


Figura 3.91 - Pormenor construtivo da laje de cobertura (adaptado de [42])



Figura 3.92 - Montagem da chapa colaborante

Para assegurar uma correcta ligação entre o betão e a chapa, e ainda destes à estrutura metálica, foram colocados conectores metálicos. Foram utilizados os conectores “HB” (Ficha Técnica no Anexo G). Estes conectores foram fixados por soldadura, mais concretamente através de soldadura por arco eléctrico com coroa cerâmica, tendo sido utilizado equipamento próprio para esse efeito. O equipamento é ligado numa extremidade à estrutura metálica e na outra ao conector de modo a criar um circuito através do qual passa a corrente eléctrica, formando assim o arco eléctrico. O arco eléctrico vai aquecer o conector metálico até ao seu ponto de fusão, de modo a concentrar e direccionar o calor gerado. Foram colocadas coroas cerâmicas na base do conector que fizeram com que apenas essa zona se fundisse (Figura 3.93). O calor gerado também fundiu a chapa colaborante e a face do perfil metálico (devido ao direccionamento do calor efectuado pela coroa cerâmica). Assim que se dá a fusão do conector o equipamento empurra-o contra o perfil metálico interrompendo assim o fluxo de corrente eléctrica, o que conseqüentemente desliga o equipamento. Assim que termina o efeito do arco eléctrico o metal em fusão solidifica instantaneamente, consolidando a ligação entre o conector, a chapa e o perfil metálico.



Figura 3.93 - Conectores metálicos

Para assegurar uma correcta fixação entre a estrutura metálica e o betão foram colocados conectores metálicos em todos os canais da chapa que se encontravam sobre os perfis metálicos (Figura 3.94).



Figura 3.94 - Conectores metálicos aplicados

Para garantir a resistência do betão à fissuração, aos esforços existentes sobre as vigas metálicas (momentos flectores negativos) e ainda para distribuir possíveis cargas concentradas (como por exemplo dos aparelhos de AVAC) foi colocada na camada de betão uma armadura de distribuição (Figura 3.95). De modo a uniformizar as dimensões da laje e a evitar desperdícios de betão, antes da betonagem foram colocados remates laterais em chapa metálica nas faces laterais da laje (Figura 3.96), desempenhando estes remates a função de cofragem.

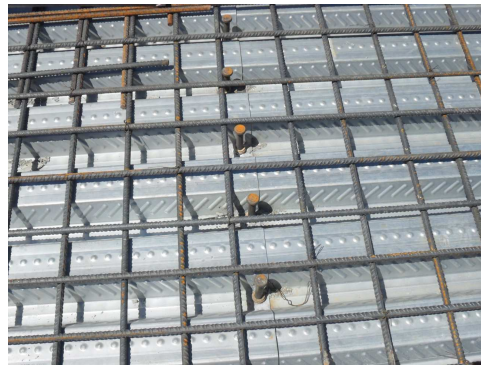


Figura 3.95 - Colocação da armadura de distribuição na laje colaborante



Figura 3.96 - Remates laterais da laje em chapa metálica

As restantes estruturas metálicas (escadas metálicas, pala de entrada e pérgola) à semelhança do que sucedeu com a estrutura da cobertura, foram construídas em fábrica, e apenas foi necessária a sua montagem em obra. A estrutura metálica da pala de entrada foi

assente sobre uma laje em betão armado (especialmente dimensionada para esse efeito com a colocação de armaduras de punçoamento nessas zonas). Já para as situações das escadas metálicas e da pérgola, a ligação às suas fundações (sapatas em betão armado) foi efectuada com recurso a chumbadouros.

A execução dos chumbadouros foi realizada antes da betonagem das sapatas, de modo a permitir a sua inserção nestas. Após terem sido colocadas as armaduras das sapatas foram colocados os chumbadouros na sua posição correcta e foram soldados às armaduras das sapatas de modo a não sofrerem desvios durante a colocação e vibração do betão. Para garantir que os chumbadouros ficavam com o alinhamento e espaçamento pretendidos, foram utilizadas moldes em chapa com a configuração da furação (Figura 3.97 a)), para auxiliar a colocação e alinhamento dos chumbadouros. Com os chumbadouros na sua posição correcta, foram soldadas pontas de varões de aço entre os chumbadouros, para impedir que estes sofressem desvios (Figura 3.97 b)).

No caso específico das escadas metálicas, foi preconizada em projecto a criação de um pequeno troço de pilar acima das sapatas, sobre o qual viriam a ser assentes as escadas. Aquando da colocação dos chumbadouros foi tido em conta esse pormenor, tendo estes sido colocados a uma cota que permitia a execução desse troço de pilar. Para reforçar essa zona as armaduras do pilar envolveram os chumbadouros (Figura 3.97 c)). Após a colocação das armaduras e chumbadouros, foi efectuada a sua betonagem, em duas fases para permitir a correcta vibração do betão. Na primeira fase apenas foram betonadas as sapatas (Figura 3.97 d)) e na segunda os troços de pilar. Para que os chumbadouros não ficassem cobertos de resíduos de betão, durante as operações de betonagem estes foram protegidos.

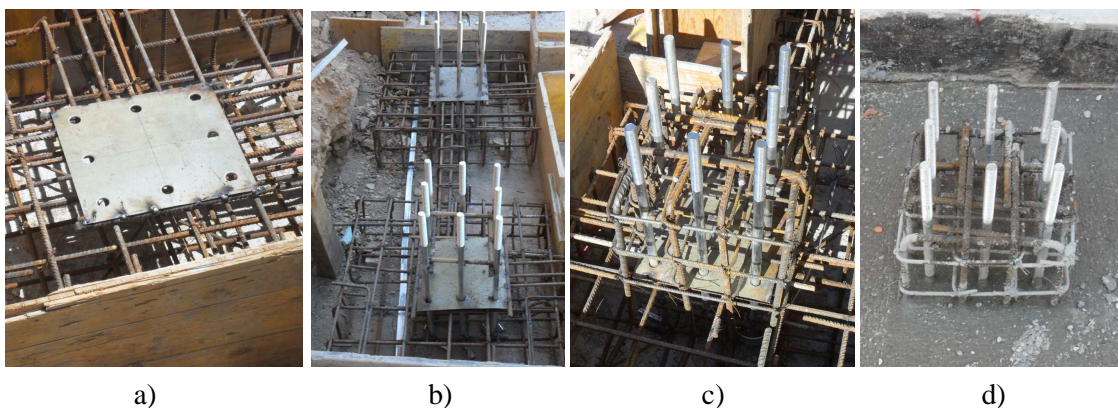


Figura 3.97 - Execução dos chumbadouros para as escadas metálicas

Para o caso da pérgola foi utilizado o mesmo processo de colocação e fixação dos chumbadouros, contudo nesta situação não foi necessária a execução dos troços de pilar, pois foi executada uma sapata contínua na qual os elementos metálicos da pérgola assentavam directamente (Figura 3.98 a)). Tendo os elementos metálicos fixos aos chumbadouros através de

porcas metálicas, o espaço remanescente entre esses elementos e a sapata foi preenchido com “Sika Grout” (Ficha Técnica no Anexo B), para consolidar toda a ligação e aumentar a resistência do chumbadouro. Como o “Sika Grout” tem uma consistência bastante fluida, para permitir a sua colocação apenas na zona pretendida, foi efectuada uma espécie de cofragem com argamassa (Figura 3.98 b)), sendo depois colocado o “Sika Grout” na zona de cada chumbadouro (Figura 3.98 c)).

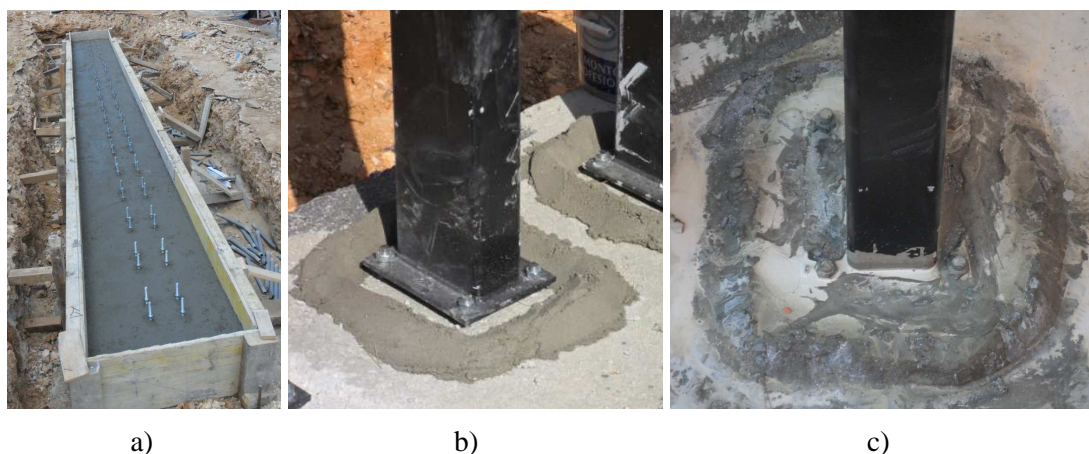


Figura 3.98 - Execução dos chumbadouros da pérgola

3.9. Revestimentos e Acabamentos

Após terem sido realizados os elementos estruturais, pavimentos, alvenarias e paredes em placas de gesso cartonado, foram realizados os revestimentos e acabamentos. A execução dos revestimentos e acabamentos numa construção é fundamental, não só do ponto de vista estético, mas também funcional, pois são estes que irão proteger toda a construção dos agentes climatérico, das humidades e até mesmo de possíveis danos durante a utilização do edifício.

Serão abordados neste item todos os processos e técnicas construtivas relacionadas com os revestimentos e acabamentos que foram realizados durante o período de estágio, nomeadamente a execução de rebocos e estuques, a aplicação dos revestimentos cerâmicos e a aplicação de ETICS.

3.9.1. Rebocos

No que respeita aos rebocos, estes foram aplicados como revestimento exterior de parte do edifício e das suas zonas de apoio (zona técnica e portaria), de acordo com o preconizado no projecto de arquitectura. Foram também aplicados como revestimento interior em toda a zona técnica e em alguns compartimentos da cave. Foram vários os compartimentos no interior do

edifício em que foram executados rebocos, não com a função de revestimento, mais sim para regularização dos paramentos e para conferir uma base para a aplicação de outros tipos de revestimentos.

À semelhança do que sucedeu com as betonilhas, também foi utilizada argamassa de reboco seca, pré-doseada em saco, nomeadamente a Argamassa de Reboco Exterior Manual AREM [31]. Esta é uma argamassa hidrofugada seca, composta por cimento, cal, agregados calcários e adjuvantes químicos, sendo todos estes componentes doseados e misturados em fábrica, apenas sendo necessário adicionar água para poder ser utilizada. A utilização deste tipo de argamassa garante uma maior homogeneidade entre as várias amassaduras realizadas, independentemente de ser realizada por operários diferentes, situação que com outro tipo de argamassa dificilmente seria possível. Outra vantagem de utilizar este tipo de argamassa é não ser necessária a execução da camada de crespido, quando aplicada sobre alvenarias, traduzindo-se assim num aumento substancial de produtividade. Apenas é necessária a execução da camada de crespido quando a argamassa de reboco é aplicada sobre os elementos estruturais em betão armado.

Para realizar as amassaduras desta argamassa, foi utilizado um misturador contínuo (Figura 3.99). A este equipamento foi ligada uma mangueira com água, sendo a dosagem de água utilizada na amassadura regulada no próprio equipamento, o que proporciona uma mistura homogénea e com uma reduzida variação das características da argamassa de amassadura para amassadura. A argamassa seca é colocada num depósito no topo do equipamento, sendo gasta à medida que é necessário, para fabricar a quantidade de amassadura desejada, minimizando assim os desperdícios. Este equipamento devido às suas reduzidas dimensões também possibilitou a sua colocação no piso onde estivessem a ser executados os rebocos, aumentando a produtividade da actividade e não ocupando a grua com o transporte de argamassas desde o solo até ao piso em questão.



Figura 3.99 – Equipamento de amassadura das argamassas de reboco

Para a execução dos rebocos da portaria, como as paredes tinham uma dimensão reduzida, foram colocadas réguas metálicas nos seus extremos e nas aberturas (porta e janela) sendo o reboco por aí alinhado através da passagem de uma régua metálica (Figura 3.100), técnica vulgarmente conhecida por “sarrafar o reboco”.



Figura 3.100 - Reboco da portaria

No caso das paredes da zona técnica, a sua dimensão era mais elevada comparativamente às paredes da portaria, o que não permitiu que estas paredes pudessem ser sarrafadas apenas com a colocação de réguas nos seus extremos e nas aberturas. Para garantir um correcto alinhamento nestes rebocos, foram executados pontos intermédios com argamassa e fragmentos de tijolo ao longo da parede, permitindo que o reboco ficasse correctamente alinhado. Nas zonas de transição das alvenarias para os elementos estruturais, foi colocada rede de fibra de vidro (Figura 3.101), para impedir o aparecimento de fissuras nessa interface, devido a dilatações ou a assentamentos e deformações da estrutura ao longo do tempo.

Tanto o reboco da portaria como da zona técnica era o revestimento final dessas paredes (com pintura), tendo ficado com acabamento areado fino, como definido no projecto de Arquitectura.



Figura 3.101 - Reboco da zona técnica

Nas paredes das instalações sanitárias (I.S.) foram executados rebocos de modo a criar uma base regular e desempenada para a aplicação do revestimento cerâmico. A execução do reboco nestas zonas foi bastante importante, pois a existência de juntas entre os azulejos tornava

mais perceptíveis as irregularidades nas paredes. Contrariamente ao que sucedeu com as paredes exteriores, os rebocos no interior de compartimentos não podiam ser alinhados com as régulas metálicas, pois estas não conseguiam ser colocadas nas paredes. Para contornar este facto, foram executados pontos nos extremos das paredes, sendo dois em cada alinhamento vertical, um superior e um inferior, com os quais foram executadas mestras com a própria argamassa de reboco (Figura 3.102 a)). Após a execução das mestras foi colocado o reboco em toda a parede, tendo este sido sarrafado pelo alinhamento das mestras.

Para evitar a fissuração destes rebocos foi aplicada rede de fibra de vidro nas zonas mais sensíveis, como junto às caixas da rede eléctrica (Figura 3.102 b)) e algumas tubagens.

Como anteriormente referido, a função destes rebocos nas I.S. tinha apenas a função de criar uma base regular para a aplicação dos revestimentos cerâmicos, pelo que os rebocos apenas foram executados nas zonas onde estes viriam a ser aplicados, é exemplo disto a execução do reboco até à cota de execução do tecto falso (Figura 3.102 c)).

Para permitir uma boa aderência das colas utilizadas para a colocação dos azulejos, estes rebocos ficaram apenas com um acabamento talochado.

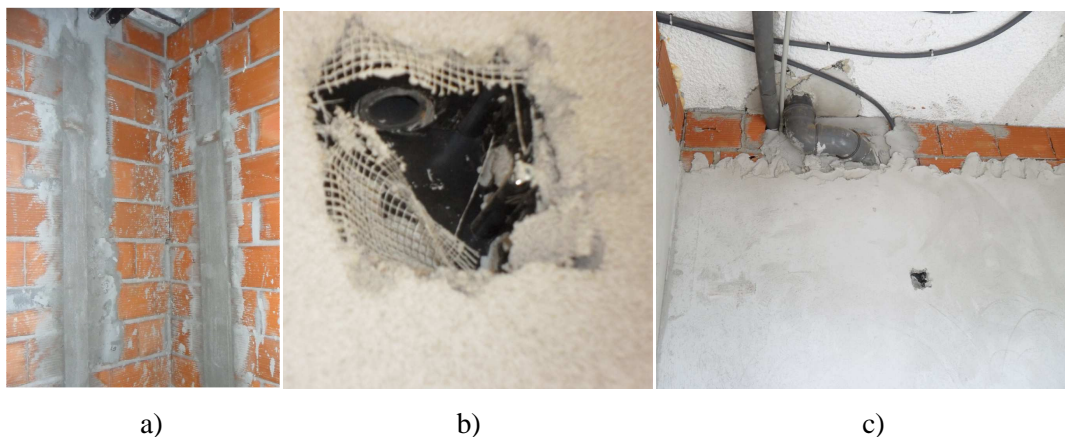


Figura 3.102 - Reboco das I. S.

3.9.2. Revestimentos Cerâmicos

Com os rebocos prontos foram aplicados os revestimentos cerâmicos. É esperada a existência de muita água em contacto com as paredes, pois, como as I.S. serão utilizadas por pessoas com mobilidade reduzida, nos banhos haverá muita projecção de água contra as paredes. Assim foi tida especial atenção na impermeabilização das paredes para evitar problemas futuros, tendo sido utilizados cola e betume resistentes à água para as juntas dos azulejos.

Para a colagem dos azulejos foi utilizada a pasta adesiva “Weber.Fix Premium” [32]. Trata-se de uma pasta adesiva com um elevado grau de impermeabilidade para a colagem de peças cerâmicas em paredes interiores, e que também permite a colagem sobre paredes de placas de gesso cartonado. Esta pasta foi directamente aplicada sobre os rebocos das I.S. com o auxílio de uma talocha dentada. As peças cerâmicas foram depois aplicadas contra a cola, exercendo uma pressão forte de modo a esmagar os cordões de cola deixados pela passagem da talocha, batendo-se de seguida nas peças com o auxílio de um maço de borracha. Para assegurar um espaçamento uniforme das juntas entre os azulejos, foram utilizadas cruzetas distanciadoras (Figura 3.103), com uma espessura de 2 mm.

As juntas entre os azulejos têm um papel bastante importante, pois por um lado contribuem para a secagem da cola aplicada sob os azulejos e por outro criam uma junta de dilatação para os azulejos, impedindo que estes ao dilatarem entrem em contacto uns com os outros e se fracturassem. Para a betumagem das juntas entre os azulejos foi utilizada a argamassa “Weber.Color Flex” [33]. Esta argamassa é utilizada normalmente em exteriores, apresentando uma boa impermeabilidade e flexibilidade.



Figura 3.103 - Aplicação dos cerâmicos

3.9.3. Estuque

Em termos de revestimento de espaços interiores, o material mais aplicado foi o estuque. A aplicação de estuque nos revestimentos interiores proporciona um acabamento com maior perfeição e suavidade, comparativamente aos rebocos.

Antes de se proceder à aplicação do estuque foi efectuada a preparação das paredes onde este seria aplicado. Nas zonas dos vãos (portas e janelas) foram colocadas baguetes em PVC (Figura 3.104), nas arestas interiores que as paredes faziam com as aberturas, correctamente apuradas e alinhadas, para a posterior aplicação do estuque. A aplicação das baguetes também

contribuiu para o aumento da resistência dessas arestas a choques que poderiam danificar o estuque nessas zonas.



Figura 3.104 - Aplicação de baguetes para estuque

O estuque era composto por dois tipos de gesso, um de granulometria mais grosseira utilizada como camada de base, fazendo o enchimento e regularização dos suportes, e outro de granulometria mais fina, também designado de fino de acabamento, que era barrado sobre a camada base conferindo o acabamento às paredes.

Foi utilizado o gesso de base “Rubí” [34]. Trata-se de um gesso para projecção mecânica, aligeirado com perlite expandida, especialmente indicado para aplicação monocamada em interiores. O gesso fino de acabamento utilizado foi o “Max Fino” [35]. Este é um gesso especial de acabamento, aplicável sobre qualquer superfície de gesso, e que graças à sua finura e brancura proporciona um acabamento de alta qualidade.

O gesso de base foi armazenado em obra num silo (Figura 3.105), sendo transportado até ao equipamento de projecção através de mangueiras com o auxílio de um compressor.



Figura 3.105 - Silo de armazenamento do gesso e máquina de projectar

O equipamento de projecção era estacionado no piso onde o gesso seria aplicado. No equipamento de projecção era automaticamente adicionada a dosagem de água apropriada, o que permitia que a consistência do gesso se mantivesse constante de aplicação para aplicação. Devido ao facto do gesso apresentar uma elevada viscosidade não havia necessidade de aplicar

nenhuma camada para melhorar a aderência (crespido), podendo o gesso ser projectado directamente sobre os paramentos.

Quanto ao seu modo de aplicação, o gesso de base foi projectado sobre as paredes de forma a tentar criar uma camada contínua e o mais regular possível. Assim que foi projectada uma camada de gesso em toda a parede, passou-se uma régua de alumínio sobre a camada de gesso regularizando-a (Figura 3.106).



Figura 3.106 - Projecção e regularização do gesso

Com a passagem da régua sobre a camada de gesso ia-se acumulando nesta o gesso em excesso, sendo depois recolhido com o auxílio de uma colher de pedreiro e arremessado manualmente contra a parede nas zonas onde eram visíveis depressões. Este processo foi repetido até que toda a camada de gesso ficasse totalmente regularizada. Assim que o gesso começou a ganhar presa, voltou-se a passar as régua de alumínio para verificar a regularização do gesso e poder corrigir algumas áreas onde a camada de gesso não se encontrasse convenientemente plana.

Antes de o gesso ficar completamente seco foi aplicado o fino de acabamento, com o auxílio de espátulas, que com passagens sucessivas criaram uma camada fina e uniforme.

3.9.4. Sistema de revestimento delgado armado sobre isolamento térmico (ETICS)

No edifício principal a maior parte do revestimento exterior foi efectuada com um sistema de revestimento delgado armado sobre isolamento térmico.

O sistema de revestimento delgado armado sobre isolamento térmico, ou ETICS (*External Thermal Insulation Composite System*), é um sistema de revestimento e isolamento térmico de edifícios aplicado pelo exterior. Os sistemas mais frequentes no mercado apresentam pequenas variantes em torno de uma solução geralmente constituída por placas de poliestireno

expandido (EPS) previamente fixadas ao suporte, revestidas por um reboco delgado, aplicado em várias camadas, armado com uma ou várias redes de fibra de vidro [36] (Figura 3.107). Como acabamento é utilizado, geralmente um revestimento plástico espesso.

O isolamento térmico pelo exterior é uma solução técnica que permite a redução das pontes térmicas, aumenta a inércia térmica interior do edifício, reduz o risco de condensações, melhora a impermeabilidade das paredes e pode ser aplicado em paredes já existentes sem reduzir a área útil do edifício.

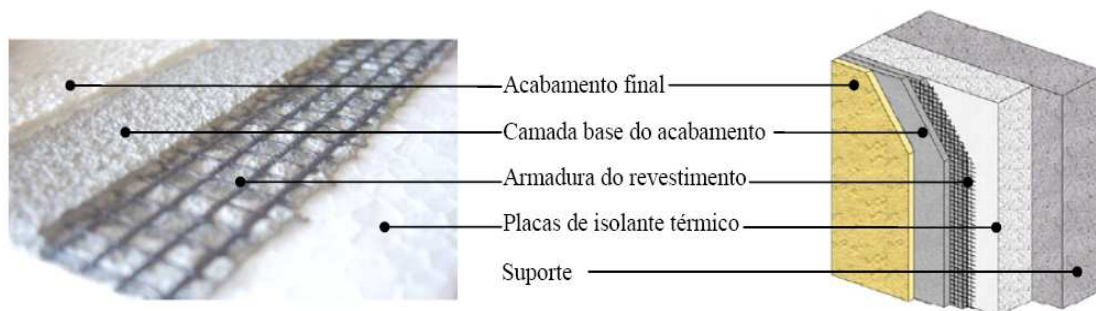


Figura 3.107 - Descrição de um sistema de ETICS [36]

De entre as opções existentes no mercado, foi aplicado o sistema “Cin – K” (Especificações Técnicas no Anexo H) com acabamento “Eralite”. Este sistema é constituído pelos seguintes materiais:

- Argamassa “Princol 100” [37] – Argamassa à base de resinas sintéticas e elementos minerais, adequada para sistemas de isolamento térmico pelo exterior. Utiliza-se para colar e fixar placas de poliestireno expandido (EPS). Também permite colar e barrar redes de fibra de vidro sobre placas de EPS e sobre reboco;
- Placas de poliestireno expandido “EPS 100” (Ficha Técnica no Anexo I) – Placas de isolamento em poliestireno expandido, com características recomendadas para aplicação em isolamentos térmicos exteriores;
- Rede de fibra de vidro “Fast Tela R160” [38] – Rede constituída por fios em fibra de vidro, com elevada resistência mecânica, que ao ser aplicada em sistemas de isolamento térmico confere maior estabilidade aos revestimentos, evitando o aparecimento de fissuras decorrentes de variações de temperatura ou do movimento dos painéis de isolamento. A aplicação desta rede confere ainda ao sistema uma boa resistência ao choque;
- Acessório para reforço e fixação do isolamento térmico – Acessórios em PVC para fixar as placas de isolamento térmico às paredes, e para reforçar as zonas

mais susceptíveis de virem a sofrerem danos (esquinas das paredes e arestas das aberturas);

- Impermeabilização do barramento com a tinta “Novatex AC” [39] – Tinta acrílica aquosa para protecção de fachadas, com uma excelente impermeabilidade à água;
- Acabamento com “Eralit” [40] – Revestimento espesso aquoso, baseado num copolímero sintético, partículas de mármore com granulometria seleccionada e pigmentos com elevada resistência aos raios ultravioleta. Este material é usualmente aplicado em fachadas exteriores pois para além de criar um bom acabamento, também é repelente de água.

Antes de se iniciar a colagem das placas de EPS às paredes de fachada, foi identificada uma situação que embora à primeira vista pudesse passar despercebida, a longo do tempo poderia propiciar a ocorrência de infiltrações através das paredes de fachada. A transição entre o piso 0 e o piso1, bem como dos seus revestimentos (painéis compósitos de partículas de madeira com cimento no piso 0 e ETICS a partir do piso 1) foi efectuada através da colocação de um perfil UNP 240 na fachada (com funções meramente estéticas), contudo na interface entre o perfil metálico e o ETICS, existe uma descontinuidade pela qual poderá ocorrer infiltrações. Para prevenir problemas futuros, foi efectuada uma “pintura” com “Mapelastic” [41] (argamassa cimentícia bicomposta e elástica, para protecção e impermeabilização de betão) nessa zona (Figura 3.108), criando uma barreira à entrada de água para o interior do edifício.

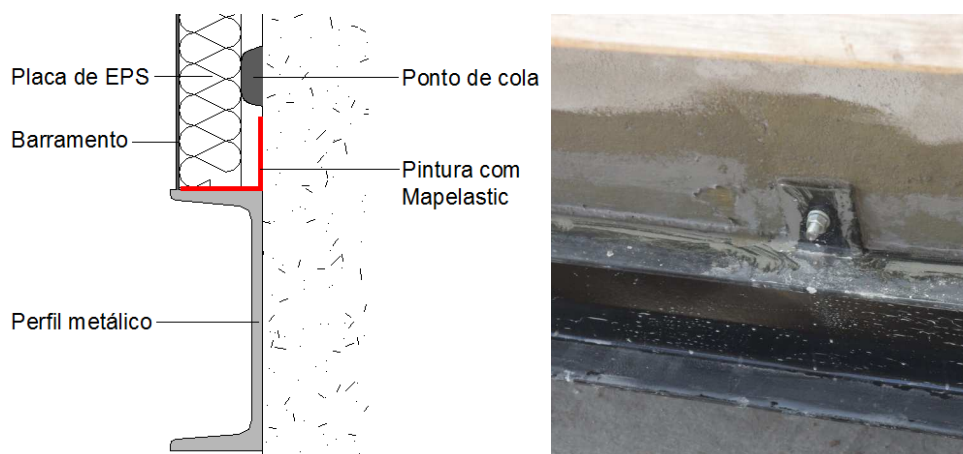


Figura 3.108 - Pintura com “Mapelastic” na interface entre o perfil metálico colocado na fachada e o ETICS

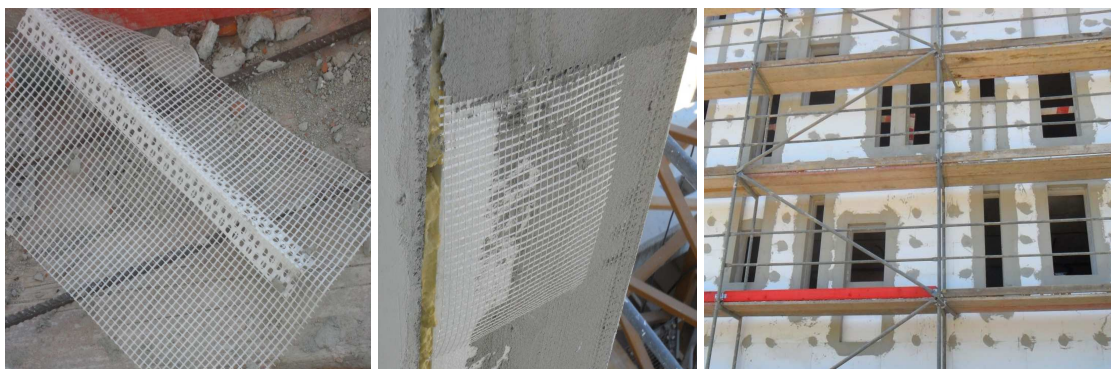
Antes de se proceder a fixação das placas de EPS à parede foram colocadas várias linhas ao longo da parede, de modo a permitir que desde a sua fase inicial o revestimento exterior criado pelo sistema “Cin – K”, ficasse regular e totalmente plano. Primeiro foram colocadas duas linhas verticais nos extremos da parede, fornecendo assim as prumadas para a colocação de várias linhas horizontais pelas quais as placas de EPS foram alinhadas.

Tendo o auxílio das linhas, procedeu-se à colagem das placas. A colagem foi realizada com argamassa “Princol 100”, tendo sido colocados cerca de 4 a 5 pontos de argamassa em cada placa, sendo esta depois colocada contra a parede, exercendo pressão para que a argamassa se espalhasse entre a placa e a parede, realizando assim a colagem (Figura 3.109). Quanto às espessuras de isolamento, foram utilizadas placas de EPS com 6 cm de espessura na fachada e 3 cm nas zonas interiores dos vãos (peitoris, ombreiras e padieira).



Princol 100

Estando todas as placas de EPS coladas às paredes, foi efectuada o ser reforço nas esquinas e arestas formadas pelas aberturas. Esse reforço foi efectuada com a aplicação de perfis de cantoneira em PVC com rede de fibra de vidro (Figura 3.110). Esses perfis foram colados nas arestas em causa com argamassa “Princol 100”, tendo sido posteriormente melhorada a sua fixação através de um barramento com a mesma argamassa nessas zonas.



Para melhorar a fixação das placas de EPS às paredes, nos pontos de intercepção das juntas verticais e horizontais formadas pelas placas, foram efectuados furos com berbequim e colocadas buchas de fixação, tendo sido depois aplicado um barramento pontual sobre as buchas. A aplicação destas buchas garante a fixação das placas de EPS às paredes a longo prazo.

Terminado o reforço das esquinas do isolamento térmico, bem como a aplicação das buchas de fixação, procedeu-se ao barramento das fachadas. O barramento foi efectuado por uma equipa composta por três elementos dispostos em níveis distintos do andaime (Figura 3.111), o que permitiu o andamento da actividade de forma contínua e com uma produtividade bastante elevada. O barramento, à semelhança do que já havia sucedido, foi efectuado com argamassa “Princol 100”, aplicada com o auxílio de uma talocha. Primeiro foi aplicada uma camada de argamassa, numa faixa com largura ligeiramente superior à da rede de fibra de vidro (de modo a permitir a aplicação da rede), de seguida foi aplicada a rede de fibra de vidro em panos verticais sobre o barramento anteriormente efectuado, tendo sido pressionada contra este com auxílio da talocha (nas emendas dos vários panos de rede, foi garantida uma sobreposição de cerca de 10 cm). Com a rede colocada na sua posição, foi logo de seguida aplicada uma nova camada de argamassa. Este processo foi repetido até estarem aplicados a rede e o primeiro barramento em toda a fachada.

No dia seguinte à aplicação da primeira camada de argamassa, foi aplicada a segunda camada. Esta camada contrariamente à primeira foi apenas com argamassa, tendo sido aplicada directamente sobre a primeira.

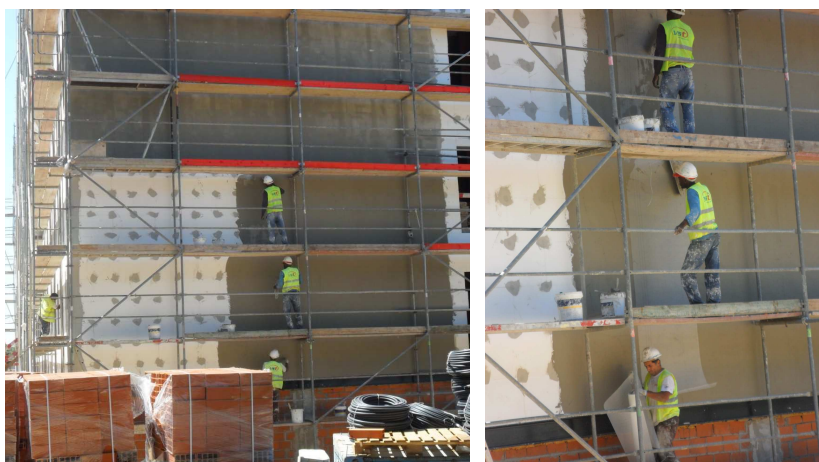


Figura 3.111 - Execução do 1º barramento e colocação da rede de fibra de vidro

Após ter decorrido um período mínimo de três dias (aconselhado pelo fabricante), foi aplicada uma pintura com rolo, com a tinta “Novatex AC” (Figura 3.112). Esta pintura tinha como intuito melhorar a impermeabilização da parede e ainda servir de primário para o acabamento final. Por último, com auxílio de uma talocha foram aplicadas duas camadas do revestimento de acabamento “Cin Eralit”.



Figura 3.112 – Aplicação da pintura de impermeabilização

4. Conclusões

A realização deste estágio de cinco meses, constituiu uma mais-valia, pois permitiu consolidar e alargar os conhecimentos teóricos adquiridos.

As características desta obra tornaram o estágio bastante enriquecedor, pois contemplava construção, reabilitação, estruturas metálicas e ainda a execução de especialidades (Águas e Esgotos, Rede Eléctrica, AVAC e Rede de Gases Medicinais), abrangendo assim grande parte das temáticas abordadas nas unidades curriculares do curso, aliando da melhor forma a componente teórica com a prática, proporcionando assim uma formação mais completa.

Um dos campos no qual o aluno evoluiu significativamente foi na transposição do preconizado nos vários projectos para a obra e também na leitura e interpretação dos mesmos. Apesar da elaboração, análise e estudo de projectos no decorrer do ciclo de estudos, apenas durante a sua implementação em obra podem ser identificados determinados problemas e pormenores que não foram tidos em conta aquando da sua elaboração, mas que em obra podem fazer grande diferença. Estes factores permitiram compreender a importância da qualidade dos projectos e da sua correcta pormenorização.

Nesta obra, por se tratar de uma Unidade de Cuidados Continuados foi necessária a elaboração do projecto da Rede de Gases Medicinais. Por outro lado, os projectos de AVAC e Rede Eléctrica foram de maior complexidade dada a dimensão da obra. Como a coordenação e implementação destes projectos em obra é também efectuada pela Direcção de Obra (D.O.), o aluno apercebeu-se da necessidade de obter formação complementar nestas áreas, uma vez que estas são áreas fora do âmbito do curso de Engenharia Civil.

Para diminuir os encargos com mão-de-obra, as empresas de construção civil optam cada vez mais pela contratação de subempreiteiros para a realização das várias tarefas. Esta opção apresenta vantagens, pois permite a utilização de mão-de-obra mais especializada para cada tipo de tarefa, contudo aumenta a quantidade de equipas de trabalho diferentes em obra exigindo uma maior coordenação e controlo de qualidade do trabalho que realizam. Durante o estágio foi verificar a forma como é efectuada a coordenação entre as várias equipas, e o planeamento e controlo do trabalho que realizaram de modo a cumprir os prazos estipulados para as várias actividades.

A possibilidade de observar pessoalmente a utilização de vários processos construtivos, bem como os materiais utilizados foi sem dúvida um valioso complemento ao conhecimento teórico adquirido durante o ciclo de estudos. A observação dos diversos processos construtivos possibilitou aprender mais sobre as técnicas utilizadas, sobre a preparação e cuidados a ter antes

e durante a sua execução. Também o conhecimento adquirido sobre os materiais utilizados e sobre as suas características permitiu tomar conhecimento sobre os vários materiais existentes no mercado.

Um dos pontos no qual o estágio foi mais enriquecedor, foi na identificação de problemas em obra e na forma como estes foram resolvidos. Ao implementar em obra o preconizado em projecto, muitas vezes depara-se com problemas, quer sobre incompatibilidades entre projectos quer devido a situações que não haviam sido previstas nestes. Dependendo do tipo de problemas encontrados, alguns foram resolvidos pela D.O. outros remetidos para os Projectistas para uma actualização/reformulação dos projectos. Um exemplo que foi descrito no relatório refere-se à presença das sapatas do edifício vizinho na zona onde se pretendia construir o muro de suporte da cave, em que a solução preconizada em conjunto pelo D.O. e projectista passou por desviar o muro de suporte. Existiram outros problemas identificados pela D.O., que não justificavam a sua exposição aos Projectistas tendo sido resolvidos pela própria D.O., como sucedeu com o revestimento cerâmico, onde foi decidido aplicar cola e betume especiais para evitar infiltrações nessas zonas.

No caso do presente edifício apesar de ter sido necessário efectuar o seu reforço estrutural e das condicionantes a que a execução da cave obrigou, a sua reabilitação foi considerada a prática mais vantajosa, pois permitiu uma redução nos custos e prazos de execução da obra. À semelhança do que sucedeu neste caso, em intervenções similares dever-se-à sempre estudar qual a melhor solução, reabilitar o edifício ou demoli-lo e efectuar a sua construção integral, tendo em conta não só o custo de cada hipótese, o seu prazo de execução mas também a qualidade final.

Foi ainda importante perceber como o trabalho do Engenheiro em obra é exigente, pois para além das funções de planeamento, gestão e coordenação da obra, está sujeito a grande pressão, tendo frequentemente de tomar decisões no próprio momento para resolver os problemas que vão surgindo em obra.

Com esta experiência o aluno ficou sensibilizado para as exigências da sua futura profissão e para a importância de continuar a adquirir novos conhecimentos e experiência, de modo a responder adequadamente aos desafios da profissão de Engenheiro Civil.

Referências Bibliográficas

- [1] Adaptado de: Google. (2011) Google Maps. Disponível em: <http://maps.google.pt/maps?hl=pt-PT&tab=wl> [Consultado em 25 de Julho de 2011].
- [2] NP ENV 13670-1, *Execução de estruturas em betão - Parte 1: Regras gerais*. IPQ, 2007.
- [3] APEB, Guia para a utilização da norma NP EN 206-1 - A ESPECIFICAÇÃO DO BETÃO, Maio 2008.
- [4] NP EN 12350-1, *Ensaaios do betão fresco - Parte 1: Amostragem*. IPQ, 2009.
- [5] NP EN 12350-2, *Ensaaios do betão fresco - Parte 2: Ensaio de Abaixamento*. IPQ, 2009.
- [6] NP EN 206-1, *Betão - Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade*. IPQ, 2007.
- [7] NP EN 12390-2, *Ensaaios do betão endurecido - Parte 2: Execução e cura dos provetes para ensaios de resistência mecânica*. IPQ, 2009.
- [8] NP EN 12390-3, *Ensaaios do betão endurecido - Parte 3: Resistência à compressão de provetes*. IPQ, 2009.
- [9] Emenda 2, *NP EN 206-1: Betão - Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade*. IPQ, 2007.
- [10] SARAIVA & ASSOCIADOS, Arquitectura e Urbanismo (2010). *Projecto de Arquitectura para a obra UCC de Juso*.
- [11] SIKA. (2011) Ficha de Produto: Sika MonoTop - 612. Disponível em: <http://pt01.webdms.sika.com/files/show.do?documentID=256>. [Consultado em 3 de Outubro de 2011].
- [12] TISAPEX. (2007, Agosto) Tisakote. Disponível em: <http://www.tisapex.pt/pdf/linha1/tisakote.pdf>. [Consultado em 5 de Outubro de 2011].
- [13] TISAPEX. (2005) Tisaplas Polimerica PY. Disponível em: http://www.tisapex.pt/pdf/linha1/tisaplas_polimericaPY.pdf. [Consultado em 8 de Outubro de 2011].

- [14] Danosa. (2007) Danodren H15 Plus. Disponível em: <http://www.danosa.com.pt/danosa/CMSServlet?node=314061&lng=4&site=3>. [Consultado em 6 de Outubro de 2011].
- [15] POLITEJO. (2011) Catálogo Técnico Comercial de Tubos de Drenagem Ambidrenos. Disponível em: http://www.politejo.com/pdf/catalogos/Catalogo_Tecnico_Comercial_de_Tubos_de_Drenagem_Ambidrenos.pdf. [Consultado em 10 de Outubro de 2011].
- [16] RSAEEP - *Regulamento de Segurança e Acções em Estruturas de Edifícios e Pontes*, Publisher Team, 2007.
- [17] REBAP - *Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado*, Publisher Team, 2007.
- [18] NP EN 1992, *Eurocódigo 2 – Projecto de Estruturas de betão*.IPQ, 2010.
- [19] HILTI. Sistemas de Injecção HIT-HY 150 Max. Disponível em: http://www.hilti.pt/holpt/page/module/product/prca_rangedetail.jsf?lang=pt&nodeId=-171708. [Consultado em 10 de Outubro de 2011].
- [20] PRECERAM. Tijolo Tradicional. Disponível em: <http://www.preceram.pt/tradicional.php>. [Consultado em 11 de Outubro de 2011].
- [21] BETECNA. (2011) Betecna, Betão Pronto, S.A. Disponível em: <http://www.betecna.pt/edicoes1/betecna/desenvCategoria.asp?r=30&cat=1934&catn=1939>. [Consultado em 7 de Outubro de 2011].
- [22] FIBRAN. (2006) Isolamento térmico Fibran Eco WL. Disponível em: http://www.google.pt/url?sa=t&source=web&cd=3&sqi=2&ved=0CCsQFjAC&url=http%3A%2F%2Fplacogesso.pt%2Findex.php%3Faction%3DdownFileCat%26file%3Df062ebfa9a1995c56fb2672093decc40.pdf&rct=j&q=fibran%20eco%20wl&ei=BCiTTTr69E_T64QSH-8ilAQ&usg=AFQjCNFk-By80ZFmJikDd. [Consultado em 10 de Outubro de 2011].
- [23] FISCHER. (2009) Espuma de Poliuretano PU 500/750. Disponível em: http://www.fischerbrasil.com.br/PortalData/5/Resources/fixing_systems/productonline_catalogue/foams_sealants/_documents/PU.pdf. [Consultado em 8 de Outubro de 2011].

- [24] GABELEX. (2008) Perfil Canal - CN70. Disponível em: http://www.gabelex.pt/gabelex/pgc_files/pgcn70_info.pdf. [Consultado em 10 de Outubro de 2011].
- [25] GABELEX. (2008) Perfil Montante - MT70. Disponível em: http://www.gabelex.pt/gabelex/pgc_files/pgcmt70_info.pdf. [Consultado em 10 de Outubro de 2011].
- [26] GYPTEC. (2011) Ficha Técnica - Placa A. Disponível em: http://www.gyptec.eu/documentos/Gyptec_Ficha_Placa_A.pdf. [Consultado em 7 de Outubro de 2011].
- [27] GYPTEC. (2011) Ficha Técnica - Placa H. Disponível em: http://www.gyptec.eu/documentos/Gyptec_Ficha_Placa_H.pdf. [Consultado em 7 de Outubro de 2011].
- [28] GYPTEC. (2011) Ficha Técnica - Placa F. Disponível em: http://www.gyptec.eu/documentos/Gyptec_Ficha_Placa_F.pdf. [Consultado em 7 de Outubro de 2011].
- [29] ROCKWOOL. (2011) Alpharock-E 225. Disponível em: http://guia.rockwool.es/media/158176/alpharock_e_225_2011.pdf. [Consultado em 7 de Outubro de 2011].
- [30] CIARGA. (2010) Ficha Técnica - Argamassa de Regularização de Pavimentos. Disponível em: <http://www.cimpor-portugal.pt/cache/bin/XPQLYeQXX675rayzg5JXIPZKU.pdf>. [Consultado em 6 de Outubro de 2011].
- [31] CIARGA. (2010) Ficha Técnica - Argamassa de Roboco Exterior Manual. Disponível em: <http://www.cimpor-portugal.pt/cache/bin/XPQLYeQXX689rayzg5JXIPZKU.pdf>. [Consultado em 5 de Outubro de 2011].
- [32] WEBER. (2010) Ficha Técnica - Weber.Fix Premium. Disponível em: http://www.weber.com.pt/uploads/media/Ficha_tecnica_weber.fix_premium_2010_02.pdf. [Consultado em 9 de Outubro de 2011].
- [33] WEBER. (2007) Argamassa colorida para juntas em exteriores. Disponível em: http://www.weber.com.pt/uploads/media/10135_img_01.pdf. [Consultado em 9 de Outubro de 2011].

- [34] ALGÍSS. (2008) Algíss Rubí. Disponível em: <http://pulido.dominioshp.com/fontainhasrevest/Ficheiros/AlgissRUBI.pdf>. [Consultado em 9 de Outubro de 2011].
- [35] ESYEDEBRO. Max Fino. Disponível em: http://www.esyedebro.es/pdf/MAX_FINO.pdf. [Consultado em 9 de Outubro de 2011].
- [36] ABALADA, Vitor Hugo Marques (2008). *Aplicação de Sistemas de Isolamento Térmico pelo Exterior (ETICS)*, Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- [37] CIN. (2010) Boletim Técnico - Princol Argamassa 100. Disponível em: [http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecDec.nsf/0/2b165e1ce303d5ea802576b20048c67c/\\$FILE/29-540_P_.pdf](http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecDec.nsf/0/2b165e1ce303d5ea802576b20048c67c/$FILE/29-540_P_.pdf). [Consultado em 10 de Outubro de 2011].
- [38] CIN. (2009) Boletim Técnico - Fast Tela R160. Disponível em: [http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecDec.nsf/0/B8CCBEF866B66CE1802575D0003D841B/\\$File/00-383_P_.PDF](http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecDec.nsf/0/B8CCBEF866B66CE1802575D0003D841B/$File/00-383_P_.PDF). [Consultado em 10 de Outubro de 2011].
- [39] CIN. (2008) Boletim Técnico - Novatex AC. Disponível em: [http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecDec.nsf/0/de6c96ff7a9c2e73802575370038ea5/\\$FILE/10-170%28P%29.pdf](http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecDec.nsf/0/de6c96ff7a9c2e73802575370038ea5/$FILE/10-170%28P%29.pdf). [Consultado em 10 de Outubro de 2011].
- [40] CIN. (2008) Boletim Técnico - Cin Eralit. Disponível em: [http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecDec.nsf/0/9b6bd21171372bd48025749000320477/\\$FILE/14-941%28P%29.pdf](http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecDec.nsf/0/9b6bd21171372bd48025749000320477/$FILE/14-941%28P%29.pdf). [Consultado em 10 de Outubro de 2011].
- [41] MAPEI. (2010) Mapelastic. Disponível em: http://www.mapei.com/public/PT/products/331_mapelastic_pt.pdf. [Consultado em 11 de Outubro de 2011].
- [42] EPOCA - Gestão, Estudos e Projectos Lda. (2010). *Projecto de Estabilidade para a obra UCC de Juso*.

Bibliografia Consultada

Decreto-Lei n.º 301/2007 de 23 de Agosto. Diário da República n.º 162 - 1.ª série. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Lisboa, 2007.

NP EN 12390-1 (2010). "Ensaio do betão endurecido – Parte 1: Forma, dimensões e outros requisitos para o ensaio de provetes e para os moldes". IPQ.

TISAPEX. *Tecnologia para a impermeabilização*. Disponível em: <http://www.tisapex.pt/impermeabilizacao/impermeabilizacao.htm> [Consultado em 4 de Setembro de 2011].

DANOSA. *Drenagem vertical com geotêxtil*. Disponível em: <http://www.danosa.com.pt/danosa/CMSServlet?node=T52&lng=4&site=3> [Consultado em: 4 de Setembro de 2011].

Engenharia Civil. *Sistema Capotto – ETICS*. Disponível em: <http://engenhariacivil.wordpress.com/2007/05/21/sistema-capotto-etics/> [Consultado em 20 de Setembro de 2011].

Coutinho, Joana Sousa. (2003) MC2PraticasB2004. Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/~jcouti/MC2PraticasB2004.pdf> [Consultado em 24 de Agosto de 2011].

NACIONALREV. *Betão Celular*. Disponível em: http://www.nacionalrev.pt/admin/backoffice/productos/pdf/BETAO_CELULAR.pdf [Consultado em 13 de Setembro de 2011].

Anexos

Anexo A – Planeamento e calendarização das actividades desenvolvidas durante o estágio.

Anexo B – Ficha Técnica “Sika Grout”.

Anexo C – Ficha Técnica “Sukadur-30”.

Anexo D – Ficha Técnica Sika Icosit K 101 N.

Anexo E – Ficha Técnica Imperimpact.

Anexo F – Ficha Técnica Chapa Colaborante.

Anexo G – Ficha Técnica Conectores Metálicos.

Anexo H – Especificações Técnicas Sistema CIN-K.

Anexo I – Ficha Técnica Poliestireno Expandido EPS100