

Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

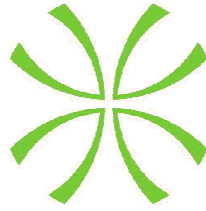
Levantamento de Anomalias dos Revestimentos Exteriores dos Edifícios do Campus do IPT

Projeto

Carla Patrícia de Oliveira Gameiro

Mestrado em Reabilitação Urbana
- Construção -

Tomar/Outubro/2013



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Carla Patrícia de Oliveira Gameiro

Levantamento de Anomalias dos Revestimentos Exteriores dos Edifícios do Campus do IPT

Projeto

Orientado por:

Maria de Lurdes Belgas da Costa, Instituto Politécnico de Tomar

Projeto apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Reabilitação Urbana

Dedico este trabalho ao meu Marido Avelino
e aos meus Filhos Patrícia e Rafael,
por toda a atenção, carinho, paciência
nesta etapa importante
da minha vida.

RESUMO

Este trabalho tem como finalidade identificar, caracterizar e avaliar as anomalias existentes nos revestimentos exteriores dos diversos edifícios pertencentes ao campus do Instituto Politécnico de Tomar. Assinalam-se todos os blocos de edifícios que compõem o campus do IPT e apresentam-se as fases e evolução da sua construção.

Faz-se o estudo dos diversos tipos de revestimentos exteriores das paredes desses edifícios e identificam-se as principais anomalias existentes, com base na observação visual e no registo fotográfico.

Apresentam-se as causas prováveis das anomalias identificadas nos revestimentos dos edifícios do IPT, tendo como base a inspeção visual, literatura da especialidade e casos de obra semelhantes.

Palavras-chave: Revestimentos Exteriores; Caracterização Construtiva; Edifícios; IPT; Patologias; Diagnóstico; Causas

ABSTRACT

This work aims to identify, characterize and assess anomalies in exterior coatings of several buildings belonging to the campus of the Polytechnic Institute of Tomar. Mark up all the building blocks that make up the campus of IPT and present phases and evolution of its construction.

It is the study of various types of exterior coverings and walls of such buildings identifies the defects existing main, based on visual observation and photographic recording. Presents the probable causes of the anomalies identified in the coatings of buildings IPT, based on visual inspection, the literature and cases of similar work.

Keywords: Coatings Affairs; Constructive characterization; buildings; IPT; Pathology; Diagnosis, Causes

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer: em primeiro lugar, a toda a minha família pelo esforço e apoio que me deram no decorrer de toda a minha vida académica; aos meus pais pelo apoio e carinho, às minhas irmãs que me ajudaram quando estava mais em baixo; ao meu marido Avelino pelo apoio moral e financeiro que foi fundamental em momentos desanimadores de stress e cansaço.

Agradeço, de forma especial, à minha orientadora de Projeto por toda a ajuda prestada, nomeadamente os “caminhos a serem trilhados”, a disponibilidade em corrigir o trabalho, no esclarecimento de dúvidas e no apoio científico.

Da mesma forma, agradeço a todo o corpo docente do Instituto Politécnico de Tomar pela transmissão dos seus conhecimentos.

Agradeço ainda a disponibilidade de alguns engenheiros, nomeadamente, o Eng.º Rui Belo e o Eng.º Orlando Fonseca, por me facultarem informação verbal acerca dos edifícios do IPT, bem como a disponibilidade do IPT e da Câmara Municipal de Tomar, pelo fato de me darem condições necessárias, quer em termos de espaço físico, quer em termos de documentação para elaboração deste projeto.

Às secretárias e bibliotecárias, em especial à D. Cremilde Capitolino pelo auxílio prestado quando solicitado.

Obrigada a todos!

ÍNDICE

CAPÍTULO I - Introdução	1
1.1. Enquadramento do projeto	1
1.2. Objetivos do trabalho	1
1.3. Metodologia de trabalho	1
1.4. Estrutura do Trabalho.....	2
CAPÍTULO II - Caracterização do Parque Edificado do Instituto.....	4
2.1. O IPT	4
2.2. Identificação e Funcionalidade dos Edifícios do Campus de Tomar	7
2.2.1. Edifício A	8
2.2.2. Edifício B.....	8
2.2.3. Edifício C.....	8
2.2.4. Edifícios D e E.....	9
2.2.5. Edifício F	9
2.2.6. Edifício G	9
2.2.7. Edifício H	10
2.2.8. Edifício I.....	10
2.2.9. Edifício J.....	10
2.2.10. Edifício L.....	11
2.2.11. Edifício M.....	11
2.2.12. Edifício N	11
2.2.13. Edifício O	12
2.2.14. Edifício Q	12
2.3. Fases de Projeto e de Construção dos Edifícios do IPT	12
CAPÍTULO III - Caracterização Construtiva dos Edifícios de Campus do IPT	15
3.1. Introdução	15

3.1.1. Edifício A	15
3.1.2. Edifício B	18
3.1.3. Edifício C	19
3.1.4. Edifícios D e E	21
3.1.5. Edifício F.....	23
3.1.6. Edifícios G, H, I, J e L.....	24
3.1.7. Edifício M e N.....	26
3.1.8. Edifício O	27
3.1.9. Edifício Q	28
3.1.10. Edifício da Cantina.....	29
CAPÍTULO IV – Considerações Gerais sobre os Tipos de Revestimentos Exteriores dos Edifícios do IPT.....	31
4.1. Introdução	31
4.2. Edifícios com paredes exteriores em alvenaria de tijolo face-à-vista.....	31
4.2.1. Aspetos construtivos importantes a atender na execução de paredes de tijolo face-à-vista	32
4.2.2. Edifícios do IPT com paredes em Tijolo Face-à-Vista	34
4.3. Edifícios com Paredes Exteriores Revestidas com um Sistema de Isolamento Térmico pelo Exterior - ETICS.....	35
4.3.1. Componentes de um ETICS.....	36
4.3.2. Aplicação do sistema ETICS.....	38
4.3.3. Edifícios do IPT com Paredes Exteriores Revestidas com Sistemas de Isolamento Térmico pelo Exterior.....	43
4.4. Edifícios com paredes exteriores revestidas com reboco de ligantes hidráulicos	43
4.4.1. Aplicação do Reboco Tradicional.....	44
4.4.2. Aplicação do Reboco Projetado	45
4.4.3. Edifícios do IPT com Paredes Exteriores Rebocadas	46

4.5. Edifícios com Paredes Exteriores Revestidas com Placas de Pedra	47
4.5.1. Métodos de fixação de Placas de Pedra.....	48
4.5.2. Processo de Execução de Aplicação de Placas de Pedra Colada	49
4.5.3. Edifícios do IPT com Paredes Exteriores Revestidas com Placas de Pedra Coladas	51
CAPÍTULO V – Anomalias observadas nos Revestimentos das Paredes Exteriores dos Edifícios do IPT	52
5.1. Anomalias em paredes de tijolo face-à-vista	52
5.1.1. Fendilhação.....	52
5.1.2. Esmagamento do revestimento.....	52
5.1.3. Destacamento do revestimento.....	53
5.1.4. Manchas de humidade	53
5.1.5. Desprendimento pontual.....	53
5.1.6. Eflorescências.....	54
5.1.7. Intervenções realizadas anteriormente em paramento com tijolo face-à-vista.....	54
5.2. Anomalias em edifícios com revestimentos em isolamento térmico pelo exterior... 61	
5.2.1. Fendilhação.....	61
5.2.2. Crostas Negras.....	61
5.2.3. Visualização dos contornos de ligação das placas de isolamento térmico	62
5.3. Anomalias em edifícios com revestimentos em reboco	63
5.3.1. Destacamento.....	63
5.3.2. Fissuração	64
5.3.3. Manchas de humidade	64
5.3.4. Anomalias das pinturas aplicadas sobre os rebocos	65
5.4. Anomalias em edifícios com revestimentos de placas de pedra colada.....	65
5.4.1. Manchas de humidade	65

5.4.2. Crostas negras	66
5.4.3. Colonização biológica	66
5.4.4. Fissuras / Fendas	67
5.4.5. Destacamento do revestimento.....	67
CAPÍTULO VI – Causas Prováveis das Anomalias dos Revestimentos dos Edifícios do IPT	69
6.1. Fissuração de paredes	69
6.2. Manchas de humidade.....	73
6.3. Empolamento	76
6.4. Destacamento / Desprendimento	77
6.5. Esmagamento do Revestimento.....	80
6.6. Eflorescências	80
6.7. Colonização Biológica.....	82
6.8. Crostas Negras	82
CAPÍTULO VII - Conclusões.....	84
FUTUROS DESENVOLVIMENTOS	86
LISTA DE REFERÊNCIAS	87
ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do IPT em Tomar	4
Figura 2 – Fotografia aérea do campus do IPT	5
Figura 3 – Mapa do concelho de Tomar	6
Figura 4 – Constituição e localização dos edifícios no Campus do IPT	7
Figura 5 – Edifícios do bloco A	8
Figura 6 – Edifícios do bloco B	8
Figura 7 – Edifícios do bloco C	8
Figura 8 – Edifícios dos blocos E e D	9
Figura 9 – Edifícios do bloco F	9
Figura 10 – Edifício do bloco G	9
Figura 11 – Edifício do bloco H	10
Figura 12 – Edifício do bloco I	10
Figura 13 – Edifício do bloco J	10
Figura 14 – Edifício do bloco L	11
Figura 15 – Edifício do bloco M	11
Figura 16 – Edifício do bloco N	11
Figura 17 – Edifícios do bloco O	12
Figura 18 – Edifício do bloco Q	12
Figura 19 – Exemplos de edifícios do Arq. Manuel Tainha	13
Figura 20 – Exemplos de edifícios do Arq. Bartolomeu Cabral	13
Figura 21 – Pedra angular do IPT	14
Figura 22 – Pedra gravada com o nome IPT	14
Figura 23 – Perspetiva do edifício A	15
Figura 24 – Planta do rés-do-chão do edifício A	16
Figura 25 – Planta do 1º andar do edifício A	16
Figura 26 – Pormenor das alvenarias	17
Figura 27 – Pormenores construtivos do pano de alvenaria, junto às platibandas	17
Figura 28 – Perspetiva do edifício B	18
Figura 29 – Planta do rés-do-chão do edifício B	18
Figura 30 – Planta do 1º andar do edifício B	18

Figura 31 – Perspetiva do edifício C	20
Figura 32 – Planta do edifício C	20
Figura 33 – Corte transversal AA.....	20
Figura 34 – Pormenor construtivo de cobertura de cota inferior do edifício C.....	21
Figura 35 – Pormenor construtivo de cobertura mais elevada do edifício C	21
Figura 36 – Perspetiva dos edifícios D e E.....	22
Figura 37 – Planta da cave do edifício E	22
Figura 38 – Planta do rés-do-chão dos edifícios.....	22
Figura 39 – Planta do 1º andar dos edifícios	22
Figura 40 – Planta do 2º andar dos edifícios	22
Figura 41 – Perspetiva do edifício F.....	23
Figura 42 – Planta do rés-do-chão do edifício F	24
Figura 43 – Planta do 1º andar do edifício F	24
Figura 44 – Perspetiva dos edifícios G, H, I, J e L.....	24
Figura 45 – Planta do rés-do-chão dos edifícios G, H, I, J e L.....	25
Figura 46 – Planta do 1º andar dos edifícios G, H, I, J e L	25
Figura 47 – Perspetiva dos edifícios M e N.....	26
Figura 48 – Planta do rés-do-chão do edifício M.....	26
Figura 49 – Planta do rés-do-chão do edifício N.....	26
Figura 50 – Perspetiva do edifício O	27
Figura 51 – Planta da cave do edifício O.....	27
Figura 52 – Planta do rés-do-chão do edifício O.....	27
Figura 53 – Planta do 1º andar do edifício O.....	27
Figura 54 – Perspetiva do edifício Q.....	28
Figura 55 – Planta da cave do edifício Q.....	28
Figura 56 – Planta do rés-do-chão do edifício Q.....	28
Figura 57 – Planta do 1º andar do edifício Q.....	28
Figura 58 – Perspetiva do edifício da Cantina.....	29
Figura 59 – Planta do rés-do-chão do edifício da Cantina	30
Figura 60 – Planta do 1º andar do edifício da Cantina	30
Figura 61 – Localização de ETICS nas fachadas da Cantina	30
Figura 62 – Exemplo de um sistema de apoio da alvenaria	32

Figura 63 – Assentamento dos tijolos.....	33
Figura 64 – Dimensão das juntas.....	33
Figura 65 – Junta em parede de tijolo face-à-vista.....	33
Figura 66 – Arqueamento.....	34
Figura 67 – Juntas horizontais armadas.....	34
Figura 68 – Fachadas do bloco A.....	34
Figura 69 – Fachadas do bloco B.....	34
Figura 70 – Fachadas do bloco F.....	34
Figura 71 – Fachadas do bloco G.....	34
Figura 72 – Fachada do bloco L.....	35
Figura 73 – Fachada do bloco Q.....	35
Figura 74 – Esquema da constituição das paredes em tijolo face-à-vista.....	35
Figura 75 – Sistema de ETICS.....	38
Figura 76 – Perfil de arranque onde apoia a primeira fiada de placas de isolamento.....	39
Figura 77 – Distância entre parafusos no perfil de arranque.....	39
Figura 78 – Exemplo de aplicação das placas de isolamento junto a um vão.....	40
Figura 79 – Exemplos de colagem das placas de isolamento térmico.....	40
Figura 80 – Fixação mecânica.....	40
Figura 81 – Buchas de fixação.....	40
Figura 82 – Exemplo de colocação de uma cantoneira num cunhal.....	41
Figura 83 – Reforço dos cantos junto aos vãos.....	41
Figura 84 – Perfil na zona da padieira.....	41
Figura 85 – Reforço da armadura no contorno dos vãos da fachada.....	41
Figura 86 – Embebimento da armadura na camada de base.....	42
Figura 87 – Sistema ETICS aplicado no bloco O.....	43
Figura 88 – Sistema ETICS aplicado na Cantina.....	43
Figura 89 – Camadas do reboco tradicional.....	44
Figura 90 – Detalhe da aplicação do salpisco.....	45
Figura 91 – Detalhe da aplicação do reboco.....	45
Figura 92 – Fases de aplicação do reboco projetado.....	46
Figura 93 – Reboco tradicional aplicado no edifício Q.....	46
Figura 94 – Reboco tradicional aplicado nos edifícios D e E.....	47

Figura 95 – Reboco projetado aplicado em parte do edifício da cantina	47
Figura 96 – Método do sistema de fixação direto.	48
Figura 97 – Método do sistema de fixação indireto	49
Figura 98 – Aplicação do cimento cola na parede, com talocha denteada	50
Figura 99 – Colocação do revestimento	50
Figura 100 – Pormenor de constituição de uma parede revestida com placas de pedra colada.....	50
Figura 101 – Placas de pedra colada aplicadas na biblioteca	51
Figura 102 – Fendilhação oblíqua ou em escada.....	52
Figura 103 – Fendilhação vertical	52
Figura 104 – Exemplos de esmagamento do tijolo face-à-vista.....	52
Figura 105 – Destacamento do tijolo face-à-vista em pilares	53
Figura 106 – Manchas de humidade em tijolo face-à-vista.....	53
Figura 107 – Desprendimento do tijolo face-à-vista junto a juntas de dilatação	54
Figura 108 – Eflorescências visíveis nas fachadas dos edifícios.....	54
Figura 109 – Fendilhação vertical nos nembos das janelas.....	55
Figura 110 – Fendilhação vertical junto a tubos de queda	55
Figura 111 – Fendilhação oblíqua junto de cunhais	55
Figura 112 – Desprendimento do tijolo face-à-vista em platibandas	56
Figura 113 – Desprendimento do tijolo face-à-vista em pilares.....	56
Figura 114 – Fissura em zona de cunhal	56
Figura 115 – Desmantelamento de troços danificados.....	58
Figura 116 – Cantoneiras galvanizadas	58
Figura 117 – Pormenor da fixação das cantoneiras.....	59
Figura 118 – Aplicação das cantoneiras	59
Figura 119 – Juntas verticais	59
Figura 120 – Pormenor das juntas a executar.....	60
Figura 121 – Junta de movimento	60
Figura 122 – Desmantelamento do pano exterior do Edifício F.....	60
Figura 123 – Exemplos de fendilhação, nos edifícios da Cantina e O	61
Figura 124 – Manchas negras no edifício O.....	62
Figura 125 – Manchas negras no edifício da Cantina	62

Figura 126 – Visualização de contorno de ligação das placas de isolamento no edifício O.	62
Figura 127 – Destacamento do reboco em zona corrente da alvenaria.....	63
Figura 128 – Destacamento do reboco na zona de platibanda.....	63
Figura 129 – Destacamento do revestimento em tetos dos edifícios A, B e O.....	64
Figura 130 – Fissuração generalizada do reboco.....	64
Figura 131 – Manchas de humidade em tetos do edifício B.....	65
Figura 132 – Empolamento na viga do edifício A.....	65
Figura 133 – Empolamento na viga do edifício B.....	65
Figura 134 – Manchas de humidade sob peitoril.....	66
Figura 135 – Manchas de humidade junto ao solo.....	66
Figura 136 – Crostas negras no peitoril da janela.....	66
Figura 137 – Crostas negras nas fachadas.....	66
Figura 138 – Crostas negras nas fachadas do edifício.....	66
Figura 139 – Crostas negras junto a tubagem.....	66
Figura 140 – Colonização biológica no revestimento.....	67
Figura 141 – Vários exemplos de fissuração.....	67
Figura 142 – Exemplos de destacamento do revestimento.....	68
Figura 143 – Desprendimento parcial do revestimento.....	68
Figura 144 – Fendilhação em tijolo face-à-vista.....	69
Figura 145 – Fendilhação em placas de pedra.....	69
Figura 146 – Fendilhação em isolamento térmico pelo exterior.....	69
Figura 147 – Fendilhação em reboco.....	69
Figura 148 – Assentamento diferencial devido à interferência da construção maior.....	70
Figura 149 – Assentamento diferencial por consolidações distintas de aterro.....	70
Figura 150 – Assentamento diferencial por heterogeneidade no solo.....	70
Figura 151 – Assentamento devido à contração do solo devido à retirada de água por vegetação.....	70
Figura 152 – Fissuras na alvenaria causadas por sobrecarga vertical distribuída.....	70
Figura 153 – Fissuras nos cantos dos vãos.....	71
Figura 154 – Fissuras no revestimento em reboco.....	71
Figura 155 – Fissuras nas alvenarias.....	72

Figura 156 – Fissuras no revestimento em isolamento térmico pelo exterior	72
Figura 157 – Fissuras no revestimento em placas de pedra colada	72
Figura 158 – Fissuras no revestimento em tijolo face-à-vista	73
Figura 159 – Manchas de humidade no tijolo face-à-vista.....	73
Figura 160 – Manchas de humidade no reboco	73
Figura 161 – Manchas de humidade nas placas de pedra.....	73
Figura 162 – Falta de impermeabilização da fundação	74
Figura 163 – Falta de manutenção de caleiras e telhado	74
Figura 164 – Falta de impermeabilização da laje	74
Figura 165 – Manchas de humidade junto a uma viga.....	75
Figura 166 – Manchas de humidade junto a um ponto de iluminação	75
Figura 167 – Manchas de humidade no revestimento em tijolo face-à-vista	75
Figura 168 – Manchas de humidade no revestimento em pedra	76
Figura 169 – Empolamento do revestimento final (pintura)	76
Figura 170 – Empolamento do revestimento.....	77
Figura 171 – Empolamento da tinta	77
Figura 172 – Destacamento em tijolo face-à-vista	78
Figura 173 – Destacamento em reboco	78
Figura 174 – Destacamento em placas de pedra.....	78
Figura 175 – Destacamento das placas de pedra	79
Figura 176 – Destacamento das forras cerâmicas	79
Figura 177 – Destacamento parcial do reboco	79
Figura 178 – Rotura em revestimento cerâmico situada na fachada oeste do edifício B	80
Figura 179 – Eflorescências em tijolo face-à-vista	81
Figura 180 – Líquenes presentes no revestimento de isolamento térmico pelo exterior.....	82
Figura 181 – Vegetação visível em revestimento de placas de pedra	82
Figura 182 – Crostas negras em revestimento de isolamento térmico pelo exterior.....	83
Figura 183 – Crostas negras em revestimento de placas de pedra	83

CAPÍTULO I - Introdução

1.1. Enquadramento do Projeto

O campus do Instituto Politécnico de Tomar - IPT é composto por edifícios de diferentes tipologias, que foram construídos faseadamente entre 1990 e 2007.

Os projetos de arquitetura dos edifícios são de diferentes arquitetos, pelo que a sua conceção, funcionalidade e acabamentos são distintos.

Os edifícios, embora de construção recente, apresentam algumas anomalias, na sua envolvente exterior. Essas anomalias manifestam-se sobretudo nos revestimentos das fachadas.

Integrado no âmbito da UC de Projeto, do Curso de Mestrado em Reabilitação Urbana, pretendeu-se desenvolver um trabalho em que se procedesse à caracterização dos diferentes tipos de revestimentos existentes e se identificassem as principais anomalias.

As anomalias apresentam tipologias e características diferentes dado que existem revestimentos em tijolo face-à-vista, em sistemas de isolamento térmico pelo exterior, em pedra colada e em reboco.

1.2. Objetivos do trabalho

Com o presente trabalho pretende-se dar cumprimento aos seguintes objetivos:

- Caracterizar os diversos edifícios que integram o Campus do IPT;
- Referir a evolução da construção dos edifícios;
- Caracterizar e descrever os tipos de revestimentos de fachadas dos edifícios;
- Identificar e caracterizar as anomalias existentes nos revestimentos das fachadas;
- Fazer uma avaliação prévia do estado de degradação dos diferentes tipos de revestimento exterior.

1.3. Metodologia de trabalho

Para a concretização deste trabalho, foi realizada uma pesquisa e análise dos projetos dos edifícios, a maioria dos quais se encontrava na Câmara Municipal de Tomar, de modo a perceber como são constituídos, nomeadamente a forma arquitetónica dos blocos, as dimensões, os materiais e pormenores construtivos adotados.

Foram depois consultados os projetos de arquitetura e das várias especialidades, existentes em arquivo no IPT, por forma a conseguir obter informação complementar que permitisse elaborar este trabalho.

Salienta-se a importante informação verbal facultada pelo Engenheiro Orlando Fonseca, responsável pela manutenção técnica dos edifícios, e pelo Engenheiro Rui Belo, técnico superior.

Posteriormente, foi feito o levantamento e o registo fotográfico de todos os edifícios que compõem o campus do IPT.

Foram identificados os diferentes tipos de revestimentos de fachadas e com base na observação visual procedeu-se ao levantamento e registo das anomalias existentes em cada um dos tipos de revestimento.

1.4. Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em sete capítulos. No primeiro capítulo elabora-se uma pequena síntese, referindo os objetivos e a metodologia do trabalho.

No segundo capítulo faz-se um breve resumo da história do IPT, nomeadamente a génese da sua criação, a localização geográfica e a principal missão. Este capítulo apresenta, identifica e ilustra, todos os edifícios pertencentes ao Campus do Instituto Politécnico de Tomar.

No terceiro capítulo faz-se a caracterização construtiva dos edifícios em estudo, referindo as suas dimensões, tipos de material empregues e outros aspetos relevantes, fundamentados nas memórias descritivas e justificativas, caderno de encargos, mapa de medições e peças escritas e desenhadas dos vários projetos de arquitetura e especialidades.

No quarto capítulo caracteriza-se os vários tipos de revestimentos exteriores dos edifícios. Descrevem-se os aspetos construtivos particulares desses revestimentos, nomeadamente a execução de paredes de tijolo face-á-vista, a aplicação de sistemas de isolamento térmico pelo exterior, a aplicação de pedra colada e a execução de reboco.

No quinto capítulo apresenta-se o levantamento das anomalias existentes nos revestimentos das paredes exteriores dos edifícios do IPT, realizado com base na inspeção visual e no registo fotográfico.

No sexto capítulo apresenta-se um estudo sobre as causas prováveis das anomalias encontradas nos revestimentos das paredes exteriores dos edifícios. Essas causas foram

estabelecidas tendo como base a inspeção visual realizada, a análise e estudo de casos de obra semelhantes e a literatura da especialidade.

No sétimo capítulo apresentam-se as conclusões do trabalho realizado.

CAPÍTULO II - Caracterização do Parque Edificado do Instituto

2.1. O IPT

O Instituto Politécnico de Tomar - IPT, situa-se na Quinta do Contador - Estrada da Serra, na cidade de Tomar. É uma Instituição de Ensino Superior Politécnico que existe há mais de 25 anos sendo considerada uma referência no Ensino Superior Público. Na Figura 1 apresenta-se a localização do IPT, na cidade de Tomar.



Figura 1 – Localização do IPT em Tomar [1]

Inicialmente a Escola Superior de Tecnologia de Tomar - ESTT foi criada pelo Decreto - Lei n.º 513-T/79, de 26 de Dezembro [2]. O seu funcionamento iniciou-se em 26 de Outubro de 1982, data em que a Comissão Instaladora foi empossada, tendo sido mais tarde integrada no Instituto Politécnico de Santarém de acordo com o disposto no Decreto - Lei n.º 46/85, de 22 de Novembro. Em 1994, a ESTT deu lugar à Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Tomar - ESTGT, criada pelo Decreto-Lei 304/94 de 19 de Dezembro.

O Instituto Politécnico de Tomar foi posteriormente constituído pelo Decreto - Lei n.º 96/96, de 17 de Julho e sucedeu à Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Tomar.

O Decreto-Lei 96/96, de 17 de Julho separa o Instituto Politécnico de Santarém da ESTGT e cria no seu lugar a partir de 1 de Janeiro de 1997 o IPT, integrando, duas escolas

superiores: a Escola Superior de Tecnologia de Tomar e a Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Tomar.

Os primeiros Estatutos do Instituto Politécnico de Tomar foram publicados pelo Despacho Normativo n.º 2/99 de 23 de Janeiro.

Inicialmente a Escola Superior de Tecnologia de Tomar funcionava no edifício n.º 13 da Avenida Cândido Madureira. Mais tarde, em 1990 com a construção dos primeiros edifícios, passou a funcionar na Quinta do Contador - Estrada da Serra.

O IPT possui um Campus em Tomar, que integra a Escola Superior de Tecnologia de Tomar e Escola Superior de Gestão de Tomar, (Figura 2), e outra em Abrantes, a Escola Superior de Tecnologia de Abrantes.



Figura 2 – Fotografia aérea do campus do IPT [3]

O Instituto Politécnico de Tomar assume como missão difundir o conhecimento, criar, transmitir e disseminar a cultura, a ciência, a tecnologia e as artes.

O IPT tem contribuído de forma ativa não só para a formação de profissionais e para o desenvolvimento da região em que se encontra inserido, mas também para a implementação de um modelo de interação Ensino Superior/Região assente no empreendedorismo e na tecnologia, contribuindo para um paradigma inovador capaz de competir internacionalmente com base em recursos humanos qualificados.

O concelho de Tomar, Figura 3, é composto por 16 freguesias: Além da Ribeira, Alviobeira, Asseiceira, Beselga, Carregueiros, Casais, Junceira, Madalena, Olalhas,

Paialvo, Pedreira, S. Pedro de Tomar, Sabacheira, Santa Maria dos Olivais, São João Baptista e Serra.

Este, concelho, situado na região centro do País, é servido por transportes públicos rodoviários e ferroviários que permitem o acesso de forma rápida e eficaz a outras zonas do País.



Figura 3 – Mapa do concelho de Tomar [4]

Do vasto e riquíssimo património de Tomar destaca-se o Convento de Cristo, classificado como Património Mundial pela UNESCO em 1983, o Aqueduto dos Pegões, a Ermida de Nossa Senhora da Conceição, a Igreja de S. João Baptista, a Igreja de Santa Maria do Olival, o Convento de S. Francisco, o edifício do Turismo – Museu Castilho, o Templo Judaico - Sinagoga e o conjunto de edifícios dos antigos Lagares D`el Rey que constituem o futuro Museu da Levada. Possui ainda outros edifícios contemporâneos de interesse de entre os quais o complexo de edifícios que formam o Campus do Instituto Politécnico de Tomar que serão objeto de estudo deste trabalho.

2.2. Identificação e Funcionalidade dos Edifícios do Campus de Tomar

A Figura 4 ilustra a constituição Campus de Tomar do IPT, com a identificação e a localização de todos os seus edifícios.

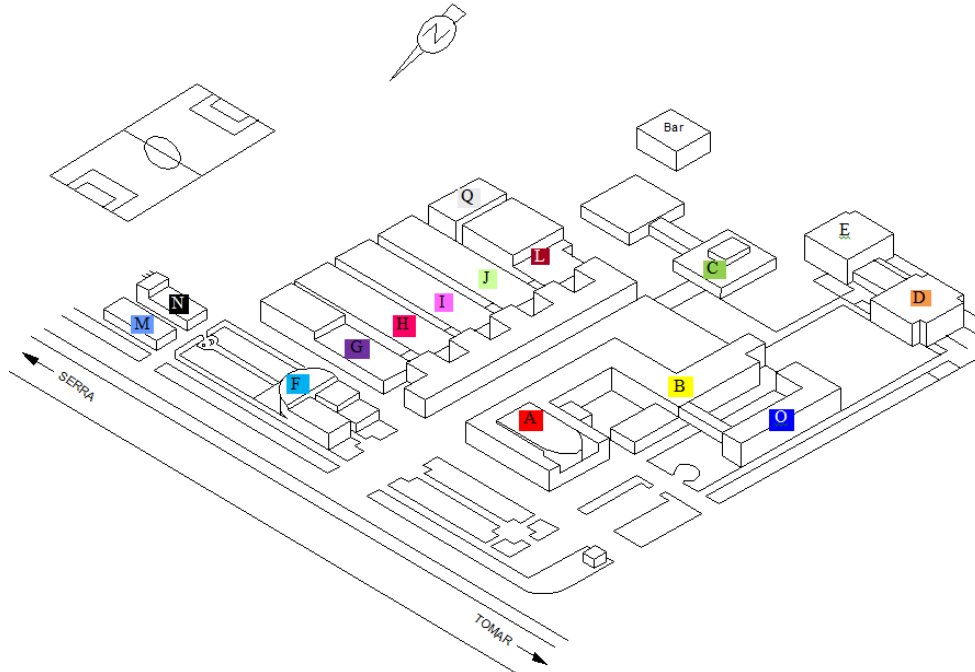


Figura 4 – Constituição e localização dos edifícios no Campus do IPT

Legenda:	
A	- Gabinete da presidência e serviços diversos
B	- Salas de aula, anfiteatros e reprografia
C	- Biblioteca
D	- Residência de estudantes masculina
E	- Residência de estudantes feminina
F	- Centro de Estudos de Arte e Arqueologia
G	- Departamento de Arte, Conservação e Restauro
H	- Departamento de Tecnologia e Artes Gráficas
I	- Departamento de Eng. ^a Elétrica e Industrial
J	- Departamento Eng. ^a Química Industrial
L	- Departamento Eng. ^a da Construção Civil
M	- Centro de pré-história
N	- Edifício de apoio técnico
O	- Salas de aula e anfiteatro
Q	- Salas de aula e anfiteatro

2.2.1. Edifício A

No edifício A está instalada a presidência do IPT, os serviços administrativos e os serviços sociais. Este edifício possui um gabinete de informática, um gabinete de relações internacionais, um gabinete de divulgação e dinamização cultural, o centro de recursos audiovisuais e o auditório Doutor José Bayolo Pacheco de Amorim com capacidade para 368 lugares.

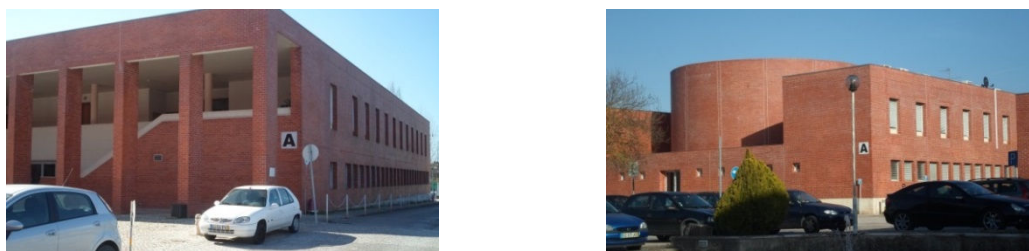


Figura 5 – Edifícios do bloco A

2.2.2. Edifício B

O edifício B é constituído por uma reprografia, um gabinete de gestão de projetos, um gabinete de acesso ao ensino superior (gaes), um gabinete de apoio ao estudante, um centro de línguas, uma loja, uma associação de estudantes, uma tesouraria, os serviços académicos, o auditório B121 com capacidade para 100 lugares e 17 salas de aula, das quais 12 são anfiteatros.

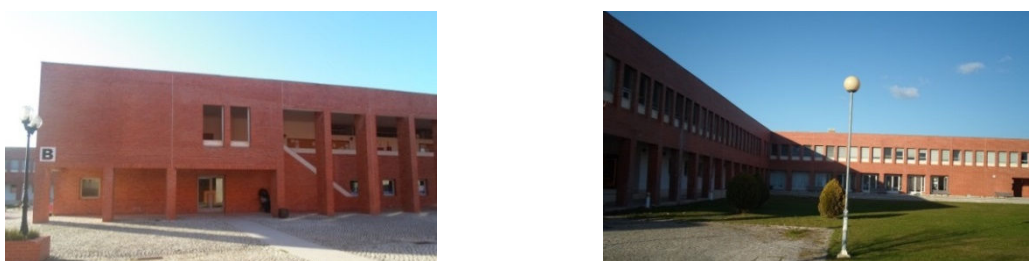


Figura 6 – Edifícios do bloco B

2.2.3. Edifício C

O edifício C é a biblioteca geral, contém ainda o arquivo, a sala de informática, uma sala de estudo/sala de leitura e gabinetes de trabalho.



Figura 7 – Edifícios do bloco C

2.2.4. Edifícios D e E

Nos edifícios D e E funcionam as residências de estudantes. O edifício D é a residência masculina e o E a residência feminina. Cada edifício é constituído por vários quartos, instalações sanitárias e uma cozinha, em comum têm uma sala de informática, uma lavandaria e uma sala de convívio.



Figura 8 – Edifícios dos blocos E e D

2.2.5. Edifício F

O edifício F integra o Centro de Estudos de Arte e Arqueologia, dispõe de um espaço cilíndrico central destinado a exposições com jardim anexo, os paralelepípedos laterais são constituídos por vários gabinetes, salas de aula e um armazém.

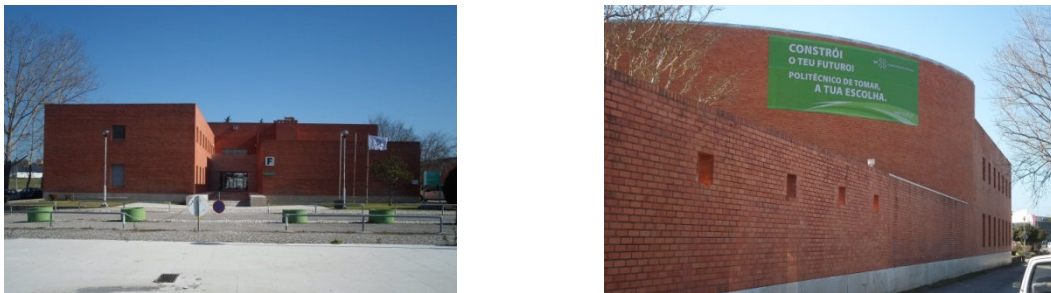


Figura 9 – Edifícios do bloco F

2.2.6. Edifício G

No edifício G funciona o Departamento de Arte, Arqueologia, Conservação e Restauro da Escola Superior de Tecnologia. Este edifício integra os gabinetes dos docentes, as salas de aula, o secretariado e os laboratórios de conservação e restauro.

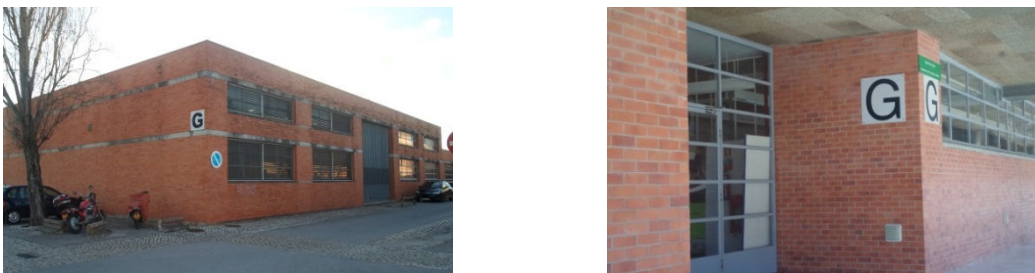


Figura 10 – Edifício do bloco G

2.2.7. Edifício H

No edifício H existe o Departamento de Tecnologia e Artes Gráficas da Escola Superior de Tecnologia. O edifício H, inclui os gabinetes dos docentes, as salas de aulas, o secretariado e os laboratórios de artes gráficas.



Figura 11 – Edifício do bloco H

2.2.8. Edifício I

O edifício I é composto pelo Departamento de Engenharia de Eletricidade Industrial e pelo Departamento de Engenharia Informática da Escola Superior de Tecnologia, sendo constituído pelos gabinetes dos docentes, pelas salas de aula, pelo secretariado, pelos laboratórios e pelos gabinetes de investigação e desenvolvimento.



Figura 12 – Edifício do bloco I

2.2.9. Edifício J

No edifício J funciona o Departamento de Engenharia Química e Ambiente da Escola Superior de Tecnologia. Este edifício é constituído, fundamentalmente, por salas de docentes, por salas de aula, pelo secretariado e pelos laboratórios de química e ambiente.



Figura 13 – Edifício do bloco J

2.2.10. Edifício L

O edifício L integra o Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Superior de Tecnologia. O edifício L contém os gabinetes dos docentes, as salas de aula, os laboratórios de engenharia civil e o secretariado.



Figura 14 – Edifício do bloco L

2.2.11. Edifício M

No edifício M funciona o Centro de Pré-história é constituído por um arquivo, um laboratório, um secretariado e salas de trabalho e de aula.

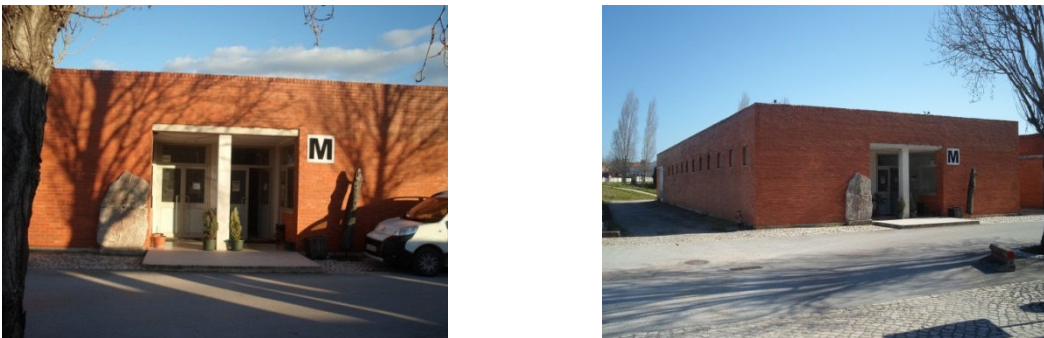


Figura 15 – Edifício do bloco M

2.2.12. Edifício N

O edifício N é constituído pelos serviços de apoio técnico, garagens e inclui uma unidade de aquecimento central.



Figura 16 – Edifício do bloco N

2.2.13. Edifício O

O edifício O integra os Departamentos da Escola Superior de Gestão, possuindo 6 salas de aula com capacidades entre 60 e 200 lugares, uma sala com 16 computadores e um auditório (O106) com capacidade para 204 lugares.



Figura 17 – Edifícios do bloco O

2.2.14. Edifício Q

No piso superior do edifício Q, existem salas de aula, uma sala de computadores, um gabinete de apoio à proteção civil e outro de manutenção elétrica. No piso térreo tem um anfiteatro com capacidade para 110 pessoas e as instalações sanitárias. Na cave existe o arquivo.



Figura 18 – Edifício do bloco Q

2.3. Fases de Projeto e de Construção dos Edifícios do IPT

Os edifícios que constituem atualmente o campus do IPT, foram construídos faseadamente a partir de 1990.

Em Junho de 1989 davam entrada, na Câmara Municipal de Tomar, os projetos de arquitetura e alguns dos projetos de especialidades dos dois primeiros edifícios: M e N. Estes marcavam o início da construção do Campus do Instituto Politécnico de Tomar.

Os projetos de arquitetura e de especialidades dos vários edifícios foram elaborados por diversas empresas, nomeadamente, pela Teixeira Trigo, Lda. - Estudos e Projetos de Engenharia e pela Betar - Estudos e Projetos de Estabilidade, Lda.

O projeto do Campus é da autoria conjunta do Arquiteto Manuel Mendes Tainha e do Arquiteto Bartolomeu da Costa Cabral. Sendo os projetos de arquitetura de diferentes arquitetos revelam algumas particularidades. Os projetos da autoria do Arquiteto Manuel Mendes Tainha, A, B, F, M e N possuem um traço característico, designadamente as paredes exteriores em tijolo face-à-vista, na envolvente total dos edifícios (Figura 19).



Figura 19 – Exemplos de edifícios do Arq. Manuel Tainha

Os edifícios da autoria do Arquiteto Bartolomeu da Costa Cabral, G, H, I, J, e L apresentam um traço mais contemporâneo, em que a laje ao nível do teto: do rés-do-chão e andar é visível no perímetro do edifício, sem nenhum tipo de acabamento ou revestimento, conforme se pode ver na Figura 20.



Figura 20 – Exemplos de edifícios do Arq. Bartolomeu Cabral

No dia 13 de Julho de 1989 foi colocada a primeira pedra (ver figura 21) para assinalar o início da construção do Campus do Instituto Politécnico de Tomar, na qual foi gravada a seguinte inscrição: “Pedra Angular - 13 de Julho de 1989”.

Está atualmente localizada na parede exterior do edifício A. Em 2001, foi colocada no jardim fronteiro ao edifício principal uma outra pedra que identifica o campus do IPT (figura 22).



Figura 21 – Pedra angular do IPT



Figura 22 – Pedra gravada com o nome IPT

Como anteriormente se referiu, os vários edifícios que compõem o campus do IPT foram construídos em diferentes fases, designadamente as seguintes.

Os edifícios M e N, denominados de gabinetes de apoio técnico, foram os primeiros a serem construídos em 1990. Atualmente estes edifícios destinam-se, respetivamente ao Centro de Pré-história e ao Gabinete de Manutenção.

Posteriormente foi executada uma parte dos blocos G e H, onde estão instalados os laboratórios. Seguiu-se a construção do bloco F juntamente com a 1ª fase da Biblioteca e parte da livraria, designada por edifício C.

Mais tarde, por volta de 1993 foram integralmente construídos os restantes edifícios I, J e L. Foram também concluídos os edifícios que já se tinham iniciado anteriormente - G e H.

A construção dos edifícios A e B foi realizada em duas fases. Numa primeira fase foi apenas executada a estrutura dos edifícios. Na segunda fase procedeu-se à execução dos acabamentos. Mais tarde procedeu-se á execução da 1ª fase dos edifícios destinados à Residência de Estudantes Masculina, juntamente com o bloco O.

Em 2001 foram ampliados os blocos G, H, I e J para instalação de mais salas e laboratórios. Em 2003 efetuou-se a construção da 2ª fase das Residências, neste caso, a Residência Feminina, e a ampliação da Biblioteca, com a criação da zona de informática.

O penúltimo edifício a ser construído, em 2005, foi a Unidade Alimentar - Cantina, local onde são confeccionadas e servidas as refeições para os alunos, funcionários e docentes.

O edifício Q destinado a salas de aula e anfiteatro, foi o último edifício a ser construído em 2007.

CAPÍTULO III - Caracterização Construtiva dos Edifícios de Campus do IPT

3.1. Introdução

Neste capítulo faz-se a caracterização construtiva dos edifícios que compõem o Instituto Politécnico de Tomar.

Para elaboração deste capítulo foi necessário recorrer a diversos documentos nomeadamente aos projetos de licenciamento apresentados na Câmara Municipal de Tomar e a diversos documentos existentes nos arquivos do IPT, tais como memórias descritivas, caderno de encargos, mapa de medições e peças escritas e desenhadas dos vários projetos de arquitetura e especialidades.

3.1.1. Edifício A

O edifício A é de dimensão elevada, desenvolvendo-se em planta retangular. Está dividido em 6 corpos (A1 a A6), separados por juntas de dilatação.

Os corpos A1, A2, A3, A4 e A5 possuem grandes áreas de implantação:

Corpo A1 - (45,8mx17,4m); Corpo A2 - (52,8mx18,6m); Corpo A3 - (24,2mx13,8m);

Corpo A4 - (36,2mx10,0m); e Corpo A5 - (33,6m x46,5m).

Os corpos A1, A2, A4 e A5 possuem dois pisos elevados, enquanto os corpos A3 e A6 possuem apenas um piso.

Atualmente o edifício A é constituído apenas pelo corpo A5, os restantes corpos pertencem ao edifício B.

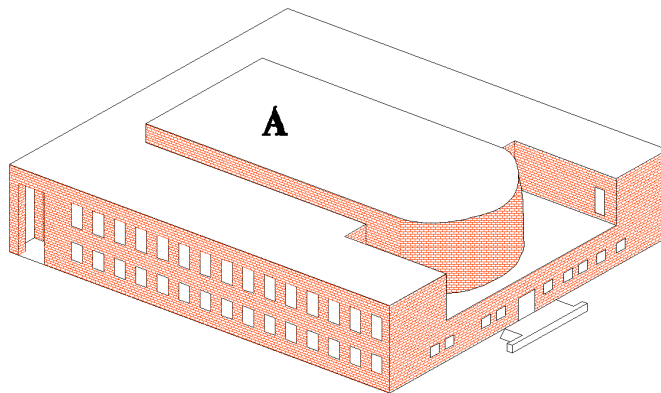


Figura 23 – Perspetiva do edifício A

O edifício A5 é constituído por uma estrutura de betão armado, formada por paredes de betão armado, um conjunto de pilares e lajes fungiformes aligeiradas, vigas de bordadura e escadas maciças de betão armado.

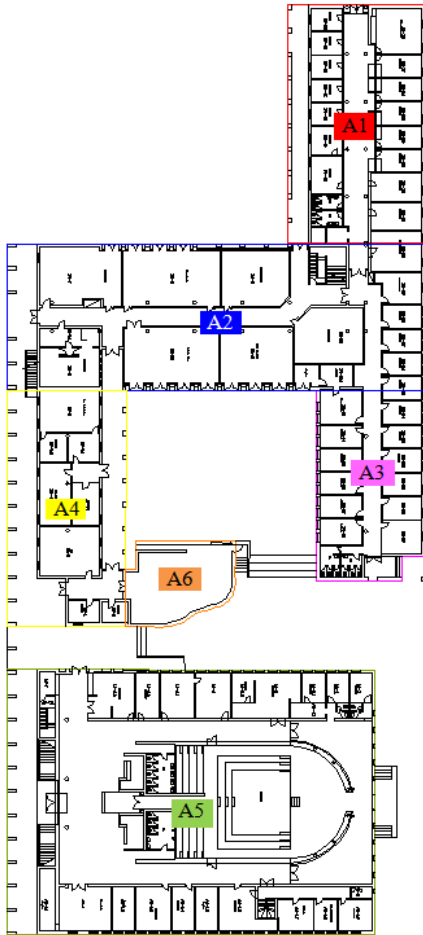


Figura 24 – Planta do rés-do-chão do edifício A

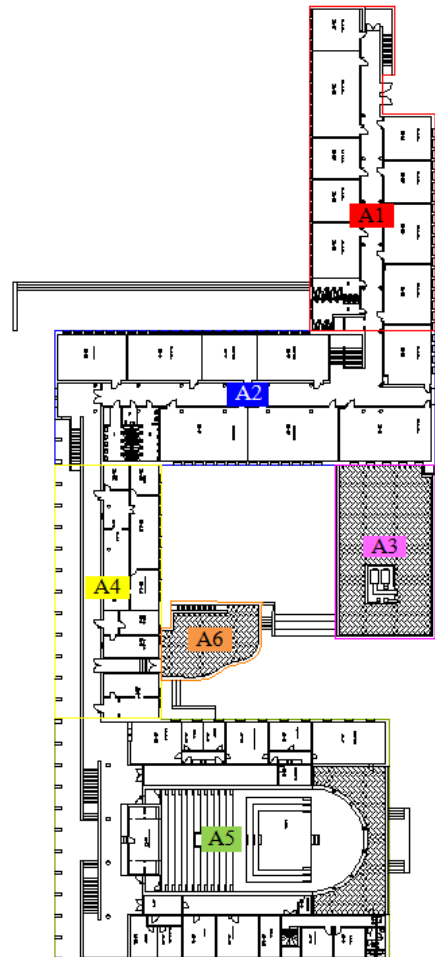


Figura 25 – Planta do 1º andar do edifício A

As fundações são diretas, constituídas por sapatas isoladas ligadas por vigas de fundação e por sapatas contínuas na fundação das paredes de betão.

De acordo com elementos do projeto, na execução da estrutura foram utilizados betão da classe B25 em fundações e muros de suporte, betão da classe B30 em pilares, vigas e lajes. O aço aplicado foi o A400 NR/ER em todos os elementos estruturais.

As paredes exteriores são duplas, constituídas por um pano interior em alvenaria de tijolo de barro vermelho furado de diversos formatos (30x20x20, 30x20x15, 30x20x11) cm³, de acordo com o especificado no caderno de encargos e no projeto de arquitetura. A face do pano interior em contacto com a caixa-de-ar foi revestida com poliuretano projetado, com a

espessura média de 3 cm. O pano exterior é em alvenaria de tijolo face-à-vista, sendo constituído por tijolo com formato $22 \times 11 \times 7 \text{ cm}^3$ (Figura 26).

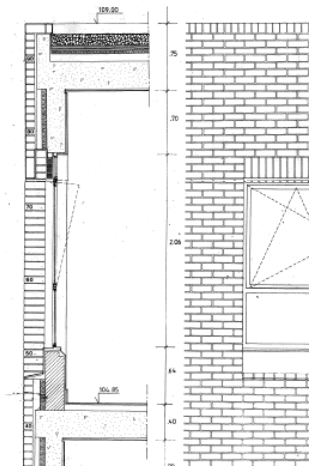


Figura 26 – Pormenor das alvenarias

De um modo geral, os dois panos de alvenaria encontram-se ligados por varões de aço zincado $\varnothing 6$ ou $\varnothing 8$ mm, com afastamentos superiores a 1,0 m na vertical e 2,0 m na horizontal.

A Figura 27 ilustra alguns pormenores construtivos das paredes das fachadas.

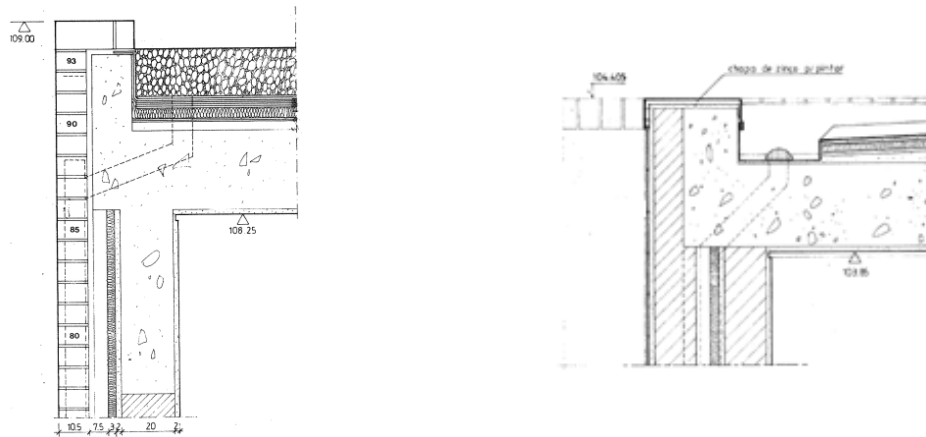


Figura 27 – Pormenores construtivos do pano de alvenaria, junto às platibandas

A cobertura está encoberta pelas platibandas pelo que não foi possível observá-la. No entanto de acordo com os pormenores construtivos sabe-se que é uma cobertura plana tradicional, não acessível, constituída por uma camada de forma, isolamento térmico, betonilha armada com rede fibra de vidro, tela betuminosa e seixos rolados como proteção pesada.

3.1.2. Edifício B

O edifício B é também de dimensão elevada, desenvolvendo-se em várias formas retangulares. Como referido anteriormente, as designações iniciais de projeto A1, A2, A3, A4 e A6 atualmente são corpos pertencentes ao edifício B.

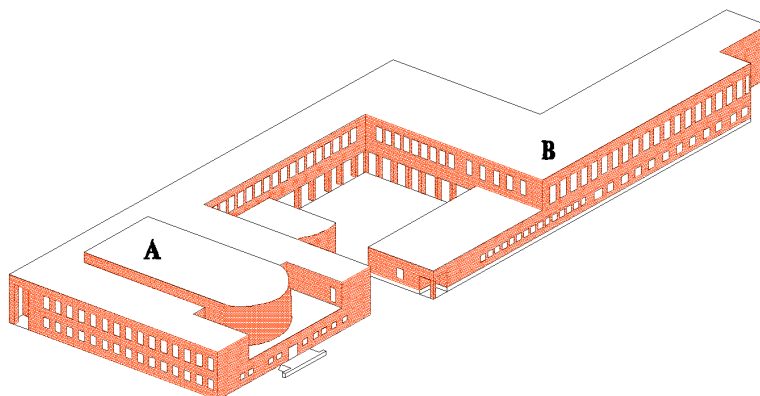


Figura 28 – Perspetiva do edifício B

O bloco B teve duas fases distintas de construção, a primeira fase foi a execução da estrutura do edifício, a segunda fase incluiu os acabamentos.

Nas Figuras 29 e 30 é possível observar, respetivamente, as plantas rés-do-chão e primeiro andar do bloco B.

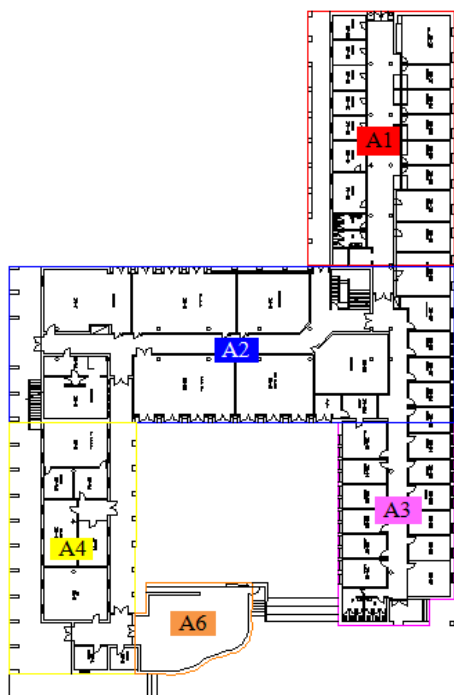


Figura 29 – Planta do rés-do-chão do edifício B

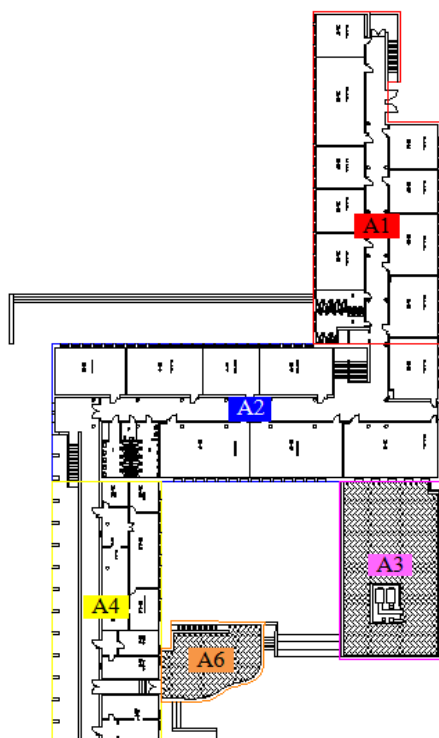


Figura 30 – Planta do 1º andar do edifício B

Relativamente à estrutura, o edifício é constituído por uma estrutura de betão armado, constituído por pórticos orientados em duas direções ortogonais. Todos os elementos de construção foram moldados em obra por forma a assegurar a continuidade estrutural, nomeadamente a continuidade nas ligações com os pilares, as lajes, as vigas e as sapatas de fundação.

De acordo com a memória descritiva e justificativa do projeto, na execução da estrutura foram utilizados betão da classe B30 em fundações, pilares, vigas e nas lajes maciças, aligeiradas e fungiformes, e aço A400 NR em todos os elementos estruturais, exceto nas lajes aligeiradas em que foi usado o aço A500.

A alvenaria exterior é composta por uma parede dupla com caixa-de-ar, constituída por um pano exterior de alvenaria de tijolo cerâmico de face-à-vista $22 \times 10,5 \times 7 \text{ cm}^3$ e um pano interior em tijolo furado cerâmico com $30 \times 20 \times 15 \text{ cm}^3$.

Relativamente ao isolamento foram coladas placas de aglomerado negro de cortiça de 5 cm de espessura, na face exterior da parede interior. A superfície do aglomerado negro foi depois protegida com duas demãos de um produto betuminoso. A caixa-de-ar apresenta orifícios de ventilação na sua zona inferior, materializados através de juntas verticais não argamassadas.

As juntas de dilatação têm a largura de 2 cm e foram preenchidas com um cordão de mástique.

A cobertura do edifício B à semelhança da cobertura do edifício A, está envolta por platibandas não tendo sido possível observá-la. Devido à falta de pormenorização também não foi possível descrever a sua constituição.

3.1.3. Edifício C

O edifício C desenvolve-se em planta de forma retangular.

O edifício possui um pequeno lago orientado a Sul e Oeste. A Este existe um pequeno jardim.

O edifício apresenta no piso inferior o arquivo e o armazém e no piso superior situa-se a biblioteca, a sala de estudo e a sala de informática.

A Figura 31 ilustra o edifício em perspetiva e a Figura 32 apresenta a planta do edifício mostrando os vários compartimentos e respetivas funções.

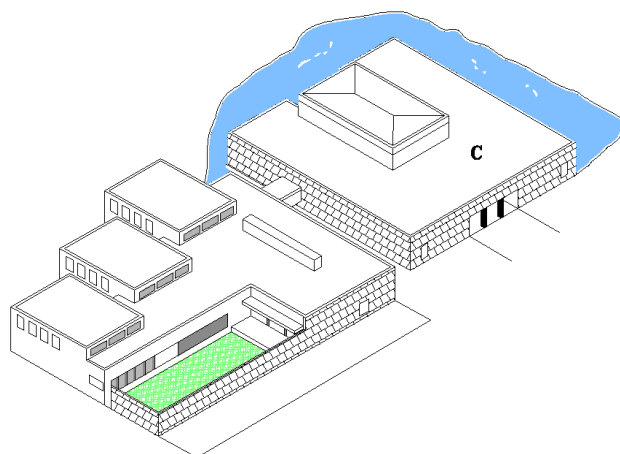


Figura 31 – Perspetiva do edifício C

O revestimento nas fachadas exteriores do edifício é composto essencialmente por placas de pedra de dimensão $0,60 \times 0,75 \text{ m}^2$ aplicadas por colagem.

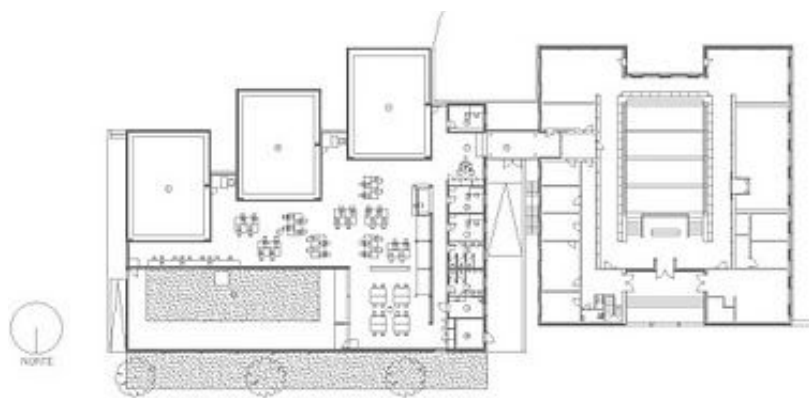


Figura 32 – Planta do edifício C

No que se refere à cobertura deste edifício as figuras seguintes ilustram um corte transversal e alguns dos pormenores construtivos mais relevantes da constituição da cobertura do edifício C.

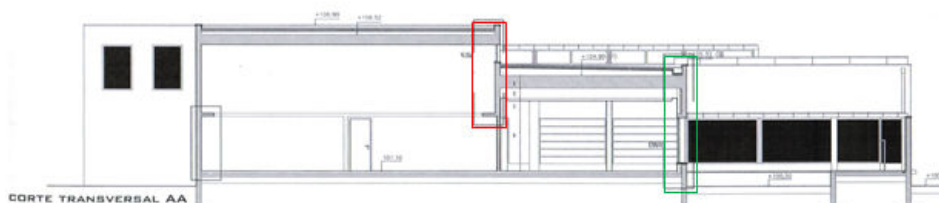


Figura 33 – Corte transversal AA

A cobertura é tipo plana, encontrando-se por detrás das platibandas. No esquema, a verde, localiza-se a cobertura de cota mais baixa do edifício C. A constituição desta cobertura é a seguinte: laje, camada de betão com argila expandida de 12 cm de altura, betonilha de regularização, isolamento térmico tipo “Roofmate” com 4 cm de espessura, e uma camada de godó com 5cm de altura.

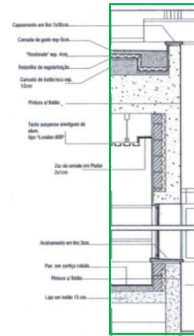


Figura 34 – Pormenor construtivo de cobertura de cota inferior do edifício C

No esquema, a vermelho, localiza-se a cobertura mais elevada do edifício da biblioteca. Esta cobertura é composta por: laje, camada de betão com argila expandida de 12 cm de altura, betonilha de regularização, isolamento térmico tipo “Roofmate” de 4 cm de espessura, uma betonilha de proteção e por fim chapa de zinco tipo “Rheinzink”.

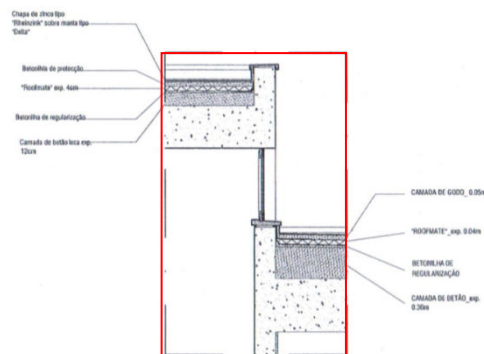


Figura 35 – Pormenor construtivo de cobertura mais elevada do edifício C

3.1.4. Edifícios D e E

Os edifícios D e E são idênticos, tendo um desenvolvimento arquitetónico em forma de cubo.

Tanto a residência masculina como a feminina constituem um bloco estrutural com três pisos elevados, a feminina tem uma cave. Estes dois blocos são ligados por um outro de um só piso, que corresponde ao átrio de entrada.

A Figura 36 ilustra as residências, as restantes figuras mostram as plantas dos edifícios.

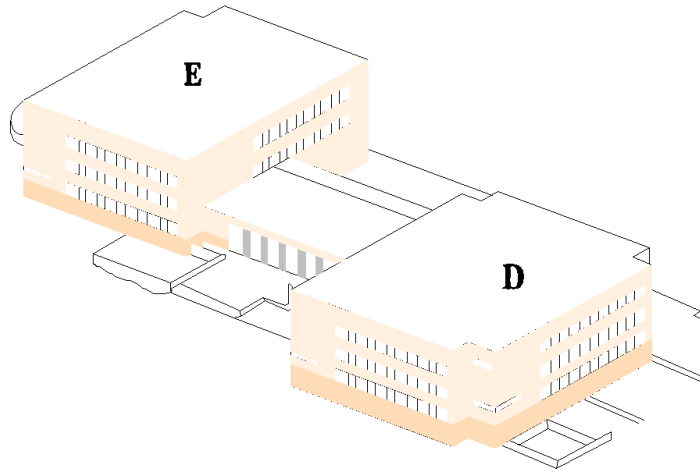


Figura 36 – Perspetiva dos edifícios D e E

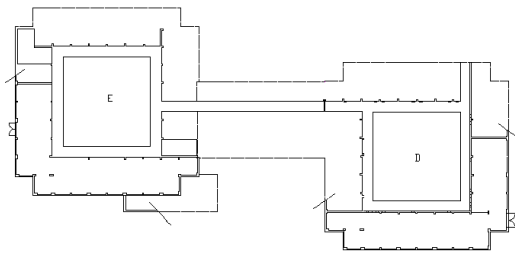


Figura 37 – Planta da cave do edifício E

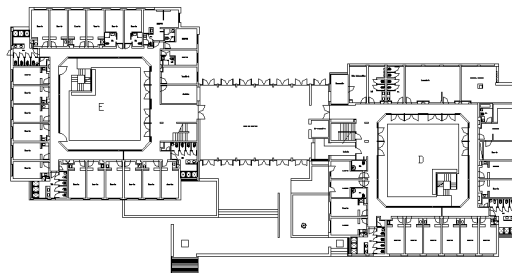


Figura 38 – Planta do rés-do-chão dos edifícios

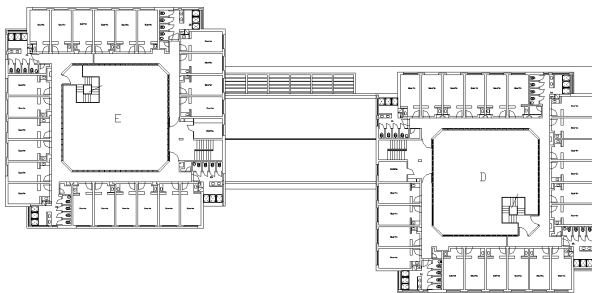


Figura 39 – Planta do 1º andar dos edifícios

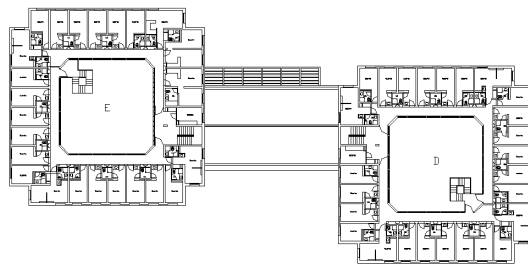


Figura 40 – Planta do 2º andar dos edifícios

A estrutura destes blocos é em betão armado, B30 e o aço A400, constituindo pórticos orientados em direções ortogonais.

Os edifícios assentam em fundações diretas constituídas por sapatas isoladas e vigas de fundação.

As lajes são maciças porque contribuem para um melhor contraventamento de toda a construção para as ações horizontais, como também têm um melhor comportamento em

relação às deformações, reduzindo assim os riscos de fissuração das alvenarias que nelas apoiam.

A cobertura é em placas de fibrocimento com aplicação de telha formando caixa-de-ar sobre a laje de esteira do último piso e onde se alojam as tubagens e condutas do aquecimento e ventilação.

Exteriormente, as fachadas dos edifícios são revestidas por reboco tradicional, que posteriormente foi pintado. Em redor das fachadas têm um soco de pedra calcária da região.

3.1.5. Edifício F

O edifício F tem grande desenvolvimento em planta apresentando uma forma volumétrica que articula dois paralelepípedos e metade de um cilindro, conforme se pode ver na perspetiva da Figura 41.

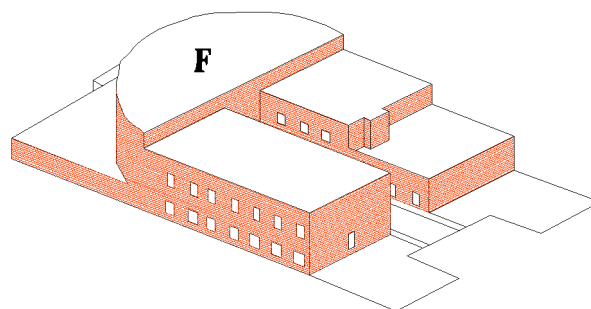


Figura 41 – Perspetiva do edifício F

Este edifício possui um corpo estrutural único, sendo formado numa parte em dois pisos e noutra em piso único com pé-direito duplo (sala de exposições).

Nas Figuras 42 e 43 observam-se as plantas do edifício em forma de U, são compostas pelo piso do rés-do-chão e do andar, respetivamente.

O edifício F é formado por uma estrutura de betão armado, constituído por pórticos orientados em duas direções ortogonais. Os materiais utilizados foram betão tipo B30, o aço A400 e as armaduras em malha eletrosoldada A500.

As fundações são diretas compostas por sapatas e vigas de fundação.

Nas zonas de dois pisos a laje é fungiforme com espessura de 0,30m, nas zonas de um só piso a laje é aligeirada de vigotas de betão pré-esforçado e abobadilhas cerâmicas.

De acordo com memória descritiva e justificativa do projeto, as paredes exteriores são duplas sendo que o pano exterior é em tijolo face-à-vista e o pano interior é em tijolo cerâmico.

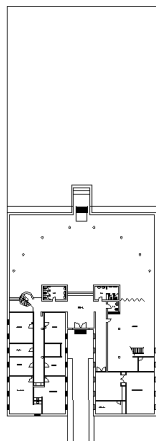


Figura 42 – Planta do rés-do-chão do edifício F

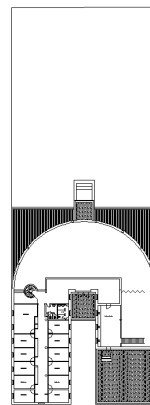


Figura 43 – Planta do 1º andar do edifício F

Devido à falta de informação e pormenorização da cobertura não é possível descrever a sua constituição.

3.1.6. Edifícios G, H, I, J e L

Os edifícios G, H, I, J e L são semelhantes entre si. Todos apresentam planta retangular com comprimento muito superior à largura.

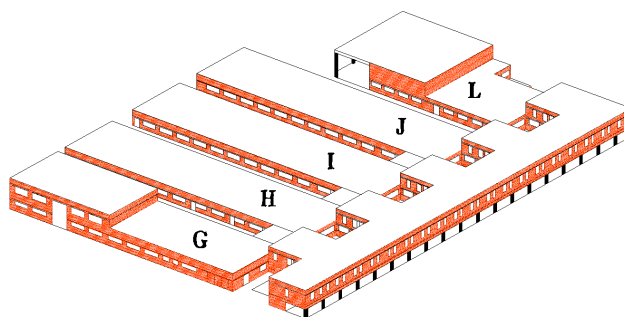


Figura 44 – Perspetiva dos edifícios G, H, I, J e L

Os edifícios laterais G e L diferem um pouco.

Os edifícios G e H foram construídos por fases. A primeira fase refere-se à de construção dos laboratórios. Mais tarde ocorreu a segunda fase de ampliação e conclusão. Nesta última fase foram integralmente construídos os edifícios I, J e L mantendo as características arquitetónicas dos edifícios já construídos e respeitando o alinhamento do bloco G.



Figura 45 – Planta do rés-do-chão dos edifícios G, H, I, J e L

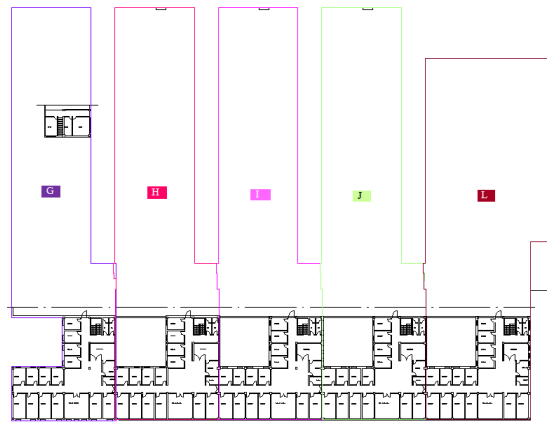


Figura 46 – Planta do 1º andar dos edifícios G, H, I, J e L

Estes blocos são constituídos por um piso térreo, com dimensões $73 \times 19 \text{ m}^2$, destinado a laboratórios e salas de aula e um piso elevado para gabinetes de docentes, secretarias e salas de reuniões.

A estrutura é em betão armado, constituída por pórticos. De acordo com mapa de quantidades os materiais utilizados foram o betão C25/30, aço A400NR e malha electrosoldada (A500) em sapatas, vigas e lintéis, lajes maciças e reforços, platibandas e pilares.

As paredes periféricas em contacto direto com o solo foram impermeabilizadas com uma emulsão betuminosa do tipo “Flintkote”.

As paredes exteriores são constituídas por alvenaria de tijolo com pano duplo, sendo o pano interior em tijolo furado $30 \times 20 \times 15 \text{ cm}^3$ e o pano exterior em tijolo face-à-vista de $22 \times 10,5 \times 7 \text{ cm}^3$, com caixa-de-ar de 0,09 m onde foi colocado isolamento térmico constituído por placas de poliestireno extrudido com 0,03 m de espessura. Inclui também

uma calreira de fundo e drenos. Todas as fachadas exteriores dos edifícios são revestidas com tijolo face-à-vista.

A cobertura foi executada em chapa de zinco do tipo “Promosol 1001 TS” (com isolamento e chapa dupla) de cor cinza, assente em sarrafões de madeira de pinho, fixados à betonilha de proteção (0.05m) do isolamento, constituído por uma camada de forma em betão de argila expandida, um feltro do tipo “Mofibe” de 1.8 kg/m^2 (barreira anti-vapor) e uma tela de polietileno.

3.1.7. Edifício M e N

Os edifícios M e N são idênticos em termos de características arquitetónicas. Possuem um único piso e têm as dimensões de $30,5 \times 12,5 \text{ m}^2$. Foram os primeiros edifícios a serem construídos. Exteriormente, as fachadas são em tijolo face-à-vista.

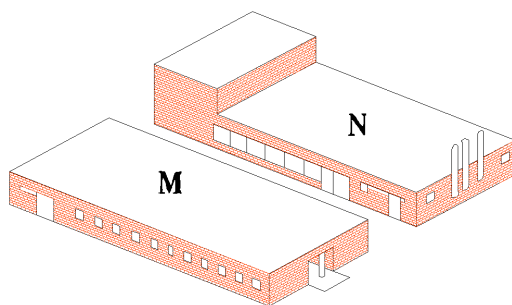


Figura 47 – Perspetiva dos edifícios M e N

As Figuras 48 e 49 ilustram-se as plantas e a disposição dos vários compartimentos dos edifícios.

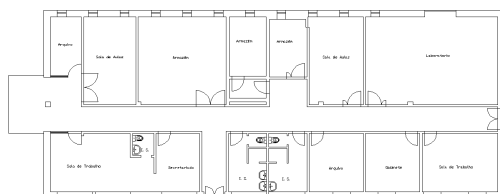


Figura 48 – Planta do rés-do-chão do edifício M

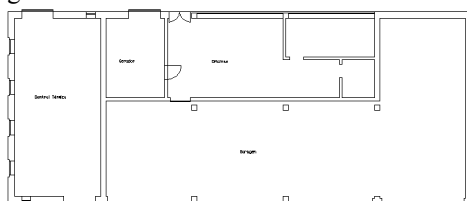


Figura 49 – Planta do rés-do-chão do edifício N

Relativamente a estes edifícios também é escassa informação técnica, não sendo possível descrever alguns pormenores que seriam importantes, tais como constituição das paredes, pavimentos e coberturas.

3.1.8. Edifício O

O edifício O desenvolve-se em forma de L. Este edifício é constituído por uma pequena cave, um piso ao nível do rés-do-chão e um piso elevado. No seu exterior existe um pequeno jardim.

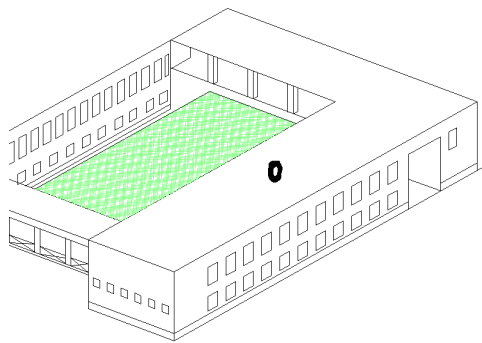


Figura 50 – Perspetiva do edifício O

Nas figuras seguintes ilustram-se as plantas do edifício O.

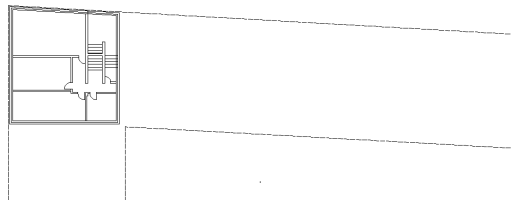


Figura 51 – Planta da cave do edifício O

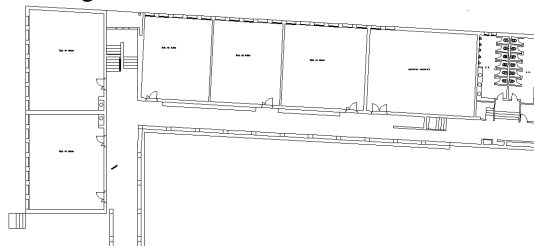


Figura 52 – Planta do rés-do-chão do edifício O

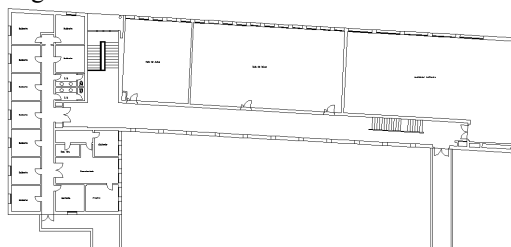


Figura 53 – Planta do 1º andar do edifício O

Não existe informação técnica sobre este edifício. Verifica-se que as paredes exteriores são revestidas com um sistema de isolamento térmico pelo exterior, ETICS.

3.1.9. Edifício Q

O edifício Q apresenta forma retangular com dimensão em planta de 38,80x12,10 m². Este edifício é constituído por uma ampla cave, e dois pisos acima da cota de soleira.

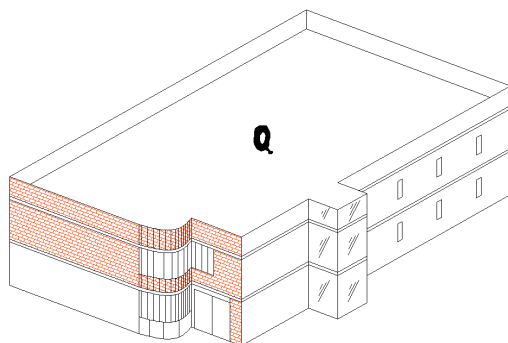


Figura 54 – Perspetiva do edifício Q

As Figuras 55, 56 e 57 ilustram as plantas dos pisos deste edifício.

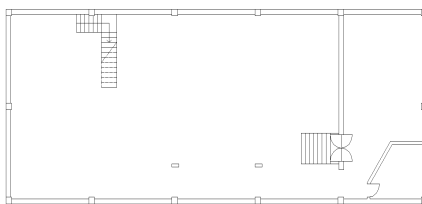


Figura 55 – Planta da cave do edifício Q

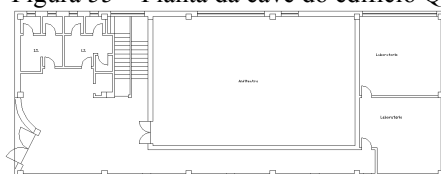


Figura 56 – Planta do rés-do-chão do edifício Q

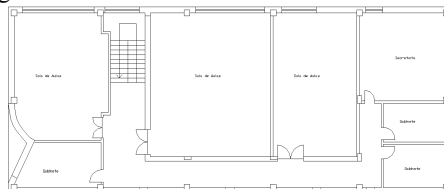


Figura 57 – Planta do 1º andar do edifício Q

O edifício é composto por uma estrutura formada por pórticos de betão armado, orientados em duas direções ortogonais, formada por um conjunto de pilares, vigas, lajes maciças (no teto da cave e rés-do-chão), lajes aligeiradas de vigotas pré-esforçadas e abobadilhas (no teto do 1º andar) e escadas maciças de betão armado.

Periféricamente as sapatas estão ligadas por vigas de fundação que definem o embasamento do edifício tendo sido introduzidas vigas interiores de contraventamento.

De acordo com a memória descritiva e justificativa e caderno de encargos, os materiais utilizados na estrutura de betão armado, pilares, vigas, lajes foram o betão B30 e o aço A400. Nas lajes aligeiradas, utilizou-se malha eletrossoldada A500.

As alvenarias exteriores são de dois tipos: dupla com caixa-de-ar, com um pano de parede exterior de alvenaria de tijolo de face à vista com $22 \times 10,5 \times 7 \text{ cm}^3$ e um pano interior de parede em tijolo furado com $30 \times 20 \times 15 \text{ cm}^3$, ou dupla em tijolo furado de $30 \times 20 \times 11 \text{ cm}^3$ e $30 \times 20 \times 15 \text{ cm}^3$, rebocadas pela face exterior.

Foram aplicadas placas de aglomerado negro de cortiça de 5cm de espessura na face exterior do pano interior, depois de executado um reboco de regularização. A face do aglomerado negro foi protegida com duas demãos de um produto betuminoso. A caixa-de-ar apresenta orifícios de ventilação na zona inferior, materializados através de juntas não argamassadas dos tijolos face-à-vista.

A estrutura da cobertura do edifício é em betão armado, revestida com tela asfáltica sobre a qual assentam placas de poliestireno extrudido. Sobre as placas foi executada uma betonilha armada com rede de fibra de vidro. Na parte superior existem safarros de madeira que servem para o assentamento de chapas de fibrocimento, que foram impregnadas com asfalto, sobre as quais assentam as telhas cerâmicas tipo Lusa.

3.1.10. Edifício da Cantina

O edifício da cantina tem planta retangular possuindo dimensão $25 \times 30 \text{ m}^2$. Este edifício possui dois pisos acima da cota de soleira.

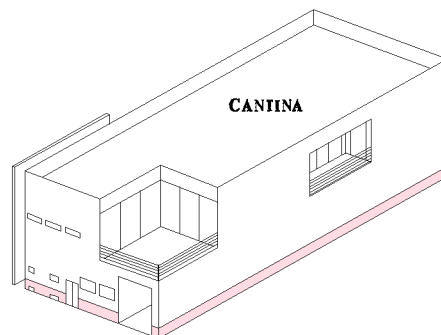


Figura 58 – Perspetiva do edifício da Cantina

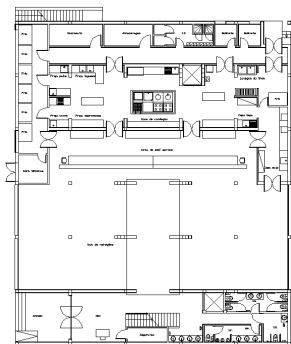


Figura 59 – Planta do rés-do-chão do edifício da Cantina

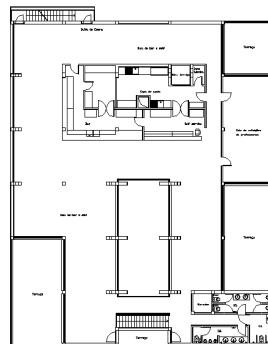
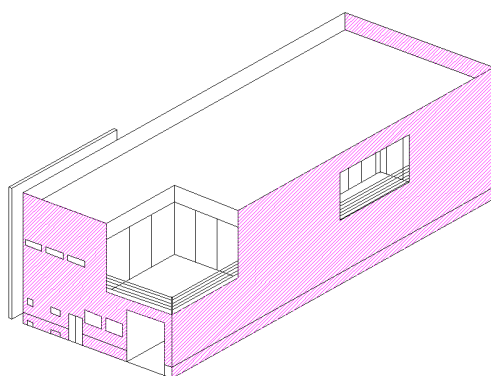


Figura 60 – Planta do 1º andar do edifício da Cantina

De acordo com o mapa de trabalhos verifica-se que a estrutura do edifício é de betão armado. Todo o conjunto de elementos estruturais tipo lintéis de fundação, sapatas, pilares, vigas, lajes maciças e escada interior são de betão da classe C20/25, armado com aço A400 E.

As alvenarias exteriores são duplas constituídas por tijolos furados de $30 \times 20 \times 11 \text{ cm}^3$ e $30 \times 20 \times 11 \text{ cm}^3$, caixa-de-ar preenchida com isolamento térmico de poliestireno extrudido do tipo “wallmate”, com 0,04m de espessura.

Algumas fachadas do edifício foram revestidas com um sistema de isolamento térmico pelo exterior, (ETICS) e noutras foi aplicado um reboco projetado.



■ Aplicação do sistema de isolamento térmico pelo exterior em algumas paredes do Edifício da Cantina

Figura 61 – Localização de ETICS nas fachadas da Cantina

A cobertura é plana, sendo constituída por uma camada de forma, emulsão betuminosa tipo “Imperkote F”, uma membrana de betume polímero APP de 3 kg/m^2 , com armadura de fibra de vidro, uma membrana de betume polímero APP de 4 kg/m^2 , armada com armadura de poliéster, isolamento térmico tipo roofmate SL 40mm e um feltro geotêxtil.

CAPÍTULO IV – Considerações Gerais sobre os Tipos de Revestimentos Exteriores dos Edifícios do IPT

4.1. Introdução

No presente capítulo faz-se a identificação e uma caracterização geral sobre os tipos de revestimentos exteriores dos edifícios que compõem o Campus do IPT.

Como se referiu os projetos destes edifícios tiveram diferentes autores e os edifícios foram executados em fases distintas. Como consequência existem diferentes tipos de revestimentos exteriores.

Os tipos de revestimentos exteriores que predominam são: paredes exteriores em tijolo face-à-vista, paredes exteriores revestidas com sistema de isolamento térmico pelo exterior (ETICS), paredes exteriores revestidas com reboco tradicional e paredes exteriores revestidas com placas de pedra aplicadas por colagem.

4.2. Edifícios com paredes exteriores em alvenaria de tijolo face-à-vista

A utilização de tijolo face-à-vista em Portugal está quase sempre associada a construções de qualidade superior e é considerada uma mais valia em termos de durabilidade e aspeto, quando bem executado. [5]

Este tipo de revestimento é utilizado de forma diversa e com diferentes níveis de qualidade em edifícios de todos os tipos, desde os edifícios públicos ou de serviços até à habitação coletiva de mais baixo custo.

Neste caso interessa reafirmar o papel do tijolo face-à-vista em paredes de fachada com desempenho superior, avaliado segundo as diferentes exigências funcionais.

Para satisfazer estas condições, a execução destas paredes deve ser realizada por operários especializados, de acordo com a tecnologia mais adequada, seguindo um projeto devidamente detalhado.

Neste caso, o projeto é uma peça fulcral. Deve determinar o aspeto final da parede definindo o seu aparelho, a espessura, o acabamento das juntas, a distribuição da cor do tijolo e os remates, entre outros aspetos. Também deverá descrever as condições de apoio na estrutura, a drenagem da caixa-de-ar, os remates na caixilharia e nas caixas de estore e

as características do tijolo a empregar como por exemplo a resistência ao gelo, baixo teor de sais solúveis e reduzida expansividade. [5]

4.2.1. Aspectos construtivos importantes a atender na execução de paredes de tijolo face-à-vista

Antes de se iniciar a execução de uma parede de alvenaria em tijolo face-à-vista, é necessário realizar diversas verificações preliminares, nomeadamente:

- Verificar aspetos da estrutura como a geometria, o desempenho e os alinhamentos;
- Verificar a necessidade de reparação pontual da estrutura e se decorreram pelo menos três dias após a eventual reparação;
- Verificar a limpeza e nivelamento dos pavimentos;
- Verificar se estão implementadas as medidas de segurança coletivas necessárias à execução das alvenarias;
- Verificar se foram executadas todas as tarefas antecedentes, previstas no plano da obra.

A estas tarefas preliminares sucede a execução da alvenaria propriamente dita, que compreende três etapas principais:

- Marcação e execução da 1ª fiada;
- Elevação da parede;
- Fecho da parede.

Estas tarefas devem ser intercaladas com diversos procedimentos de verificação e controlo. Para o caso de paramentos com grande desenvolvimento, em comprimento e/ou altura, deve-se optar pela aplicação de cantoneiras de apoio metálicas, fixas à superestrutura Figura 62.

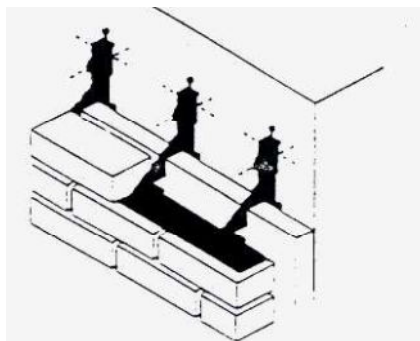


Figura 62 – Exemplo de um sistema de apoio da alvenaria [5]

O paramento de tijolo nunca deve ficar em contato com o terreno, especialmente junto a zonas ajardinadas porque os tijolos sendo porosos, absorvem facilmente água por contacto. Antes de serem assentes, os tijolos, devem ser molhados, pois se estiverem secos, absorvem parte da água da amassadura da argamassa que, em vez de adquirir a dureza necessária se torna desagregável. [5]

As paredes, sobretudo as exteriores, estão sujeitas a várias ações, nomeadamente retração por cura da argamassa, a variações provocadas pela humidade, a deformações devidas a variação térmica e a assentamentos de apoio, que lhes provocam deformação e variações dimensionais. Assim é necessário prever determinadas juntas que têm diferentes funções:

- *Juntas de retração* - “cortam” apenas a parede, têm menores afastamentos entre si e localizam-se correntemente nas mudanças de espessura, num ou nos dois lados de uma abertura ou são coincidentes com as variações em planta do edifício. A sua espessura é normalmente igual ou superior a 1 cm, podendo ser direita ou dentada.
- *Juntas de dilatação* - são necessárias para edifícios com maior desenvolvimento e atravessam todo o edifício. Podem ser aconselhadas quando há variações de secção em planta ou em altura. A sua espessura é normalmente superior a 1,5 cm.
- *Juntas de assentamento* - são realizadas a partir da argamassa de assentamento dos tijolos. Devem ficar totalmente preenchidas com argamassa durante a aplicação das fiadas e serão deixadas à face do tijolo, isto é, do paramento. A sua espessura final é cerca de 1 cm (figura 64). [6]

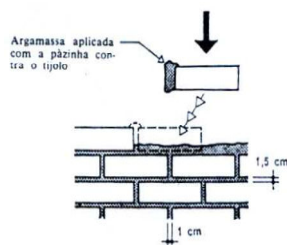


Figura 63 – Assentamento dos tijolos [5]

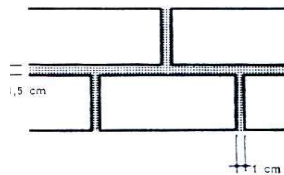


Figura 64 – Dimensão das juntas [5]

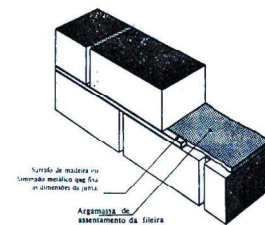


Figura 65 – Junta em parede de tijolo face-à-vista [5]

Nos tijolos face-à-vista, a regularidade das juntas obtém-se mediante aplicação de um laminado metálico (ou de um sarrafo de madeira ou de um cordão) de secção igual à da junta, que é introduzido na junta (ver Figura 65). [6]

Por vezes, para evitar arqueamentos devidos à expansão térmica ou higrométrica, as juntas horizontais podem ser armadas em forma de treliça plana em arame de aço zincado de cinco em cinco fiadas, deste modo evita-se também a ocorrência de fissuração. [7]

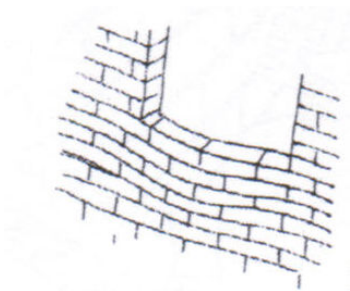


Figura 66 – Arqueamento [6]

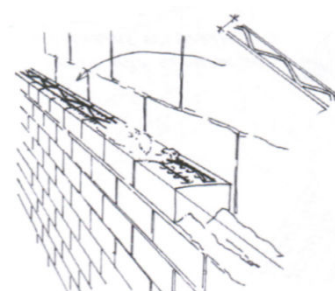


Figura 67 – Juntas horizontais armadas [6]

4.2.2. Edifícios do IPT com paredes em Tijolo Face-à-Vista

Dos edifícios que compõem o Campus do IPT, os edifícios dos Blocos A, B, F, G, H, I, J, L, M, N e parte do edifício Q apresentam as paredes exteriores em alvenaria de tijolo face-à-vista. As figuras seguintes ilustram esses edifícios.



Figura 68 – Fachadas do bloco A



Figura 69 – Fachadas do bloco B



Figura 70 – Fachadas do bloco F



Figura 71 – Fachadas do bloco G



Figura 72 – Fachada do bloco L



Figura 73 – Fachada do bloco Q

De um modo geral as paredes que constituem estes edifícios são constituídas por um pano interior de tijolo furado e um pano exterior em tijolo face-à-vista.

A Figura 74 esquematiza a constituição dessas paredes.

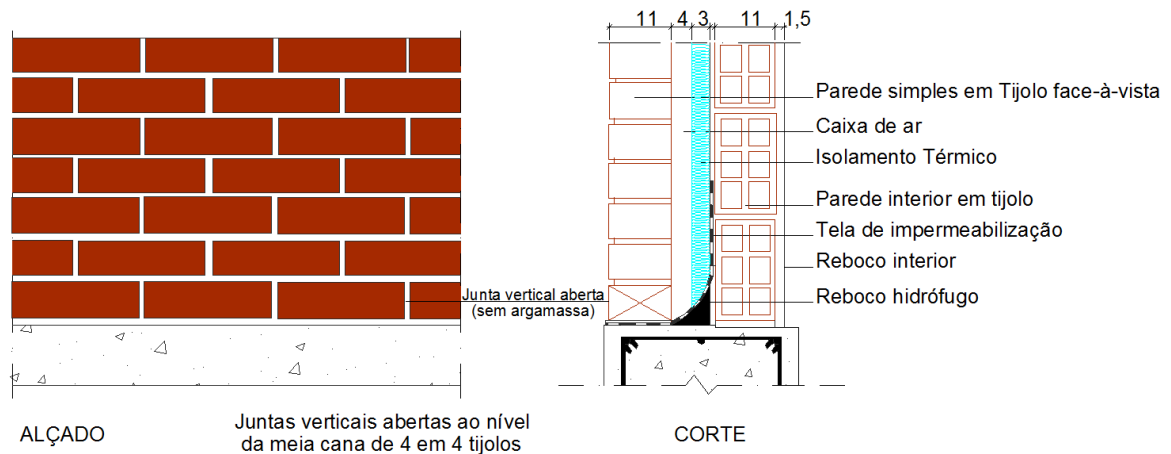


Figura 74 – Esquema da constituição das paredes em tijolo face-à-vista

4.3. Edifícios com Paredes Exteriores Revestidas com um Sistema de Isolamento Térmico pelo Exterior - ETICS

O sistema de isolamento térmico pelo exterior, designado por ETICS (External Thermal Insulation Composite System), é um sistema composto que se aplica pelo exterior dos edifícios e que cumpre duas funções essenciais:

- Proteger o edifício contra à ação dos agentes climáticos e atmosféricos, garantindo ainda um agradável aspeto estético;
- Proporcionar conforto térmico interno ao edifício, eliminando a generalidade das pontes térmicas.

Estes sistemas aplicam-se tanto em obra nova como na reabilitação de fachadas de edifícios existentes, permitindo não só melhorar o seu desempenho térmico, de modo a cumprir os requisitos definidos pelo RCCTE, como também a recuperação das condições estéticas. Possibilita ainda que os trabalhos se desenrolem totalmente no exterior sem interferência com a utilização dos espaços interiores, permitindo a ocupação dos imóveis durante as obras. [8]

De entre os vários sistemas ETICS existentes, o sistema isolamento térmico pelo exterior com placas de poliestireno expandido, revestido com argamassas sintéticas, é o tipo de sistema que mais se aplica em Portugal.

Este tipo de revestimento de fachadas tem vindo a implantar-se em Portugal, de forma gradual, sobretudo nas últimas duas décadas, e apresenta níveis de crescimento significativos. A aplicação de um ETICS exige uma abordagem específica e detalhada, uma vez que não se trata de um revestimento tradicional.

Algumas vantagens do sistema de isolamento térmico pelo exterior são: a redução das pontes térmicas; a diminuição do risco de condensações; a economia de energia devido à redução das necessidades de aquecimento e de arrefecimento do ambiente interior; a diminuição da espessura das paredes exteriores, aumentando a área habitável; a melhoria da impermeabilização das paredes; a possibilidade de alteração do aspeto das fachadas e colocação em obra sem perturbar os ocupantes dos edifícios, o que torna esta técnica de isolamento particularmente adequada na reabilitação de fachadas degradadas; e possui grande variedade de soluções de acabamento. [9]

4.3.1. Componentes de um ETICS

De um modo geral um sistema de isolamento térmico pelo exterior das fachadas integra os seguintes componentes:

- Produto de Colagem

É o produto utilizado para a preparação da cola que se destina a fixar, por aderência, o isolamento térmico ao suporte. Trata-se, geralmente, de um produto pré-preparado que pode ser fornecido: em pó, ao qual se adiciona apenas água, em pó para mistura com um determinado ligante (resina), em pasta (copolímero em dispersão), à qual se adiciona 30% em peso de cimento Portland. [10]

• Isolamento Térmico

Os tipos de isolamento térmico mais utilizados são o EPS (poliestireno expandido moldado), o XPS (poliestireno expandido extrudido), o ICB (placas de aglomerado de cortiça expandida) e a espuma de vidro celular.

Nestes sistemas o isolamento térmico é utilizado sob a forma de placas. As placas de isolamento térmico possuem espessura variável de acordo com a resistência térmica que se pretende obter. Normalmente a espessura das placas varia entre 40 e 100 mm. Em Portugal as espessuras mais comuns são da ordem de 40 mm a 60 mm.

• Camada de base

Esta camada é executada com um produto que se destina à preparação da argamassa de reboco a aplicar diretamente sobre o isolamento térmico e a armadura. De um modo geral, o produto utilizado é idêntico ao produto de colagem. [10]

• Armaduras

Para reforço do ETICS são utilizadas armaduras em todas as superfícies a revestir. A armadura utilizada é a fibra de vidro em redes tecidas ou termo-coladas, com tratamento de proteção anti-alcálico contra a agressividade dos cimentos. [10]

As redes nunca devem ser aplicadas diretamente sobre o suporte. Devem ser aplicadas entre camadas e totalmente recobertas.

Existem dois tipos de armaduras:

- as “normais” que têm como função melhorar a resistência mecânica do reboco e assegurar a sua continuidade;
- as “reforçadas” que são utilizadas como complemento das armaduras normais, para melhorar a resistência aos choques do revestimento. [11]

As redes fibra de vidro “normais” têm uma abertura da malha de $5 \times 5 \text{ mm}^2$, a gramagem desta rede é de 160 g/m^2 . As redes “reforçadas” têm abertura da malha igual às “normais” e a gramagem utilizada é de 525 g/m^2 . [12]

• Camada de Primário

A função desta camada é regular a absorção e melhorar a aderência da camada de acabamento. Alguns sistemas não incluem esta camada.

O primário consiste numa pintura opaca à base de resinas em solução aquosa, que é aplicada sobre a camada de base. É necessário que o produto seja compatível com a alcalinidade da camada de base.

• Revestimento Final

Como revestimento final é normalmente utilizado um revestimento plástico espesso (RPE). No entanto, podem ser utilizados outros revestimentos desde que convenientemente testados e especificados no documento de homologação do sistema. A camada de acabamento contribui para a proteção do sistema contra os agentes climatéricos e assegura o aspeto decorativo. [10]

O ETICS é um sistema não tradicional pelo que está sujeito a procedimentos de homologação ou às ETA (European Technical Approval) da EOTA (European Organisation for Technical Approvals). [8]

A Figura 75 exemplifica a constituição de um sistema Etics.

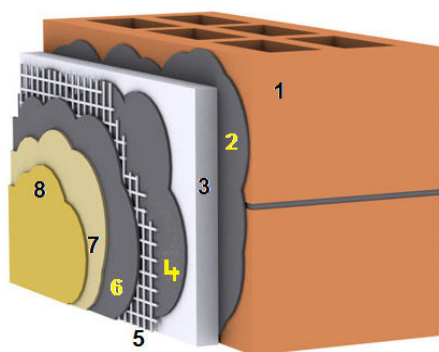


Figura 75 – Sistema de ETICS [12]

Legenda:

- 1– Suporte (alvenaria de tijolo furado)
- 2– Produto de colagem das placas isolantes
- 3– Isolante térmico
- 4– Camada de base
- 5– Armadura (rede de fibra de vidro)
- 6– Camada de base
- 7– Camada de primário
- 8– Revestimento final

4.3.2. Aplicação do sistema ETICS

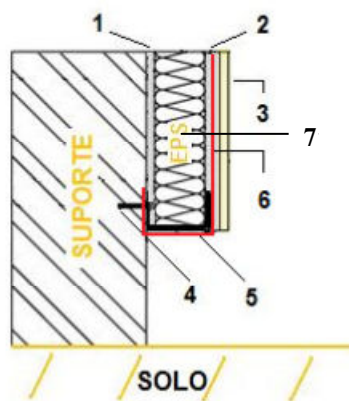
O sistema ETICS, é aplicado em paredes exteriores de edifícios novos ou existentes (reabilitação), cujos suportes podem ser constituídos por paredes de alvenaria (pedra, tijolos, blocos de betão de inertes correntes ou blocos de betão leve), paredes de painéis pré-fabricados ou paredes de betão moldado “in situ” de inertes correntes ou leves.

Existe um grande número de operações envolvidas na aplicação dos ETICS e listas extensas com a sequência correta das operações, nas recomendações técnicas dos fabricantes e em bibliografia da especialidade, existem ofertas com sugestões de detalhes construtivos de projeto para solucionar de forma coerente e eficaz os pontos singulares da construção.

De uma forma muito generalizada este tipo de sistema pode englobar uma série de operações, designadamente:

- Montagem dos andaimes e proteções individuais;
- Remoção de todos os elementos existentes na fachada que tenham de ser substituídos ou cuja posição deva ser alterada (no caso de intervenção de reabilitação);
- Preparação dos suportes que inclui a limpeza e a regularização superficial de modo a permitir a fixação mecânica dos perfis de arranque ao suporte e a perfeita colagem do isolamento;
- Montagem dos perfis de arranque do sistema no limite inferior da zona a revestir;

Os perfis de arranque devem ter a espessura adaptada às placas de isolamento térmico a utilizar. Os perfis são colocados horizontalmente no limite inferior da zona a revestir a 15 cm do solo.



Legenda:

- 1– Produto de colagem
- 2– Camada de base
- 3– Revestimento final
- 4– Fixação mecânica
- 5– Perfil de arranque
- 6– Rede fibra de vidro
- 7- Isolamento térmico

Figura 76 – Perfil de arranque onde apoia a primeira fiada de placas de isolamento [13] [14]

Para fixação dos perfis de arranque são utilizados parafusos adequados ao suporte, que deverão distar um dos outros menos de 30 cm. Deverá existir uma fixação a menos a 5 cm das extremidades.

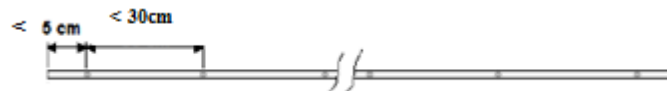


Figura 77 – Distância entre parafusos no perfil de arranque [14]

- Preparação do produto de colagem;
- Aplicação do cimento cola no isolamento térmico;
- Colocação do isolamento térmico;

As placas de isolamento são colocadas topo a topo, em fiadas horizontais a partir da base da parede, sendo o nível de referência definido pelo perfil de arranque. São dispostas com juntas desencontradas, quer em zona corrente, quer nos cunhais. As placas devem ser colocadas imediatamente após a aplicação da cola.

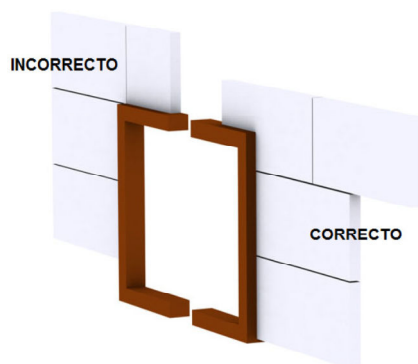
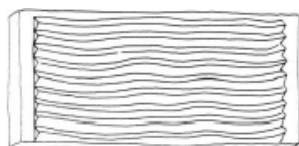


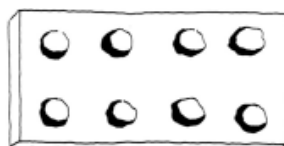
Figura 78 – Exemplo de aplicação das placas de isolamento junto a um vão [14]

- Fixação por colagem e/ou mecânica do isolamento térmico;

Há diferentes processos para a fixação das placas de isolamento térmico: por colagem, por fixação mecânica e por ambos (colagem e fixação mecânica). A Figura 79 exemplifica os modos de aplicação do produto de colagem.



Colagem contínua



Colagem por pontos



Colagem por bandas

Figura 79 – Exemplos de colagem das placas de isolamento térmico [13]

A Figura 80 exemplifica o processo de fixação mecânica.

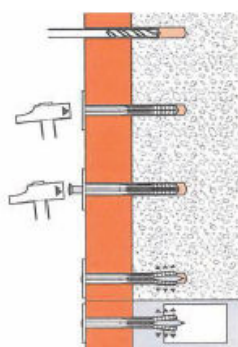


Figura 80 – Fixação mecânica [13]

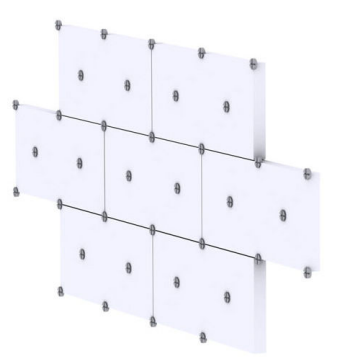


Figura 81 – Buchas de fixação [14]

Na fixação por colagem, apesar da estabilidade das placas de isolamento estar totalmente assegurada pela colagem, pode-se utilizar fixações mecânicas complementares. As fixações mecânicas destinam-se, a fixar provisoriamente as placas de isolamento até à secagem da cola ou, em caso de descolagem do sistema, a evitar a sua queda. [15]

- Lixagem de todo o isolamento térmico para regularização;
- Reforço dos pontos singulares com acessórios;

O sistema ETICS para além dos perfis de arranque anteriormente referido inclui componentes para reforço de pontos singulares, para a ligação com elementos construtivos a fim de assegurar a continuidade do sistema, tais como:

Cantoneiras de reforço nas arestas

Estas cantoneiras são colocadas em todas as arestas do sistema para uma maior proteção mecânica de pontos singulares. São aplicadas por baixo da armadura e coladas diretamente sobre o isolamento com argamassa idêntica à da camada de base.



Figura 82 – Exemplo de colocação de uma cantoneira num cunhal [13]

Reforço dos vãos

Antes da realização do barramento, é necessário reforçar os cantos dos vãos e a zona das juntas entre perfis metálicos, com faixas de armadura de fibra de vidro coladas sobre as placas de isolamento.

As figuras seguintes ilustram casos de reforço de vãos.



Figura 83 – Reforço dos cantos junto aos vãos [13]



Figura 84 – Perfil na zona da padieira [13]

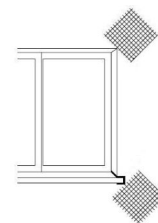


Figura 85 – Reforço da armadura no contorno dos vãos da fachada [14]

No Anexo I apresentam-se mais exemplos de pormenorização construtiva para a conceção e realização de pontos singulares.

- Aplicação da camada de base armada;

Sobre o isolamento é aplicada uma camada de base, normalmente constituída por uma argamassa de cimento modificada com resinas sintéticas, incorporando armaduras para melhoria da resistência à fendilhação e reforço da resistência aos choques.

A aplicação da primeira demão da camada de base deve ser realizada com recurso a uma talocha metálica, recobrimo as cantoneiras de proteção.

A camada de base consiste num reboco com alguns milímetros de espessura, realizado em várias passagens sobre o isolamento, de forma a permitir o completo recobrimento da armadura. Esta camada deverá ter boas características de aderência ao isolamento e a sua espessura deve ser a necessária para embeber totalmente a armadura, quer seja normal ou reforçada.

- Aplicação de rede de fibra de vidro;

Sobre a camada de base ainda fresca, estica-se a rede fibra de vidro e alisa-se a argamassa com uma talocha lisa (Figura 86), incorporando a rede na superfície da mesma. A sobreposição lateral entre tiras de 1 m da rede de fibra de vidro deve ser de pelo menos de 10 cm; [16]



Figura 86 – Embebimento da armadura na camada de base [13]

Após secagem da primeira demão da camada de base aplica-se uma nova demão, recobrimo por completo a armadura. Eventualmente pode-se aplicar um primário sobre a camada de base, por forma a melhorar a aderência da camada de acabamento.

- Aplicação da camada de acabamento final do revestimento.

4.3.3. Edifícios do IPT com Paredes Exteriores Revestidas com Sistemas de Isolamento Térmico pelo Exterior

As fachadas do edifício O (Figura 87) e algumas das paredes do edifício da Cantina (Figura 88) têm aplicado um sistema de isolamento térmico pelo exterior.

Nestes edifícios o ETICS foi aplicado sobre paredes de alvenaria e paredes de betão armado.



Figura 87 – Sistema ETICS aplicado no bloco O



Figura 88 – Sistema ETICS aplicado na Cantina

4.4. Edifícios com paredes exteriores revestidas com reboco de ligantes hidráulicos

Este tipo de revestimento é usualmente aplicado no acabamento das paredes ou tetos. O reboco confere a proteção externa às paredes, sejam elas de tijolo cerâmico ou de blocos de cimento.

O reboco tradicional é preparado no local da obra e aplicado em várias camadas. É composto por três camadas: salpisco, camada de base e camada de acabamento.

A Figura 89 ilustra a composição deste tipo de revestimento.

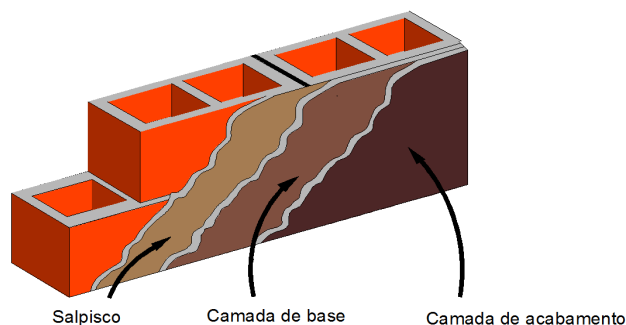


Figura 89 – Camadas do reboco tradicional

O reboco pré-doseado é uma argamassa seca, formulada a partir de ligantes hidráulicos, agregados siliciosos e adjuvantes. Trata-se de uma argamassa de construção industrial em que o doseamento e a mistura das referidas matérias-primas são realizados de forma perfeitamente controlada na fábrica.

Esta argamassa é expedida para a obra, em saco ou a granel para alimentação de silo, dependendo do volume do consumo e espaço disponível, pronta a ser misturada com água. Este tipo de argamassa pode ser aplicado manualmente ou por projeção.

Os rebocos só devem ser executados depois da colocação de peitoris e caixa de estores de portas e janelas.

São habitualmente realizados com argamassas de ligantes hidráulicos que podem ser fabricadas com cimento, cal hidráulica ou cal aérea, ou simultaneamente cimento e cal (argamassa bastarda).

Os rebocos devem conferir: - proteção no sentido de melhorar a impermeabilidade da parede contra a ação de agentes agressivos, evitando a degradação precoce das mesmas; - aumentar a durabilidade das paredes e reduzir os custos de manutenção dos edifícios; - melhorar a resistência mecânica; - aderir bem ao suporte; - conferir planura à superfície da parede; e - proporcionar suporte para pintura ou revestimentos como azulejos.

4.4.1. Aplicação do Reboco Tradicional

A aplicação de rebocos deve ser antecedida de cuidadosa limpeza da parede e de um perfeito humedecimento da mesma para garantir uma boa aderência.

O salpisco é uma camada rica em ligante, deve ser executado de modo a obter uma superfície de rugosidade uniforme, adequada e aderente, apta a receber as próximas camadas. A espessura máxima da camada de salpisco é de 5mm.

Os traços de argamassa utilizados correntemente são 1:3 (1 cimento + 3 areia amarela) ou 1:5 (1 cal hidráulica + 5 areia do rio). [17]



Figura 90 – Detalhe da aplicação do salpisco [18]

A camada de base é uma camada de argamassa utilizada para a regularização do substrato. A sua aplicação tem como finalidade tornar a face exterior das paredes impermeável obtendo-se uma superfície dura e lisa. Deve ter uma espessura entre 10 a 20 mm.

O traço de argamassa a utilizar nesta camada é 1:1:6 (1 cimento + 1 cal aérea + 6 areia do rio) ou 1:3 (1 cal hidráulica + 3 areia rio). [17]

A argamassa de acabamento é aplicada sobre a camada de base deverá ter uma espessura máxima de 5mm. A aplicação deverá ser efetuada de baixo para cima, a superfície deve ser regularizada.

Esta camada é constituída por uma argamassa ao traço 1:2:9 (1 cimento + 2 cal aérea + 9 areia) ou 1:4 (1 cal aérea + 4 de areia). [17]

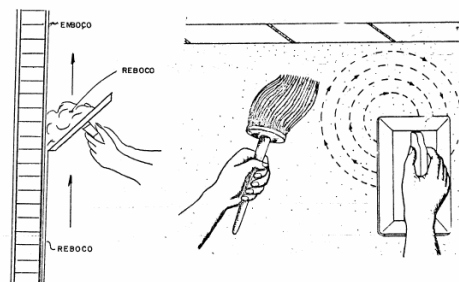


Figura 91 – Detalhe da aplicação do reboco [19]

4.4.2. Aplicação do Reboco Projetado

As argamassas pré-doseadas são vulgarmente aplicadas por projeção recorrendo a uma máquina de projetar, à qual é ligada uma mangueira flexível.

A Figura 92 mostra várias fases da aplicação de um reboco por projeção.

Posteriormente à projeção (Figura 92 a), alisa-se e aperta-se a superfície onde foi aplicado o reboco (Figura 92 b), com o auxílio de uma talocha e uma colher vai-se tornando uniforme o paramento (Figura 90 c), por fim esponja-se o reboco (Figura 90 d).

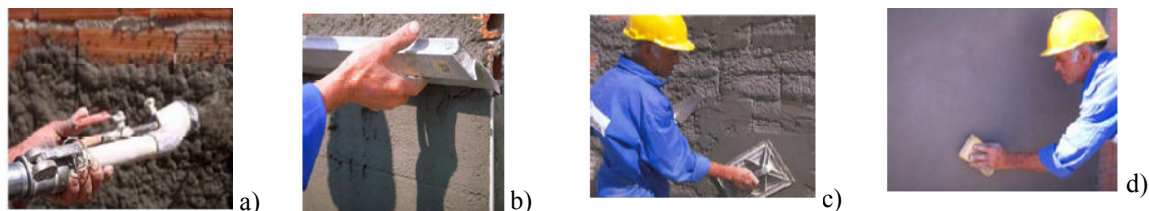


Figura 92 – Fases de aplicação do reboco projetado. a) Projeção do reboco; b) Alisamento e aperto; c) Alisamento com talocha; d) Passagem com a esponja

Esta aplicação têm a vantagem de conduzir a uma racionalização das operações e, conseqüentemente, a uma redução dos tempos de execução quando comparada com a solução tradicional de rebocos preparados em obra e aplicados em várias camadas.

O bom desempenho deste tipo de sistema de reboco não depende apenas da formulação das argamassas, mas também das condições de amassadura, quantidade de água introduzida, tipo e estado do suporte onde vai ser aplicada, espessura da camada, condições de aplicação e cura (relativas ao ambiente e a aspetos técnicos e humanos). [20]

4.4.3. Edifícios do IPT com Paredes Exteriores Rebocadas

Em alguns edifícios do IPT foram aplicados rebocos tradicionais e rebocos com argamassa pré doseada aplicados por projeção.

Nas paredes exteriores dos edifícios Q, D e E (residências) foi aplicado reboco tradicional. Nas fachadas do edifício da cantina foi aplicado reboco projetado.



Figura 93 – Reboco tradicional aplicado no edifício Q



Figura 94 – Reboco tradicional aplicado nos edifícios D e E



Figura 95 – Reboco projetado aplicado em parte do edifício da cantina

4.5. Edifícios com Paredes Exteriores Revestidas com Placas de Pedra

A pedra natural está associada a uma imagem de elevada qualidade. A sua utilização é cada vez maior tanto em áreas residenciais como em grandes áreas comerciais. As pedras naturais valorizam a estética dos empreendimentos e tem vida útil elevada. É importante ter um critério rigoroso na escolha da pedra, devido às dilatações e contrações provocadas pelo clima que podem provocar fissuras em algumas pedras. [21] Essa escolha é muitas vezes condicionada devido a razões de estética, a características físicas da rocha e sua resposta às diversas solicitações, a fatores económicos e aspetos geográficos.

As pedras utilizadas usualmente em revestimentos exteriores são fundamentalmente os granitos, os mármore, os calcários, os xistos e os basaltos.

O acabamento superficial das placas de pedra pode ser de diversos tipos, consoante a natureza da pedra, a utilização futura e necessariamente considerações estéticas. Assim poderemos ter pedras com acabamento bruto, obtido pela fendilhação da rocha, acabamento serrado, obtido pelo corte da pedra, ou com acabamentos tratados, como o amaciado, o polido, o bujardado ou o flamejado. [22]

As placas de pedra são geralmente de forma retangular, embora possam apresentar outras formas, possuem várias espessuras e dimensões variáveis. No entanto as placas de pedras devem ter a área média de $0,30 \text{ m}^2$, isto é, a colocação de cerca de 3 placas por m^2 de superfície de parede. [22]

As placas de pedra têm fundamentalmente funções decorativas contribuindo também para a impermeabilização da parede, constituindo a primeira barreira à penetração da água, e para resistência aos choques da parede.

4.5.1. Métodos de fixação de Placas de Pedra

Atualmente existem métodos de fixação diretos e indiretos para aplicação de pedra natural em fachadas. Em Portugal os sistemas mais utilizados consistem no sistema direto mais conhecido por “colagem” das pedras à superfície do edifício, e no sistema indireto através de dispositivos metálicos pontuais (grampos, agrafos e gatos).

O sistema direto tem algumas desvantagens, sobretudo devido a incompatibilidade entre o elemento de revestimento e a base de suporte, problemas potenciados pelas variações térmicas e higrométricas resultando no descolamento das placas de revestimento e no aparecimento de manchas nas pedras.

Estas situações levam a que tendencialmente se evolua, sempre que possível, para a utilização de métodos indiretos para fixar as placas de pedra. [23]

A Figura 96 ilustra o método de fixação direto.

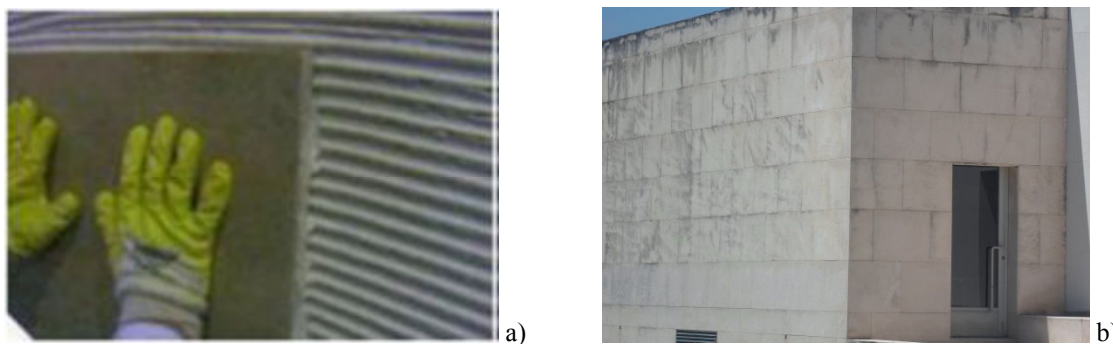


Figura 96 – Método do sistema de fixação direto. a) Aplicação fixação direta em obra [23]; b) Aspecto final da fixação direta

Os sistemas de fixação indireta são compostos por ancoragens metálicas devendo ter resistência à corrosão e não deverão estar associados a metais que originam a formação de

processos eletrolíticos. A escolha do aço inoxidável é o mais comum, sendo constituído por percentagens de ferro, crómio e níquel. [23]

A Figura 97 ilustra o método de fixação indireto.

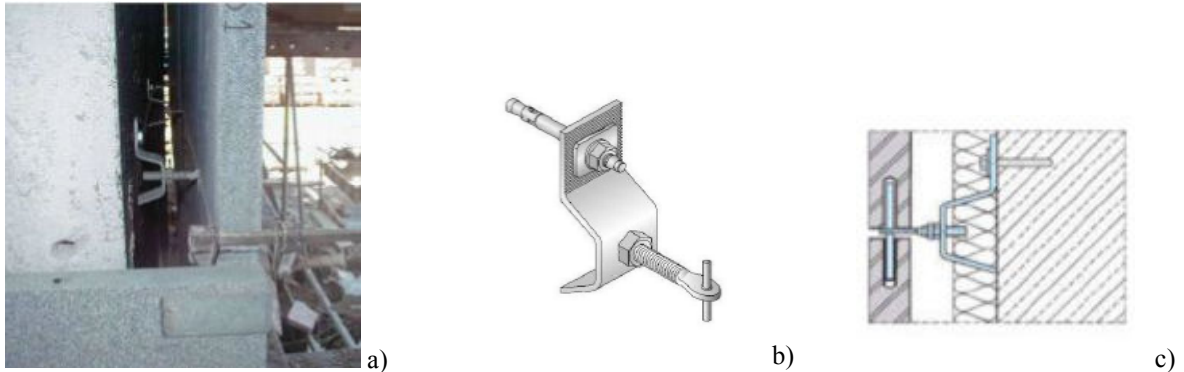


Figura 97 – Método do sistema de fixação indireto [23]. a) Aplicação de fixação indireta em obra; b) Acessório metálico; c) Aplicação do acessório

4.5.2. Processo de Execução de Aplicação de Placas de Pedra Colada

Descrever-se-á apenas o sistema de fixação direto pois a biblioteca do Instituto Politécnico de Tomar possui este sistema.

Antes da aplicação do revestimento de placas de pedra, o suporte deve ser previamente preparado. O suporte deve possuir um revestimento à base de ligantes hidráulicos, podendo ser executado a partir de argamassas pré-doseadas ou de argamassas preparadas em obra, que utilizam, em geral, areia da própria região onde se situa a obra. Pode ser constituído por duas ou três camadas – salpisco, camada de base (uma ou eventualmente duas camadas) e camada de acabamento, neste caso as placas de pedra.

Os suportes devem estar isentos de poeiras, descofrantes, matérias desagregadas ou instáveis, eflorescências, bem como de qualquer tipo de diminuição às normais condições de aderência. [24]

Após a planeza e verticalidade da parede a fase seguinte consiste em marcar as linhas mestras de orientação e ensaiar a estereotomia, retificando-as em função das medidas conferidas no local de modo a simular o ambiente pretendido.

Depois aplica-se a argamassa (cimento cola) no suporte vertical.

A aplicação da argamassa no suporte deve ser feita com espátula de dentes dimensionados de modo a garantir a espessura adequada ao correto nivelamento das placas de pedra (ver Figura 98).

Deve-se garantir que o reverso das placas de pedra estejam perfeitamente limpas.

Segue-se a colagem do reverso das placas de pedra de modo a garantir o contacto total do suporte com as placas (Figura 99).



Figura 98 – Aplicação do cimento cola na parede, com talocha denteada [24]



Figura 99 – Colocação do revestimento [24]

As placas de pedra devem ser batidas de modo a evitar cantos levantados e para que as pedras penetrem mais ou menos na argamassa. Este batimento deve ser suave e realizado com um maço de borracha. [6]

A aplicação das pedras deve ser feita de baixo para cima e de um lado para o outro da parede tendo o cuidado de deixar sempre juntas entre as pedras. Depois de aplicadas as placas de pedra, as juntas devem ser limpas do excesso de argamassa. [24]

A criação de juntas permite a absorção de movimentos dilatométricos e impedem que as placas de pedra entrem em compressão entre si, o que inevitavelmente conduziria a descolamentos. [22]

A Figura 100 apresenta um pormenor tipo da constituição de uma parede exterior revestida com placas de pedra colada.

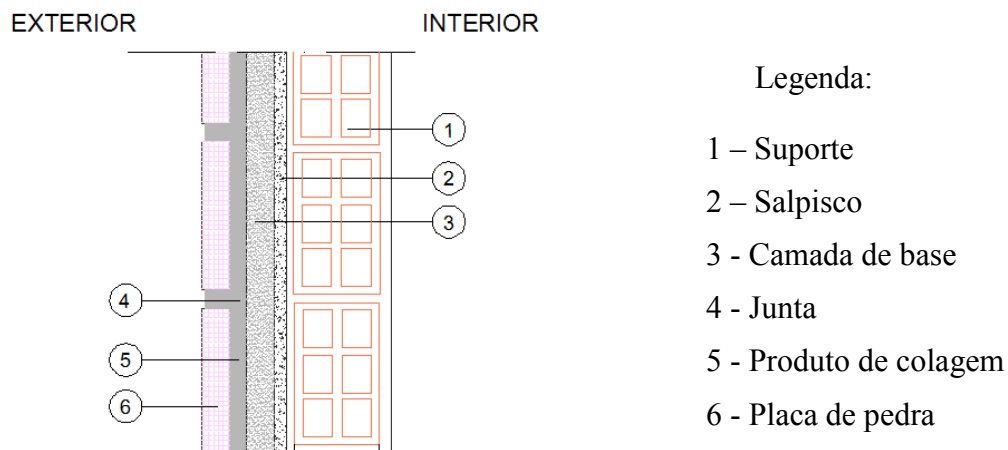


Figura 100 – Pormenor de constituição de uma parede revestida com placas de pedra colada

4.5.3. Edifícios do IPT com Paredes Exteriores Revestidas com Placas de Pedra Coladas

No campus do IPT, o edifício C, mais concretamente a biblioteca é o único que apresenta a parede exterior revestida com placas de pedra colada.



Figura 101 – Placas de pedra colada aplicadas na biblioteca

CAPÍTULO V – Anomalias observadas nos Revestimentos das Paredes Exteriores dos Edifícios do IPT

5.1. Anomalias em paredes de tijolo face-à-vista

As fachadas em tijolo face-à-vista dos edifícios do IPT apresentam várias anomalias de que se destacam.

5.1.1. Fendilhação

A fendilhação oblíqua ou em escada verifica-se junto de vãos de janelas, (Figura 102 a) e em juntas de dilatação das fachadas (figura 102 b).

A fendilhação vertical (Figura 103) observa-se em zonas junto aos cunhais. A fendilhação possui uma geometria característica de fendas de corte.

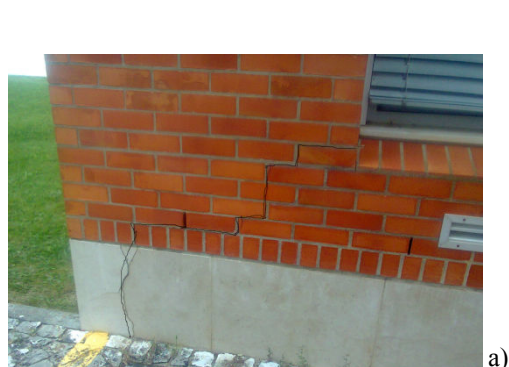


Figura 102 – Fendilhação oblíqua ou em escada

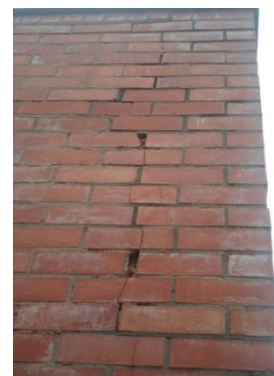


Figura 103 – Fendilhação vertical

5.1.2. Esmagamento do revestimento

O esmagamento do tijolo face-à-vista verifica-se principalmente na verga de um vão favorecendo a fissuração horizontal (ver Figura 104 a).

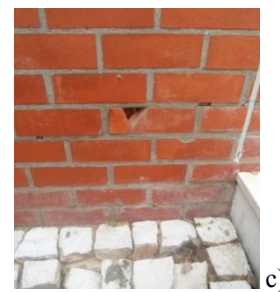


Figura 104 – Exemplos de esmagamento do tijolo face-à-vista

Na Figura 104 b) ilustra-se o esmagamento da alvenaria, na parte superior de uma platibanda, junto de uma junta de dilatação/contração.

Outra anomalia identificada foi o lascamento e esmagamento de parte do tijolo face-à-vista localizado na zona inferior de um vão de escadas (ver Figura 104 c).

5.1.3. Destacamento do revestimento

Nas zonas dos elementos de betão armado o destacamento das forras cerâmicas é bastante evidente (Figura 105). Este destacamento corresponde ao descolamento entre o recobrimento cerâmico e os elementos estruturais (vigas, pilares e platibandas) é uma situação característica de fenómenos de retração ou de contração/dilatação diferencial.

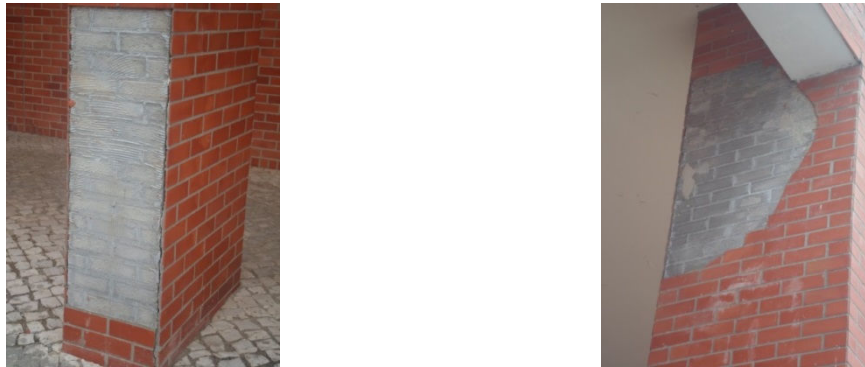


Figura 105 – Destacamento do tijolo face-à-vista em pilares

5.1.4. Manchas de humidade

Nas fachadas com revestimentos de tijolo face-à-vista são visíveis manchas de humidade. As figuras seguintes ilustram manchas de humidade existentes no revestimento exterior da fachada do edifício J (Figura 106 a) e no revestimento de um pilar de betão armado (Figura 106 b).

Na zona destas manchas o material cerâmico apresenta diferentes tonalidades.

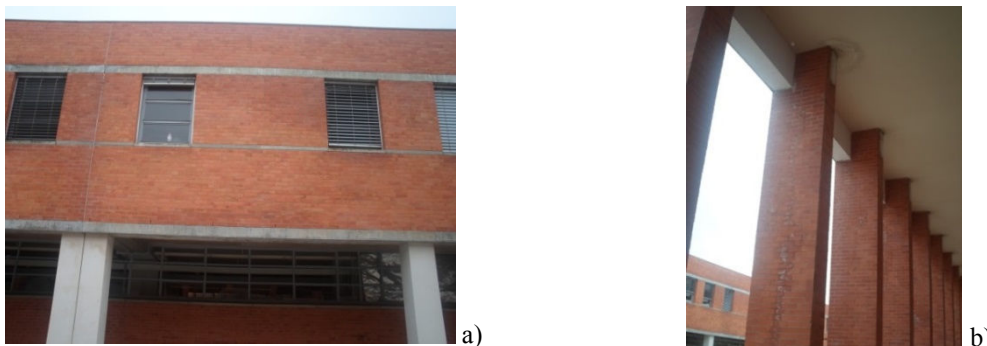


Figura 106 – Manchas de humidade em tijolo face-à-vista

5.1.5. Desprendimento pontual

Verificam-se casos de desprendimento pontual do tijolo face-à-vista em algumas fachadas dos edifícios, nomeadamente junto a juntas de dilatação.

Na Figura 107 a) verifica-se o desprendimento parcial do tijolo manifestado pela sua saliência relativamente ao plano da parede.

Na Figura 107 b) observa-se a falta de uma peça cerâmica do revestimento da fachada.

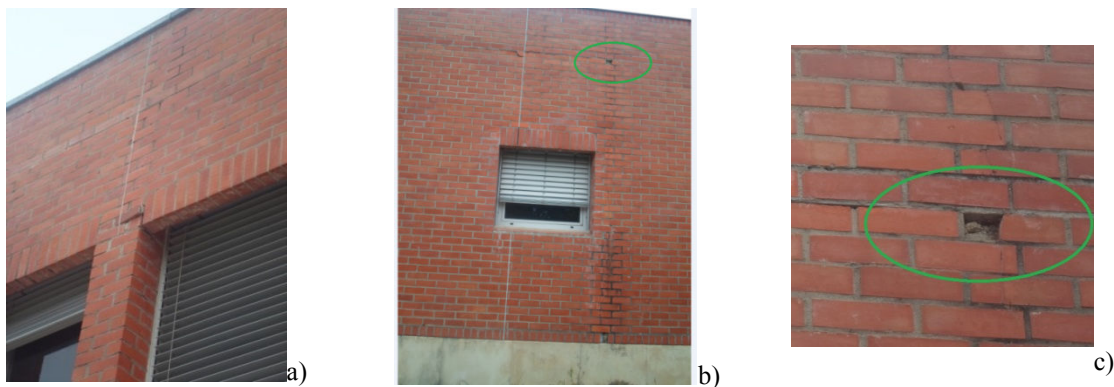


Figura 107 – Desprendimento do tijolo face-à-vista junto a juntas de dilatação

5.1.6. Eflorescências

As eflorescências são manchas brancas, resultantes de sais solúveis. São visíveis nos elementos cerâmicos em várias zonas do pano exterior das fachadas, principalmente nos edifícios A, B e em elementos estruturais.

Na Figura 108 observa-se o efeito desta anomalia no revestimento.



Figura 108 – Eflorescências visíveis nas fachadas dos edifícios

5.1.7. Intervenções realizadas anteriormente em paramento com tijolo face-à-vista

Os edifícios A e F apresentavam, poucos anos após a sua construção, anomalias relevantes sendo necessárias obras de intervenção de forma a melhorar o seu desempenho.

Ambos os edifícios necessitaram de intervenção nas paredes exteriores. As anomalias do edifício A foram diagnosticadas e corrigidas em 2004, o edifício F foi também intervencionado no mesmo ano.

5.1.7.1. Anomalias existentes

Relativamente ao bloco A, antes da intervenção realizada, as principais anomalias identificadas nas paredes exteriores dos edifícios, que puseram em causa as condições de segurança das paredes e a sua estanquidade foram. [25]

- Fendilhação

- Fendilhação vertical dos nembos entre janelas, no 1º piso das fachadas Norte e Sul. Esta fendilhação ocorreu em zonas de mudança de plano dos elementos de revestimento do pano exterior (ver Figura 109);

- Fendilhação vertical nas zonas sobrejacentes aos tubos de queda, embebidos nos panos exteriores das paredes exteriores, com esmagamento localizado e destaque do material, e nas mudanças de plano das paredes (ver Figura 110);

- Fendilhação oblíqua ou em escada, junto de cunhais, em zonas de extremidade da estrutura e em juntas de dilatação das fachadas Poente e Norte (ver Figura 111);

- Fendilhação vertical na ligação das vergas armadas às paredes, nas zonas de apoio. As fendas eram quase verticais e pareciam devidas a fenómenos de corte.

A dimensão do vão e a carga a que estavam sujeitas fez com que apresentassem deformação excessiva.

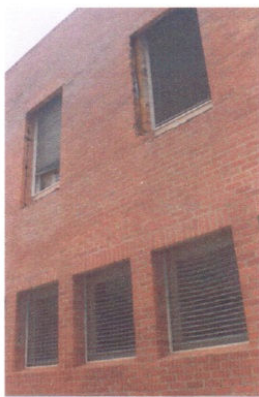


Figura 109 – Fendilhação vertical nos nembos das janelas [25]



Figura 110 – Fendilhação vertical junto a tubos de queda [25]



Figura 111 – Fendilhação oblíqua junto de cunhais [25]

- Manchas de humidade

- Eflorescências

- Desprendimento do revestimento

Destacamento do tijolo face-à-vista nas zonas dos elementos de betão, mais concretamente das platibandas e dos pilares.



Figura 112 – Desprendimento do tijolo face-à-vista em platibandas [25]



Figura 113 – Desprendimento do tijolo face-à-vista em pilares [25]

No que se refere ao bloco F a patologia observável nas paredes exteriores foi fundamentalmente.

- Fendilhação na zona de cunhal

Fendilhação oblíqua, junto ao cunhal, com espessura e profundidade significativa.

Esta anomalia foi localizada na fachada do edifício F orientada a Poente, conforme Figura 114.

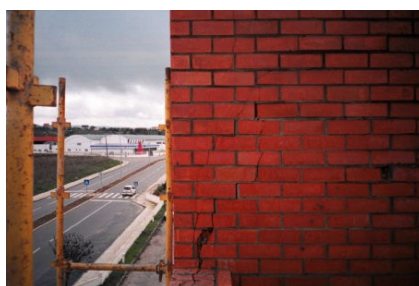


Figura 114 – Fissura em zona de cunhal [26]

5.7.1.2. Diagnóstico das causas das patologias

As possíveis causas da fissuração das paredes exteriores do edifício A e do edifício F deveu-se aos fatores enumerados no ponto 1.

No ponto 2, referem-se algumas das causas que deram origem à fendilhação vertical junto a tubos de queda e ao desprendimento do revestimento do edifício A.

1. Restrições às variações dimensionais

- relacionadas com o efeito térmico: variações de temperatura nos panos mais expostos;

- relacionadas com o efeito da humidade: variação do teor de água, que produz expansão nos tijolos que apresentaram valores elevados de expansão devida à humidade.

2. Concentrações de tensões

- devidas a alterações da seção da parede e a tubagens, as quais deram origem a elevados esforços de compressão nos nembos;
- resultantes do peso próprio da parede ou de vergas, em virtude da falta de apoio a estabelecer ao nível dos pisos superiores; com a transmissão de esforços da estrutura para a alvenaria (vigas) e problemas relacionados com o tipo e comportamento do elemento de ligação (pilares);
- compressões excessivas: efeito da retração do betão transmitida pelos panos de alvenaria e pela tijoleira de revestimento.

Um dos principais problemas parece decorrer da conceção da solução para a alvenaria de tijolo face-à-vista. Verificando-se a existência de panos muito extensos, com juntas de movimento de largura insuficiente e muito afastadas. Isto denotou-se pela existência de fendas que surgiam em substituição das juntas que deveriam existir e pelo esmagamento de vedantes das juntas.

Panos de alvenaria de grande extensão, os quais se encontravam mais sensíveis ao efeito das variações térmicas e sofriam maiores dilatações ou contrações. Além disso introduziam esforços nas alvenarias por comportamento diferencial destas relativamente aos elementos estruturais de betão: os elementos de betão e as juntas de argamassa sofriam contrações por retração, enquanto os elementos cerâmicos podiam sofrer expansões significativas.

Há que considerar a deformabilidade das estruturas de betão, que não é acompanhada por deformações semelhantes das paredes de alvenaria, nas quais introduziam esforços de tração e de compressão significativos.

5.7.1.3. Soluções adotadas para a reparação das anomalias nas fachadas do edifício

A reabilitação de paredes fissuradas pode integrar-se numa vasta intervenção de reabilitação do edifício ou reduzir-se apenas à reparação localizada das fissuras.

A opção pelo tipo de intervenção e pela escolha de reparação depende, evidentemente, de uma avaliação prévia do tipo de fissuração, que foi feita tendo em atenção os seguintes aspetos:

- tipo de causa da fissuração (defeito de construção, causa intrínseca ao elemento construtivo ou causa externa);
- a distribuição das fissuras e o seu grau de estabilização (fissuras isoladas ou distribuídas, estabilizadas, não-estabilizadas);
- as consequências das fissuras (falta de estanquidade, diminuição da resistência ou estabilidade da obra, degradação acelerada dos materiais, defeitos estéticos, entre outros);
- o tipo de parede (parede de fachada, parede interior, parede rebocada, parede com revestimento cerâmico, parede de tijolo face-à-vista, entre outros).

As paredes de tijolo face-à-vista representam um caso muito particular no que respeita à reparação da fissuração, porque não existindo revestimento, é apenas o pano da parede que tem que assegurar as funções exigenciais e manter o aspeto estético desejado.

No presente caso, a solução de reparação das anomalias, para o edifício A, consistiu em desmantelar os troços do pano exterior da parede, das fachadas de todo o edifício, nas zonas que apresentavam maior fendilhação (Figura 115) e voltar a executá-lo de acordo com os seguintes procedimentos:

- montagem de apoios ao nível dos pisos, materializados em cantoneiras galvanizadas (Figura 116) fixadas aos topos das lajes das estruturas, por troços com comprimento de 1,50 m alternadamente, para suporte do pano exterior de tijolo.



Figura 115 – Desmantelamento de troços danificados [25] Figura 116 – Cantoneiras galvanizadas [25]

A Figura 117 esquematiza o pormenor da fixação das cantoneiras e a Figura 118 mostra a sua aplicação;

- abertura das juntas verticais definidas nos alçados, com afastamentos máximos de 6,0 m e preenchidas com mástiques acrílicos ou de poliuretano aplicados sobre fundos de junta adequados; (Figura 119)

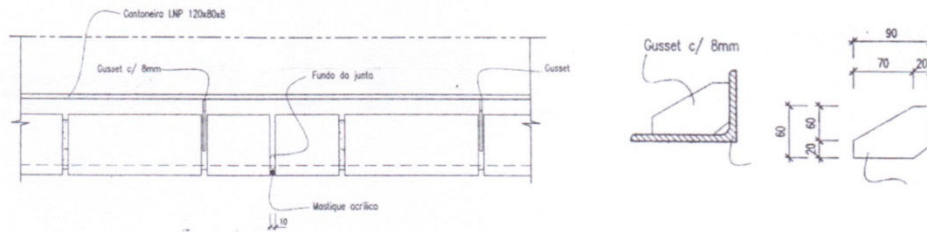


Figura 117 – Pormenor da fixação das cantoneiras [25]



Figura 118 – Aplicação das cantoneiras [25]



Figura 119 – Juntas verticais [25]

- fixação de ligadores metálicos galvanizados entre os panos exterior e interior, nas zonas em que se observam destacamentos, com espaçamentos horizontais de 0,90 m e verticais de 0,50 m;
- assentamento de forras cerâmicas dos pilares e vigas com argamassa de baixa retração;
- escolha cuidada dos tijolos e tijoleiras a aplicar em obra tendo em conta a expansão do material.

As forras de tijolo dos pilares do 1º e do 2º piso foram reparadas com novas forras cerâmicas aplicadas com argamassa de baixa retração. Foi utilizado o mesmo procedimento nas ombreiras dos vãos das fachadas onde os troços laterais dos panos exteriores estavam destacados dos panos interiores.

Nos nembos fendilhados das fachadas Poente e Nascente procedeu-se à reparação substituindo alguns tijolos ou elementos cerâmicos e preenchendo-se as fendas com argamassa pré-doseadas, aditivadas com resinas epóxicas.

Abertura das juntas verticais foi realizada com serras circulares por forma a garantir afastamentos de 1 cm. As juntas, depois de limpas foram acabadas com mástiques acrílicos ou de poliuretano de acordo com o pormenor da Figura 120.

Na Figura 121, apresenta-se uma das juntas executadas, estando a parte superior já totalmente preenchida. [25]

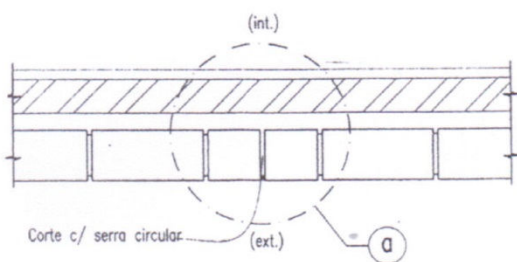


Figura 120 – Pormenor das juntas a executar [25]

Figura 121 – Junta de movimento [25]

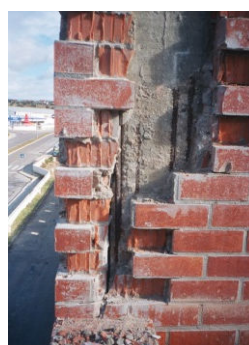
Salienta-se que o tijolo face-à-vista empregue no revestimento das fachadas do edifício, na fase de receção, foi sujeito a ensaios de acordo com a norma NP 80 [27]. Os resultados obtidos para a tensão de rotura de compressão, eflorescência e absorção de água estavam dentro dos valores admissíveis definidos na norma.

Após aplicação em obra e depois de se verificarem as primeiras anomalias, foram feitos ensaios complementares para a determinação da dilatação convencional devido à humidade de acordo com a NF P 13-306 [28]. Os resultados obtidos variaram entre 0.9 mm/m e 1.3 mm/m. De acordo com a referida norma, a dilatação deveria ser inferior a 0.6 mm/m. [25]

A solução de reparação da principal anomalia verificada no edifício F, consistiu na remoção do pano exterior, ao longo do desenvolvimento da fissura.



a)



b)

Figura 122 – Desmantelamento do pano exterior do Edifício F [26]. a) Início do desmantelamento do pano exterior; b) Aspeto final da remoção efetuada ao longo da fissura

Os meios auxiliares de desmantelamento da alvenaria foram um ponteiro e um martelo, conforme ilustrado na Figura 122.

Verificou-se que a fissura não atingiu o pano interior. Para reparação desta anomalia foi executado um novo pano de alvenaria exterior na área afetada. Respeitaram-se as características do revestimento anterior, nomeadamente, dimensão e cor do tijolo, espessura das juntas e argamassa com composição semelhante.

5.2. Anomalias em edifícios com revestimentos em isolamento térmico pelo exterior

Nos edifícios O e em algumas fachadas do edifício da Cantina são evidentes algumas anomalias, de que se salientam.

5.2.1. Fendilhação

A fendilhação neste tipo de revestimento observa-se junto a um cunhal, na zona de entrada do edifício da Cantina (Figura 123 a). Estas fendas têm orientação vertical e horizontal bem definidas e largura considerável, verificando-se a deterioração do revestimento nesses locais (Figura 123 b).

Observou-se outro tipo de fendilhação, com distribuição aleatória, junto ao vão de uma porta exterior do edifício O (Figura 123 c).

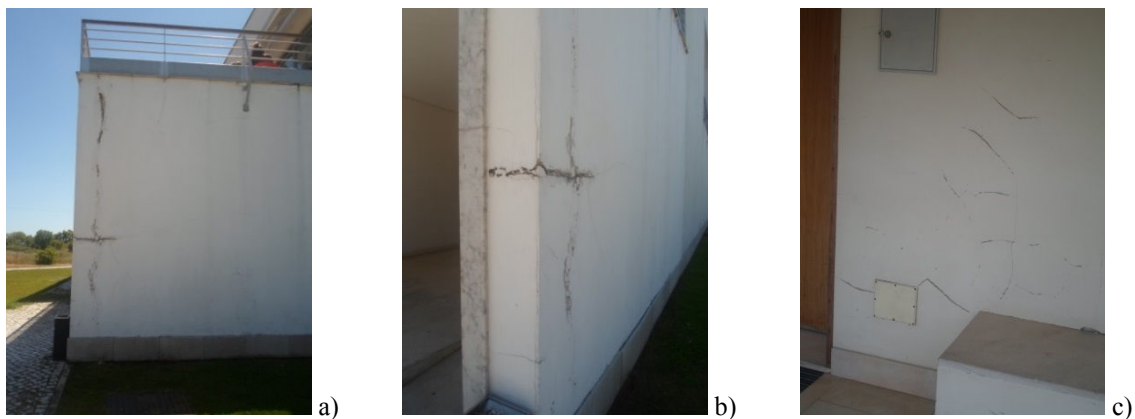


Figura 123 – Exemplos de fendilhação, nos edifícios da Cantina e O

5.2.2. Crostas Negras

As crostas negras consideram-se depósitos visualmente inestéticos resultantes da ação da poluição sobre o revestimento e capazes de originar manchas de cor escura.

No edifício O observam-se manchas negras sob o capeamento da platibanda e abaixo dos vãos das janelas (Figura 124 a) das salas de aula. Identificam-se também sob o peitoril das janelas (Figura 124 b) dos gabinetes do Departamento da Escola Superior de Gestão.

No edifício da Cantina este tipo de mancha é visível sob a varanda da sala de bar e self-service (Figura 125 a) e sob o peitoril das janelas da zona de confeção das refeições (Figura 125 b). Este tipo de anomalia indica ausência de pingadeiras.



Figura 124 – Manchas negras no edifício O

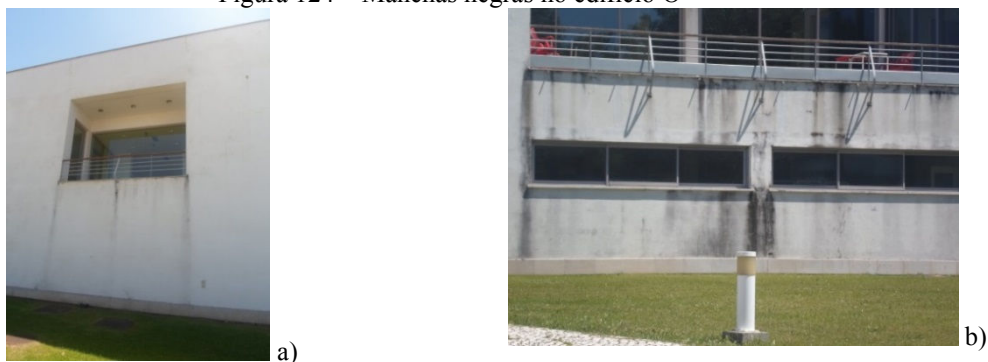


Figura 125 – Manchas negras no edifício da Cantina

5.2.3. Visualização dos contornos de ligação das placas de isolamento térmico

Outra anomalia identificada diz respeito à fixação das placas de isolamento térmico na fachada poente da Cantina. (Figura 126)



Figura 126 – Visualização de contorno de ligação das placas de isolamento no edifício O

Observam-se os contornos de ligação das placas de poliestireno, podendo-se deduzir que o assentamento das placas não foi cuidado.

5.3. Anomalias em edifícios com revestimentos em reboco

As patologias verificadas neste tipo de revestimento são inúmeras e manifestam-se em diversos elementos, contudo apenas serão referidas as anomalias observadas a nível de fachadas e tetos dos edifícios, designadamente.

5.3.1. Destacamento

Em alguns locais verifica-se o destacamento significativo do reboco que reveste as paredes e tetos, sobretudo em paredes do edifício da cantina e em tetos dos edifícios A, B e O.

- Destacamento do reboco da fachada

A cantina apresenta, na fachada virada para Sul, uma área significativa de desprendimento do reboco.

Na Figura 127 observa-se o destacamento do revestimento num pano de alvenaria e a Figura 128 ilustra o destacamento do reboco em zona de platibanda.



Figura 127 – Destacamento do reboco em zona corrente da alvenaria



Figura 128 – Destacamento do reboco na zona de platibanda

- Destacamento do revestimento do teto

Nos edifícios A e B observam-se anomalias localizadas no revestimento do teto do 1º andar (ver Figura 129 a). Em algumas áreas verifica-se apenas o destacamento do revestimento final - pintura (ver Figura 129 b).

No bloco O identifica-se o destacamento do reboco e do revestimento final em áreas significativas de teto (Figura 129 c).

São áreas muito extensas de destacamento do revestimento que necessitam de eminente reparação.



Figura 129 – Destacamento do revestimento em tetos dos edifícios A, B e O

5.3.2. Fissuração

Na parede do edifício da Cantina orientada a Sul existe fissuração generalizada, sem orientação específica, junto a vãos de portas e janelas (Figura 130 a) observa-se também fissuração generalizada sob o terraço, junto a tubagem exterior (Figura 130 b).

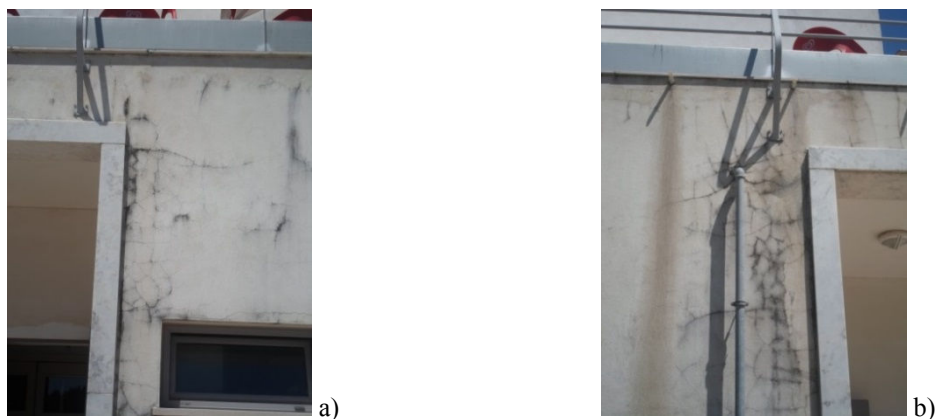


Figura 130 – Fissuração generalizada do reboco

5.3.3. Manchas de humidade

As manchas de humidade identificam-se pela cor diferente sendo mais escuras que o revestimento final.

No teto exterior do edifício B são observadas este tipo de manchas (ver Figura 131 a) e noutra zona do teto verifica-se o empolamento do revestimento em sequência de uma mancha de humidade (ver Figura 131 b).

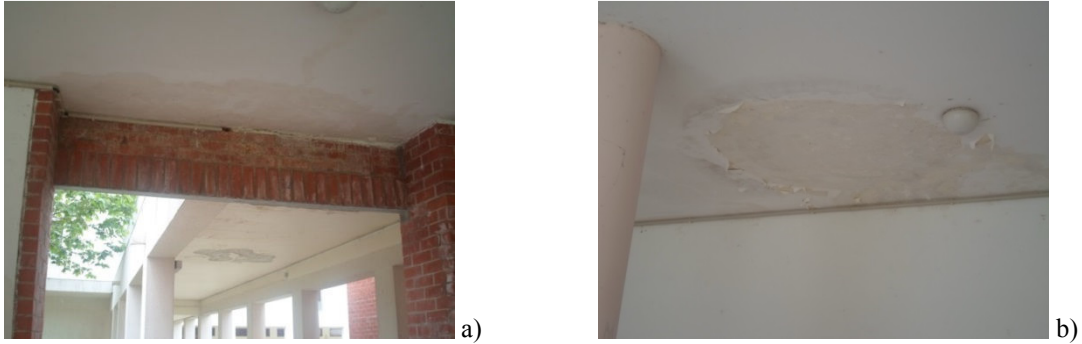


Figura 131 – Manchas de humidade em tetos do edifício B

5.3.4. Anomalias das pinturas aplicadas sobre os rebocos

O empolamento da pintura sobre o reboco identifica-se na viga saliente do edifício A, com orientação a nascente (Figura 132). No teto do edifício B observa-se também o mesmo tipo de anomalia, verificando-se a formação de bolhas de ar de pequeno diâmetro (Figura 133).



Figura 132 – Empolamento na viga do edifício A



Figura 133 – Empolamento na viga do edifício B

5.4. Anomalias em edifícios com revestimentos de placas de pedra colada

No edifício da biblioteca, revestido com placas de pedra colada são visíveis algumas patologias de que se destacam.

5.4.1. Manchas de humidade

A probabilidade de aparecerem manchas de humidade nas fachadas da biblioteca orientadas a sul e poente é grande devido à existência de um lago anexo.

A Figura 134 ilustra o aparecimento de manchas de humidade na parte inferior do peitoril das janelas da fachada.

Junto da fachada orientada a Norte, não existe nenhum lago mas é visível esta anomalia numa zona junto ao solo, no início do revestimento da fachada, perto da entrada da biblioteca. (ver Figura 135)

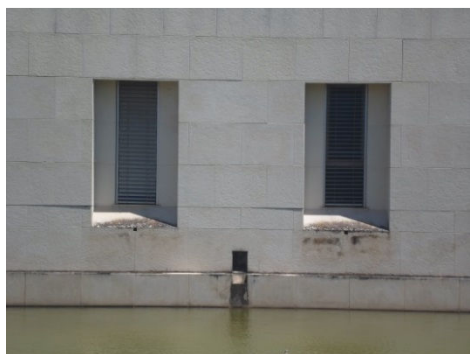


Figura 134 – Manchas de humidade sob peitoril



Figura 135 – Manchas de humidade junto ao solo

5.4.2. Crostas negras

As crostas negras são observadas em diversas zonas no revestimento da biblioteca. Esta anomalia está presente sob os peitoris das janelas (Figura 136), em extensas áreas das fachadas exteriores do edifício (Figura 137 e 138) e em locais de grelhas de ventilação e tubagem de avac e de águas pluviais (Figura 139).



Figura 136 – Crostas negras no peitoril da janela



Figura 137 – Crostas negras nas fachadas

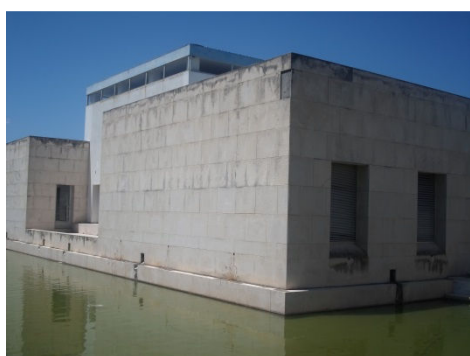


Figura 138 – Crostas negras nas fachadas do edifício



Figura 139 – Crostas negras junto a tubagem

5.4.3. Colonização biológica

A colonização biológica observa-se particularmente na fachada orientada a Sul. As plantas, algas e/ou líquenes vão crescendo nas juntas das placas de pedra. (ver Figura 140)



Figura 140 – Colonização biológica no revestimento

5.4.4. Fissuras / Fendas

São observadas fissuras com orientação oblíqua no revestimento de pedra colada e em casos pontuais junto às ombreiras de vãos de janela, conforme Figura 141.

Os exemplos de fissuração ilustram a fenda somente numa placa de pedra, sem extensão às placas contíguas.



Figura 141 – Vários exemplos de fissuração

5.4.5. Destacamento do revestimento

O defeito mais grave encontrado no revestimento de placas de pedra colada é o destacamento e/ou desprendimento das placas.

O desprendimento das placas de pedra manifesta-se de forma pontual junto a uma zona de extremidade (Figura 142 a) e junto a um vão de uma janela (Figura 142 b).



Figura 142 – Exemplos de destacamento do revestimento

No entanto verifica-se um desprendimento parcial de uma placa de pedra, sob o capeamento (Figura 143).



Figura 143 – Desprendimento parcial do revestimento

CAPÍTULO VI – Causas Prováveis das Anomalias dos Revestimentos dos Edifícios do IPT

As inúmeras patologias identificadas anteriormente, foram identificadas com base na observação visual. Para determinar as causas possíveis das patologias nos revestimentos dos edifícios recorreu-se para além da análise visual, a literatura da especialidade e a casos de obra semelhantes. Deveriam ter sido feitos ensaios de diagnóstico para maior precisão e confirmação da origem das causas das anomalias. Não houve tempo suficiente nem equipamentos disponíveis para realizar um diagnóstico mais rigoroso.

6.1. Fissuração de paredes

A fissuração é uma degradação que se manifesta pela descontinuidade no material, com destacamento macroscópico entre as duas partes.

Foram encontradas diversas fissuras em todos os tipos de revestimentos exteriores dos edifícios do IPT. As figuras seguintes ilustram alguns exemplos de fendilhação encontrada.



Figura 144 – Fendilhação em tijolo face-à-vista

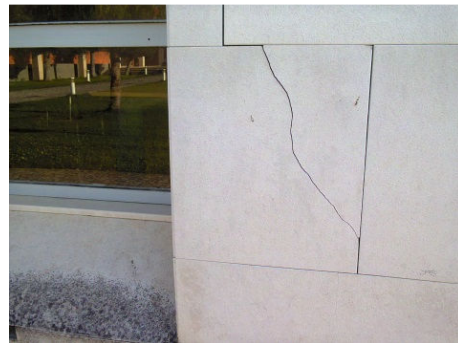


Figura 145 – Fendilhação em placas de pedra



Figura 146 – Fendilhação em isolamento térmico pelo exterior



Figura 147 – Fendilhação em reboco

As fissuras em paredes ou na estrutura em betão armado, de um edifício, podem ter inúmeras causas podendo estar associadas a um ou mais dos seguintes fenómenos:

- Assentamentos diferenciais das fundações (o processo de assentamento diferencial é lento e pode levar anos a que o terreno se consolide);



Figura 148 – Assentamento diferencial devido à interferência da construção maior [29]

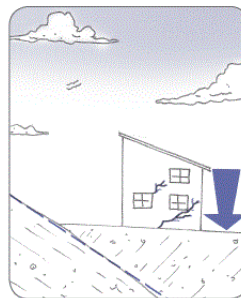


Figura 149 – Assentamento diferencial por consolidações distintas de aterro [29]

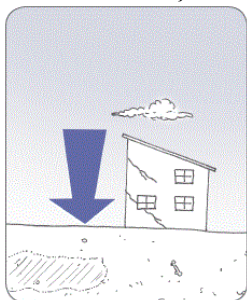


Figura 150 – Assentamento diferencial por heterogeneidade no solo [29]

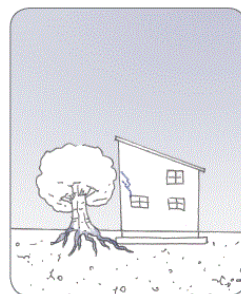


Figura 151 – Assentamento devido à contração do solo devido à retirada de água por vegetação [29]

- Deformação de elementos estruturais (apoios, vigas, suportes, pilares) por falta de resistência adequada dos lintéis superiores podendo conduzir a esforços de flexão excessivos que provocará fissuras verticais;

- Alteração das condições inicialmente previstas, ou seja, a aplicação de cargas verticais excessivas em revestimentos de paredes ou em elementos estruturais provocará fissuração;

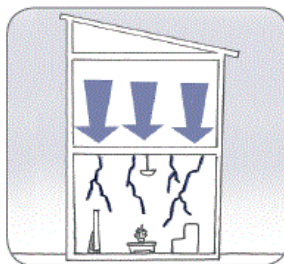


Figura 152 – Fissuras na alvenaria causadas por sobrecarga vertical distribuída [29]

- Solicitações térmicas e sísmicas que provocam esforços de corte;

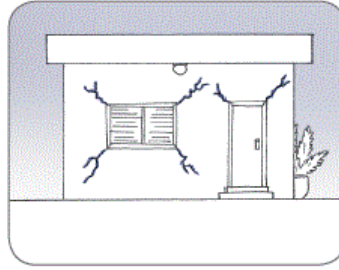


Figura 153 – Fissuras nos cantos dos vãos [29]

- Erros de construção devido à deficiente composição das argamassas, à utilização de argamassa de cimento em juntas, ao assentamento das alvenarias e/ou da abertura de roços. [29]

Foram enumeradas diversas causas possíveis da ocorrência de fendilhação nos diversos revestimentos exteriores nas fachadas do Instituto Politécnico de Tomar.

Resumidamente, considera-se que as principais anomalias verificadas nos paramentos revestidos com reboco tenham ocorrido devido à retração/contração da argamassa aplicada originada, eventualmente, por excessiva quantidade de ligante na sua composição, por abundante quantidade de água, pela forte exposição solar, e/ou ainda, por desrespeito de procedimentos adequados para a cura do reboco, ou também devidas à concentração de tensões. (Figura 154)



Figura 154 – Fissuras no revestimento em reboco

A tipologia da fendilhação apresentada na Figura 155 sugere que essa fendilhação se deve fundamentalmente a assentamentos diferenciais.



Figura 155 – Fissuras nas alvenarias

A Figura 156 apresenta uma fenda com desenvolvimento vertical bem localizado, no revestimento em sistema de isolamento térmico pelo exterior. No extremo da parede existe um pilar, possivelmente, houve separação entre a alvenaria e o betão por efeito de retração e/ou variação térmica dos materiais, ao qual se transmitiu ao revestimento. O aspeto da fissura deve-se ao fato de permitir a entrada de água que promove a contínua degradação do revestimento.

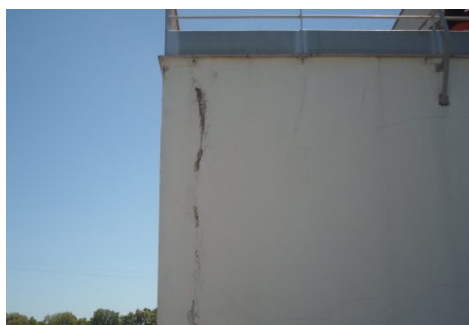


Figura 156 – Fissuras no revestimento em isolamento térmico pelo exterior

No revestimento em placas de pedra colada a tipologia da fissuração poderá indicar a elevada concentração de tensões provenientes da viga, ou a aplicação de uma argamassa demasiado rica em cimento cujas possíveis dilatações/contrações provocaram a rotura do revestimento.

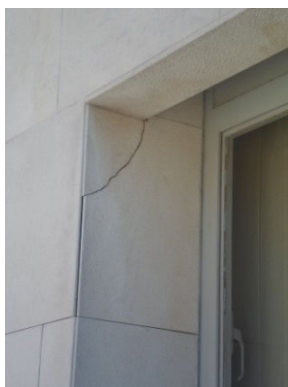


Figura 157 – Fissuras no revestimento em placas de pedra colada

No revestimento em tijolo face-à-vista a fendilhação pode ter ocorrido, também, devido a dilatações/contrações da argamassa e aos movimentos dilatométricos das juntas (Figura 158 a). Na Figura 158 b) verifica-se a ocorrência de uma fissura ao longo da junta revelando o desligamento entre o tijolo e a argamassa.

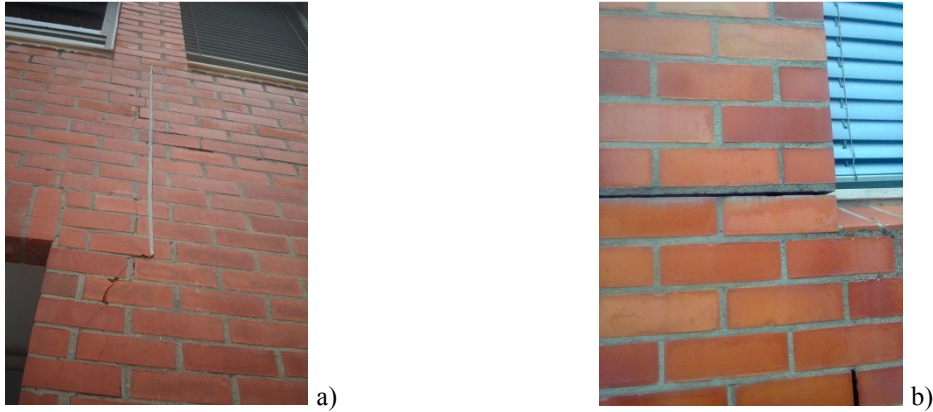


Figura 158 – Fissuras no revestimento em tijolo face-à-vista

6.2. Manchas de humidade

As manchas de humidade são áreas variadamente pigmentadas de cor diferente do revestimento original. O aparecimento de manchas é uma consequência bastante comum do efeito da água na edificação. A ação da água manifesta-se de diversas formas e causa muitas patologias nos edifícios.

Em determinadas fachadas dos revestimentos exteriores do Instituto Politécnico de Tomar são perceptíveis as manchas de humidade.



Figura 159 – Manchas de humidade no tijolo face-à-vista



Figura 160 – Manchas de humidade no reboco

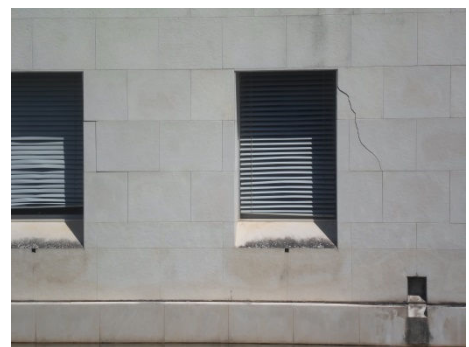


Figura 161 – Manchas de humidade nas placas de pedra

As causas para o seu aparecimento são as mais diversas podendo variar desde:

- Subida da água por capilaridade;
- Falta de impermeabilização da fundação, o que irá provocar a humidade ascendente do solo;



Figura 162 – Falta de impermeabilização da fundação [29]

- Falta de manutenção de caldeiras e tubos de queda provocando a sua rotura;
- Falta de manutenção do telhado e inclinação incorreta da cobertura;

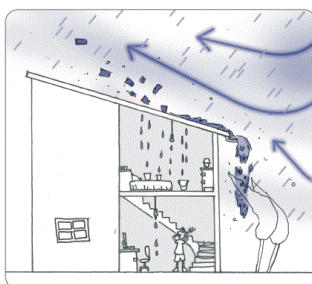


Figura 163 – Falta de manutenção de caldeiras e telhado [29]

- Falta de impermeabilização da laje da cobertura;

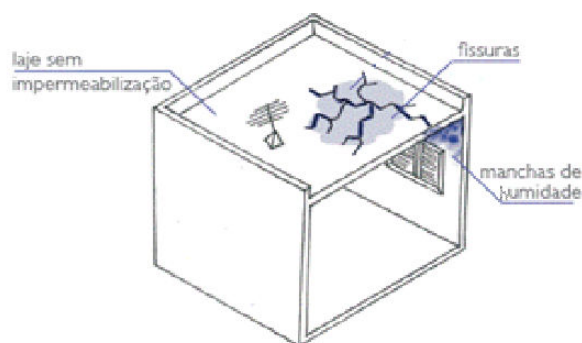


Figura 164 – Falta de impermeabilização da laje [29]

Na infiltração pela laje, a água escoia por gravidade e penetra na laje e/ou parede através de fissuras, a este fenómeno é chamado percolação.

Esta situação é muito comum quando se formam lâminas de água sobre terraços, por falta de pente e deficiências do sistema de impermeabilização. [29]

Das várias causas descritas anteriormente, considera-se que as manchas de humidade ocorridas no reboco do teto podem estar relacionadas com a infiltração de água devidas a deficiências de impermeabilização da laje (Figura 165).

O aparecimento de manchas junto a um ponto de iluminação poderá estar relacionado com a furação da laje para instalação da iluminação, criando assim um caminho preferencial de escoamento da água infiltrada, conforme se ilustra na Figura 166.



Figura 165 – Manchas de humidade junto a uma viga



Figura 166 – Manchas de humidade junto a um ponto de iluminação

No revestimento de tijolo face-à-vista as manchas de humidade, manifestadas por zonas das paredes que exibem tonalidades diferentes, são perceptíveis junto às juntas de dilatação e nos vãos das janelas. Como o tijolo é um material poroso absorve a humidade. Na Figura 167 pode-se observar este efeito.



Figura 167 – Manchas de humidade no revestimento em tijolo face-à-vista

As manchas que se verificam no revestimento em pedra que surgiram em algumas zonas da biblioteca, podem ser devidas à subida da água por capilaridade. As condições ambientais que se verificam no local favorecem o desenvolvimento desta anomalia uma vez que as fachadas orientadas a Sul e Oeste estão rodeadas pelas águas do lago.



Figura 168 – Manchas de humidade no revestimento em pedra

6.3. Empolamento

O empolamento pode-se considerar o levantamento superficial do material de forma, cor e consistência variáveis, ou seja, ocorre a formação de bolhas. Este fenómeno é peculiar em superfícies pintadas. Estas bolhas, de forma arredondada e tamanho variável, evoluem provocando grandes empolamentos da película de tinta e conseqüentemente descamação.

Alguns casos manifestos nos revestimentos exteriores nos edifícios do IPT, são os que se ilustram.



Figura 169 – Empolamento do revestimento final (pintura)

As causas mais comuns que levam à formação deste tipo de patologia são:

- Superfície mal preparada ou oleosa;
- Excesso de humidade sobre tinta ainda em fase de cura, ou seja, tinta plástica aplicada ao fim do dia ficando sujeita à humidade noturna antes de atingir a secagem total;
- Falta de penetração da tinta provocada por uma secagem rápida, ou seja, tinta plástica sobre paredes quentes e expostas à ação direta dos raios solares;
- Excesso de humidade nas paredes, ou seja, tinta plástica aplicada sobre paredes húmidas;

- Paredes frias ou “geladas” é o caso da tinta plástica aplicada em dias frios e húmidos, em que se dá um atraso da secagem da tinta e consequente má aderência da mesma;
- Repintura sobre tinta de má qualidade – a tinta nova humedece a película antiga e provoca a sua dilatação. [30]

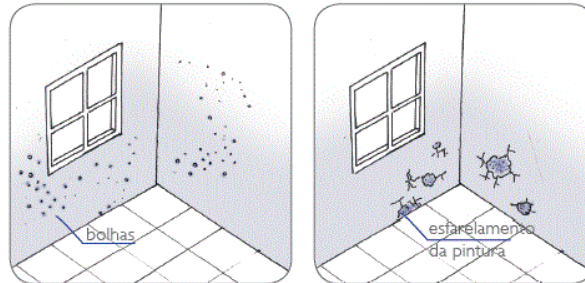


Figura 170 – Empolamento do revestimento [29]

O empolamento e descasque da tinta verifica-se em sítios específicos onde as condições locais mais propiciam a ocorrência desta anomalia, causada sobretudo por ação da humidade, nomeadamente junto às lajes e à base das paredes. Em algumas situações o empolamento da tinta poderá ser atribuído ao tipo de tinta aplicada, quer por incompatibilidade com o suporte, quer por apresentar baixa permeabilidade ao vapor de água.



Figura 171 – Empolamento da tinta

6.4. Destacamento / Desprendimento

O destacamento considera-se como o descolamento do revestimento do suporte, podendo ocorrer tanto em pisos como em paredes. O destacamento ocorreu nas forras cerâmicas dos elementos estruturais do edifício B (ver Figura 172), nos revestimentos de reboco no teto do edifício O (ver Figura 173) e nos revestimentos de placa de pedra colada do edifício da Biblioteca (ver Figura 174).



Figura 172 – Destacamento em tijolo face-à-vista



Figura 173 – Destacamento em reboco



Figura 174 – Destacamento em placas de pedra

Este fenómeno pode ocorrer devido a:

- Erros de execução na etapa de assentamento, ou seja, desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução;
- A placa de pedra ou cerâmica utilizada pode ter elevada absorção de água e ter-se expandido, descolando-se da superfície;
- Fixação inadequada;
- Perda de aderência, relativamente ao suporte.
- Variações bruscas de temperatura e o revestimento ter sido mal aplicado;
- Ações ambientais, como sendo, o vento forte, radiação solar, chuvas fortes provocando o destacamento do revestimento. [30]

Nas paredes com revestimento em placas de pedra colada foram observados apenas dois destacamentos: um na zona de um cunhal e outro junto à ombreira de uma janela. Esta situação leva a concluir que existe uma deficiência pontual de aderência da pedra à argamassa.

Refere-se que se esta anomalia não for reparada a breve prazo, existe probabilidade de se verificar o desprendimento das placas de pedra adjacentes, uma vez que há um aumento das infiltrações de água pelas zonas destacadas que favorecem esse desprendimento.



Figura 175 – Destacamento das placas de pedra

O destacamento das forras cerâmicas dos elementos estruturais ocorreu devido à má aderência do revestimento ao suporte (Figura 176 a), ou devido à possibilidade de existência de fissuras que deixando passar a umidade favorecem a expansão do material cerâmico, levando ao seu desprendimento parcial. (Figura 176 b)



a)



b)

Figura 176 – Destacamento das forras cerâmicas

Neste caso o destacamento poderá ter ocorrido devido à espessura do reboco ser elevada nos locais onde se verifica esse destacamento, ou então por deficiências na aderência do reboco ao suporte, devidas aos óleos descofrantes que possam estar presentes na laje.



Figura 177 – Destacamento parcial do reboco

6.5. Esmagamento do Revestimento

O esmagamento do revestimento consiste na sua rotura completa ou parcial.

Nos revestimentos dos edifícios do IPT foram encontrados revestimentos de tijolo face-à-vista com rotura parcial, conforme figura seguinte.



Figura 178 – Rotura em revestimento cerâmico situada na fachada oeste do edifício B

Neste caso, o esmagamento ocorreu, devido às juntas de dilatação e contração não possuírem espessura suficiente que permitissem acomodar os movimentos cíclicos devido à variação de temperatura e humidade, situação agravada quando se usa tijolo de elevado grau de expansão irreversível. Dado tratar-se de uma padieira poderá ter ocorrido uma concentração de esforços de corte na zona da entrega. [31]

6.6. Eflorescências

As eflorescências são depósitos cristalinos de cor branca, surgem na superfície do revestimento, como piso (cerâmicos ou não), paredes e tetos, resultantes da migração e posterior evaporação de soluções aquosas salinizadas. Os depósitos acontecem quando os sais solúveis nos componentes das alvenarias, nas argamassas de emboço ou nas placas cerâmicas são transportados pela água utilizada na construção, na limpeza ou vinda de infiltrações, através dos poros dos componentes de revestimento.

Esses sais em contato com o ar solidificam-se, causando depósitos.

Em situações de ambientes constantemente molhados e com algum tipo de sais de difícil secagem, estes depósitos apresentam-se com uma “exsudação” na superfície, aparentando então a cor branca nas áreas revestida, comprometendo os aspetos relacionados com a estética.

É de referir que as placas cerâmicas e a argamassa possuem vazios no seu interior, como cavidades, bolhas, poros abertos e fechados e uma enorme rede de micro canais. A água

pode passar para o seu interior por capilaridade, podendo conduzir ao aparecimento de eflorescências resultantes de sais solúveis transportados pela água ou por dissolução dos sais presentes nos materiais de construção, e de manchas de humidade. [32]

Esta patologia está visível em diversas áreas do revestimento de tijolo face-à-vista, conforme se pode observar nas imagens seguintes.



Figura 179 – Eflorescências em tijolo face-à-vista

As causas que se podem enumerar para o aparecimento das eflorescências são fundamentalmente:

- Migração de sais solúveis em água;
- Excesso de água no preparo da argamassa;
- Excesso de água durante o processo de limpeza, que irá provocar dispersão do pigmento conseqüentemente a carbonatação;
- Contaminação atmosférica (por exemplo transporte de sais pelas águas da chuva);
- Mistura não homogénea da argamassa podendo provocar a não dispersão do pigmento;
- A utilização de água de amassadura contaminada com impurezas;
- A utilização de ferramentas sujas;
- Humidades por ascensão capilar;
- Porosidade dos componentes;
- Diferentes processos de aplicação;
- Limpeza da junta antes do seu endurecimento; [33]

De todos os fatores descritos anteriormente, o que mais se adequa para justificar o aparecimento de eflorescências no revestimento de tijolo face-à-vista, é a subida da água por capilaridade. Refere-se que esta anomalia foi encontrada, sobretudo nas zonas baixas

das fachadas, a nível do piso térreo, onde a rega dos jardins, a circulação da água no solo promove a ascensão capilar.

6.7. Colonização Biológica

A colonização biológica consiste num estrato superficial geralmente fino, de natureza biológica e coloração diversa, do tipo: plantas, algas e/ou líquenes.

No revestimento de isolamento térmico pelo exterior, mais propriamente no edifício O, estão presentes os líquenes juntamente com crostas negras, sob o peitoril da janela (Figura 180). No revestimento com placas de pedra colada, na fachada Sul da Biblioteca observa-se o crescimento de plantas junto às juntas das placas de pedra (Figura 181).



Figura 180 – Líquenes presentes no revestimento de isolamento térmico pelo exterior

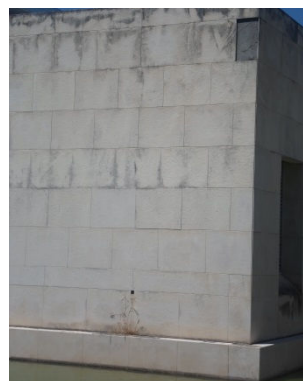


Figura 181 – Vegetação visível em revestimento de placas de pedra

Este tipo de fenómeno ocorre devido a falhas de manutenção, mais propriamente, falta de limpeza, ou limpeza incorreta do revestimento.

A eliminação da colonização biológica pode ser simples, se se optar por limpeza periódica com recurso a jatos de água de baixa pressão nos locais afetados e/ou eliminação de plantas. Exige-se o controlo da qualidade de limpeza, por forma, a preservar e conservar as fachadas dos edifícios.

6.8. Crostas Negras

As crostas negras consideram-se o produto de transformações superficiais do material, visivelmente distinguível das partes subjacentes pelas suas características morfológicas e, frequentemente, pela sua cor. A sua natureza química e mineralógica e as suas características físicas são, na totalidade ou em parte, diferentes das do material de que deriva e do qual se pode destacar. [34]

Esta patologia foi identificada nos edifícios do Instituto Politécnico de Tomar em revestimentos de isolamento térmico pelo exterior no edifício da Cantina (ver Figura 182) e no revestimento de placas de pedra no edifício da biblioteca (ver Figura 183).



Figura 182 – Crostas negras em revestimento de isolamento térmico pelo exterior



Figura 183 – Crostas negras em revestimento de placas de pedra

As principais causas do surgimento das crostas negras deve-se ao facto da:

- Reação química da poluição atmosférica depositada sobre a superfície da pedra, geralmente provenientes de veículos, atividades industriais e dejetos de aves;
- Falta de ação do Homem sobre a manutenção adequada e atempada de limpeza;

Na eminência da ocorrência de crostas negras, deve-se recorrer a ações de proteção das superfícies revestidas com pedra e com o sistema Etics, nomeadamente proceder à limpeza das fachadas, com aplicação de um produto fungicida, removido por escovagem e posterior secagem, ou recorrendo a jatos de água de baixa pressão na zona afetada e, caso necessário, proceder à pintura da área afetada. Deste modo este tipo de anomalia não se propagaria a áreas muito extensas e evitaria a perda de qualidade estética das fachadas.

Na previsão deste tipo de patologia, que é recorrente nos diversos tipos de revestimentos apresentados, seria importante a introdução de pingadeiras (elementos salientes das fachadas, que têm como função o descolamento do fluxo contínuo de água sobre a parede, de modo a impedir a formação de escorrências).

CAPÍTULO VII - Conclusões

Este trabalho teve como principal finalidade conhecer as anomalias existentes nos revestimentos exteriores dos diversos edifícios do Campus do Instituto Politécnico de Tomar.

Fez-se o levantamento deste importante património de construção recente, dando a conhecer as diferentes fases de construção dos edifícios. Apresentou-se uma caracterização dos edifícios sob o aspeto construtivo e funcional.

Verificando-se uma grande diversidade e tipos de revestimentos exteriores aplicados nas fachadas, fez-se a sua identificação, aprofundando-se os aspetos gerais sobre os diversos tipos de revestimento, nomeadamente, os processos de execução dos revestimentos, materiais utilizados, e acessórios.

Relativamente ao estudo das anomalias dos revestimentos das paredes exteriores, o trabalho consistiu fundamentalmente no levantamento das anomalias existentes, realizado com base na inspeção visual e no registo fotográfico. Descreveram-se e identificaram-se as diferentes anomalias patentes nos diversos revestimentos exteriores, designadamente, fendilhação, esmagamento, destacamento, desprendimento, manchas de humidade e eflorescências em revestimentos em tijolo face-à-vista. Nos revestimentos em placas de pedra colada foram identificadas manchas de humidade, crostas negras, destacamento, fissuras e colonização biológica. Nos rebocos foram evidentes o destacamento, fissuração, manchas de humidade e anomalias nas pinturas. Relativamente ao revestimento de isolamento térmico pelo exterior as anomalias mais evidentes foram a fendilhação, a visualização dos contornos das ligações das placas de isolamento e as crostas negras.

Em todos os tipos de revestimento poderam ser observados casos de fendilhação, destacamento e de manchas de humidade.

Na sequência da identificação das anomalias, realizou-se o diagnóstico das causas prováveis que lhes deram origem.

Salienta-se que para a determinação e identificação das causas das anomalias não houve o apoio de meios complementares de diagnóstico, recorrendo-se apenas ao estudo comparativo com casos existentes reportados na bibliografia consultada.

Como conclusão geral do estudo realizado refere-se que o revestimento em tijolo face-à-vista foi o que apresentou maior diversidade de anomalias, enquanto que o revestimento com menos anomalias foi o revestimento de isolamento térmico pelo exterior, sendo que este revestimento é de aplicação mais recente.

Refere-se o fato de não se ter tido acesso a muita informação que seria importante para o desenvolvimento deste projeto, nomeadamente informação sobre os projetos de arquitetura e/ou especialidades de alguns edifícios, informação detalhada das de reabilitação já realizados em alguns edifícios do IPT, informação verbal por parte dos técnicos responsáveis pelo acompanhamento e coordenação da execução dos edifícios, informação proveniente das empresas que construíram os edifícios, no que se refere por exemplo a livros de obra.

O acesso a toda esta informação complementar iria por certo enriquecer este Projeto.

Mas deve-se ter em consideração apoios de informação verbal, escrita e fotográfica que foram dados por alguns engenheiros que participaram e acompanharam a construção e intervenção dos edifícios pertencentes ao Campus do Instituto Politécnico de Tomar.

FUTUROS DESENVOLVIMENTOS

Foi realizado um trabalho de levantamento dos edifícios do Campus do IPT, sobretudo no que se refere à identificação das anomalias que os diversos tipos de revestimentos exteriores das fachadas dos edifícios apresentam.

O trabalho realizado teve como principal suporte a inspeção visual, pelo que o diagnóstico das causas das anomalias deveria ser complementado com ensaios “in situ” não destrutivos e ensaios laboratoriais.

Este aspeto associado à prescrição de medidas corretivas para a reparação das anomalias encontradas, poderá constituir uma boa base de trabalho para uma intervenção de reabilitação dos edifícios. Essa intervenção deverá fazer-se de forma planeada, definindo-se prioridades de atuação em função do tipo e gravidade das anomalias encontradas.

LISTA DE REFERÊNCIAS

- [1] <http://www.lec.estt.ipt.pt/instalacoes.html> - Instalações do IPT (consultado em 15.11.12)
- [2] Decreto - Lei n.º 513-T/79, de 26 de Dezembro
- [3] <http://earth.google.com/> - Localização geográfica do IPT (consultado em 06.02.13)
- [4] <http://www.cmtomar.pt:88/NR/rdonlyres/00005475/pmatuyleqfxiaukitlvzfscegunuilxc/Acessibilidade.jpg> - Mapa do concelho de Tomar (consultado em 5.11.12)
- [5] Rui Belo (2001), IPT, Plano de Inspeção e Ensaio - Revestimentos de Fachadas em Alvenaria de Tijolo Face-à-vista.pdf, - Qualidade na Construção
- [6] Jorge Mascarenhas (2005), “Sistemas de Construção II - Paredes”, Coleção: Técnicas de Construção, Livros Horizonte, Lisboa
- [7] Seminário sobre Paredes de Alvenaria, P. B. Lourenço & H. Sousa (Eds.), Porto, 2002 - A Importância da Pormenorização no Comportamento das Alvenarias
- [8] http://www.lnec.pt/qpe/dh/RELATORIO_ETICS_DEZ_2010.pdf - Departamento de Edifícios - Núcleo de Revestimentos e Isolamentos (consultado em 22.02.13)
- [9] <http://engenhariacivil.wordpress.com/2007/05/21/sistema-capotto-etics/> - Engenharia Civil - A arte do Engenho (consultado a 01.02.2013)
- [10] Isolamento Térmico de Fachadas pelo Exterior - Reboco Delgado Armado sobre Poliestireno Expandido - ETICS - Maxit - Tecnologias de Construção e Renovação, Lda (Sistema “HOTSKIN”) - Porto, Dezembro de 2002
- [11] <http://search.conduit.com/results.aspx?q=etics+sistemas+colados+apresentam&Suggest=etics+sistemas+colados+apresentam&stype=Results&FollowOn=True&SSPV=IESB15&SelfSearch=1&SearchType=SearchWeb&SearchSource=10&ctid=CT2269050&octid=CT2269050>
- [12] <http://www.lena.pt/images/uploads/ETICS%20Clientes.pdf>
- [13] Sistema ETICS - Influência no Comportamento Térmico dos Edifícios - Um Caso de Estudo - Juliana Vivente Belchior Mendão - Maio de 2011 - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

- [14] Sistema de Isolamento Térmico pelo Exterior - Manual de Aplicação - http://www.tintas2000.pt/img_upload/Sistema_ThermInnov_Manual.pdf
- [15] http://www.construlink.com/Homepage/2003_GuiaoTecnico/Ficheiros/gt_395_construlink_17_12_02_2007.pdf (consultado a 14.02.2013)
- [16] Documento de Homologação - LNEC DH 917
http://www.cin.pt/portal/attachs.pdf?CONTENTITEMOID=34858080808180GC&CLASS_TOKEN=efeitos&ATTRIBUTEID=ficheiro1
- [17] Seminário sobre Paredes de Alvenaria, P. B. Lourenço & H. Sousa (Eds.), Porto, 2002 - Conceção e Projeto para Alvenaria
http://www.civil.uminho.pt/masonry/Publications/Paredes_de_Alvenaria/Artigo%20Pag%2077-110.pdf
- [18] <http://images.search.conduit.com/ImagePreview/?q=chapisco+em+alvenaria&ctid=CT2269050&SearchSource=10&FollowOn=true&PageSource=Results&SSPV=IESB15&CUI=&UP=&UM=&start=0&pos=5>
- [19] Revestimento das Paredes, Tetos, Muros e Pisos.pdf
- [20] João Guerra, “Revestimentos de fachadas”, 2010
- [21] <http://www2.ufp.pt/~jguerra/PDF/Construcoes/Revestimentos%20de%20Fachada.pdf> (consultado a 18.02.2013)
- [22] Apontamentos de Processos Gerais de Construção II - Revestimentos para Paramentos Exteriores de Paredes
http://www.estt.ipt.pt/download/disciplina/1136__Revestimentos_Paredes.pdf
- [23] Caracterização de Sistemas de Fixação Indireta em Pedra Natural - Instituto Superior Técnico - Universidade Técnica de Lisboa - André Pacheco - Junho de 2012
https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/1106752/1/Tese_Andre_Pacheco.pdf
- [24] <http://www.isodur.pt/layout.asp?area=3&subarea=8>
- [25] - Reabilitação do Revestimento de Fachadas em Tijolo Face-À-Vista - Caso de Estudo, Mestre Maria de Lurdes Belgas da Costa Reis e Eng.º Civil Rogério Paulo Godinho de Sousa
- [26] - Informação e fotos cedidas pelo Eng.º Rui Belo

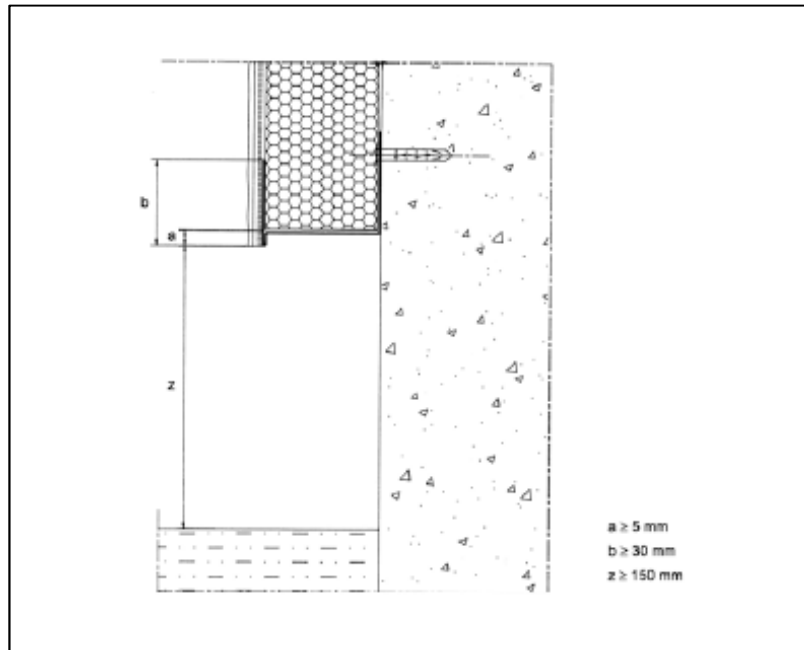
- [27] NP - 80, Tijolos para Alvenarias. Características e Ensaio IGAPAI, Lisboa, 1964
- [28] - NF P 13-306, Blocs Perforés en Terre Cuite Destinés a Rester Apparents. AFNOR, Paris, 1983
- [29] <http://www.maosaobra.org.br/fasciculos/fasciculo-introducao/problemas-frequentes-de-construcao/trincas-e-fissuras/>
- [30] <http://www.tintaspotro.pt/files/patologias/20/Patologia13%20-%20Bolhas%20-%20tinta%20-%20web.pdf>
- [31] - Apontamentos da Unidade Curricular de Conservação e Reabilitação de Edifícios - Fissuração em Paredes de Alvenaria, Mestre Maria de Lurdes Belgas da Costa Reis
- [32] Apontamentos de Patologias dos Materiais - Patologias dos Materiais Pétreos
- [33] http://www.topeca.pt/public/images/sections/defeitos_comuns4.pdf
- [34] <http://5cidade.files.wordpress.com/2008/03/os-materiais-petres-no-restauro.pdf>

ANEXOS

ANEXO I
PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA

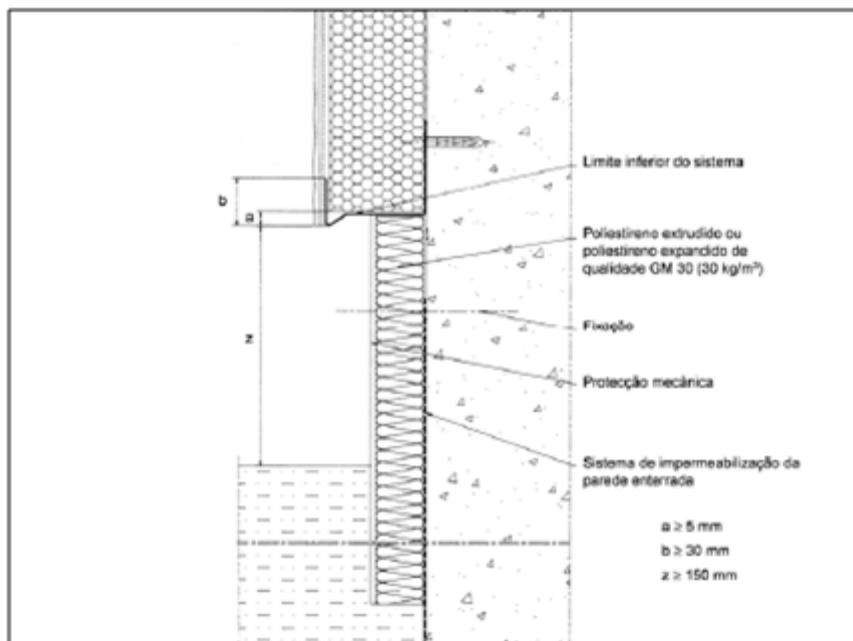
Nas figuras seguintes são apresentadas alguns exemplos de soluções para a conceção e realização de pontos singulares, no sistema ETICS. [10]

Pormenor 1.1.



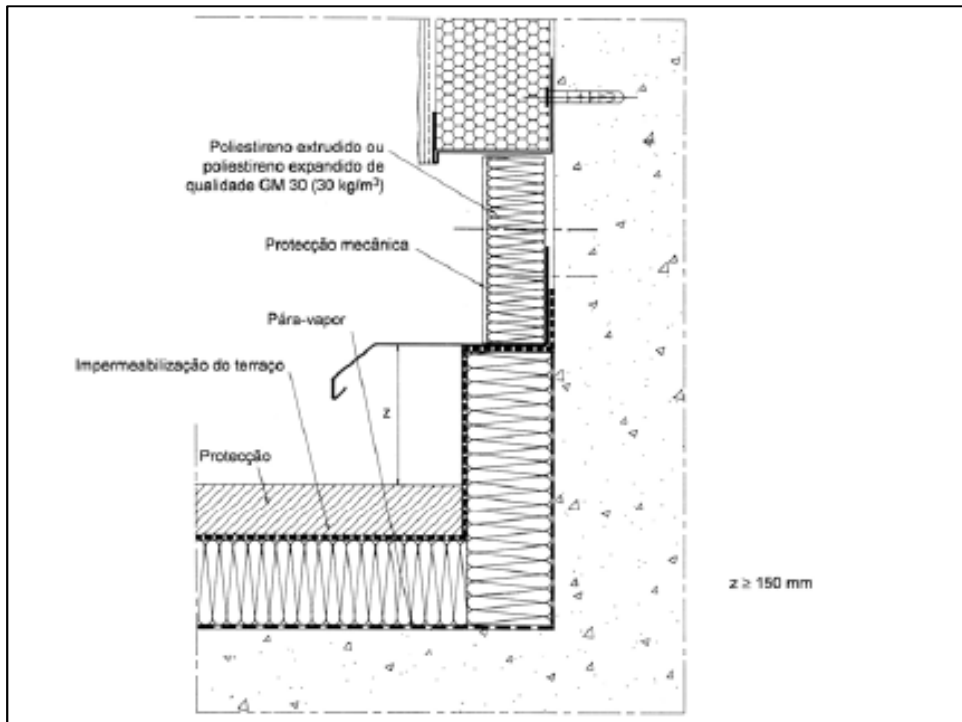
Limite inferior do sistema (corte vertical)

Pormenor 1.2.



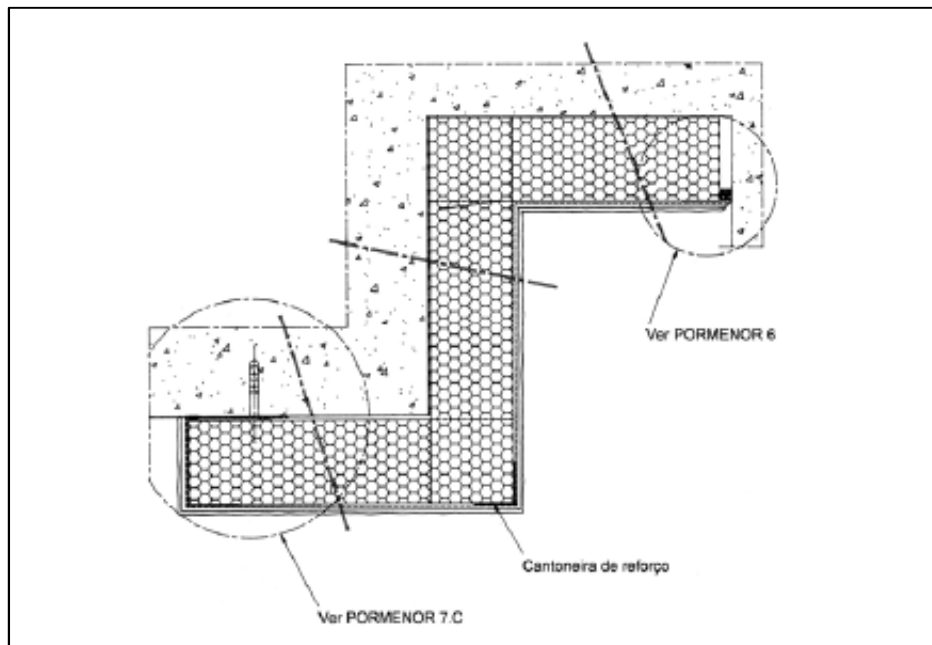
Limite inferior do sistema numa zona enterrada (corte vertical)

Pormenor 1.3.



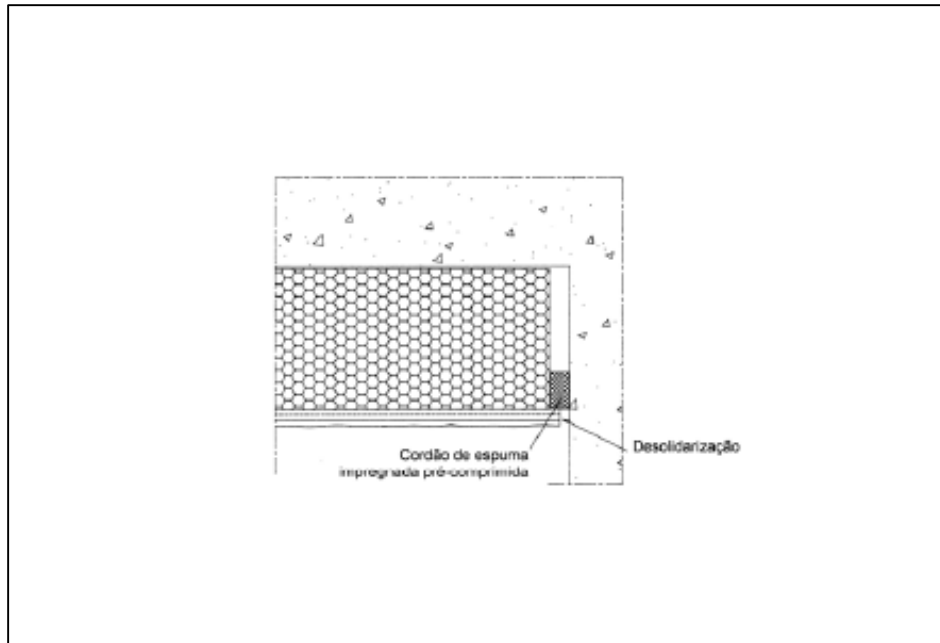
Limite inferior do sistema sobre um terraço (corte vertical)

Pormenor 1.4.



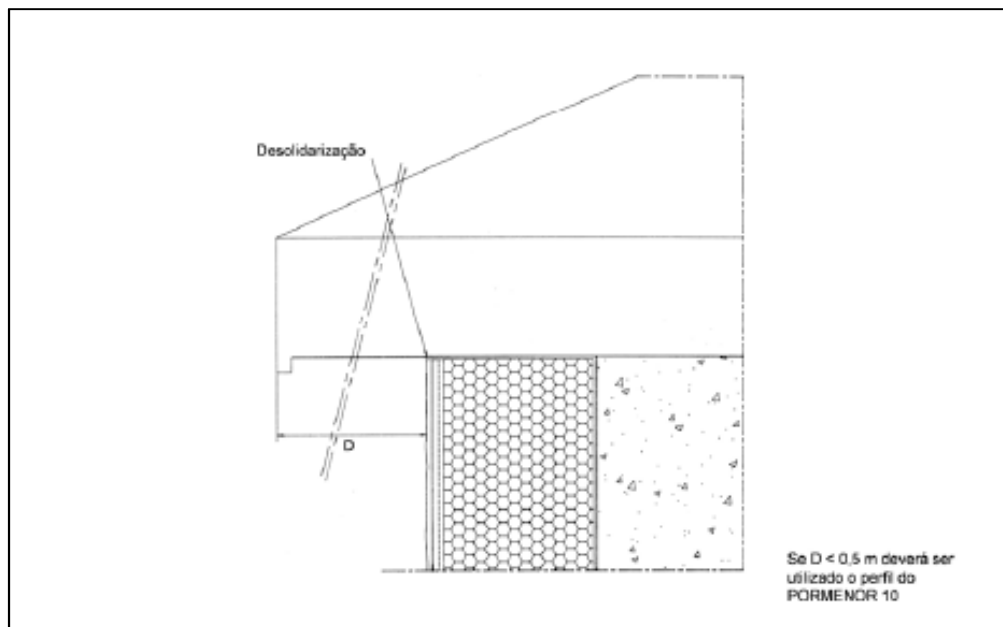
Limites laterais do sistema (corte horizontal)

Pormenor 1.5.



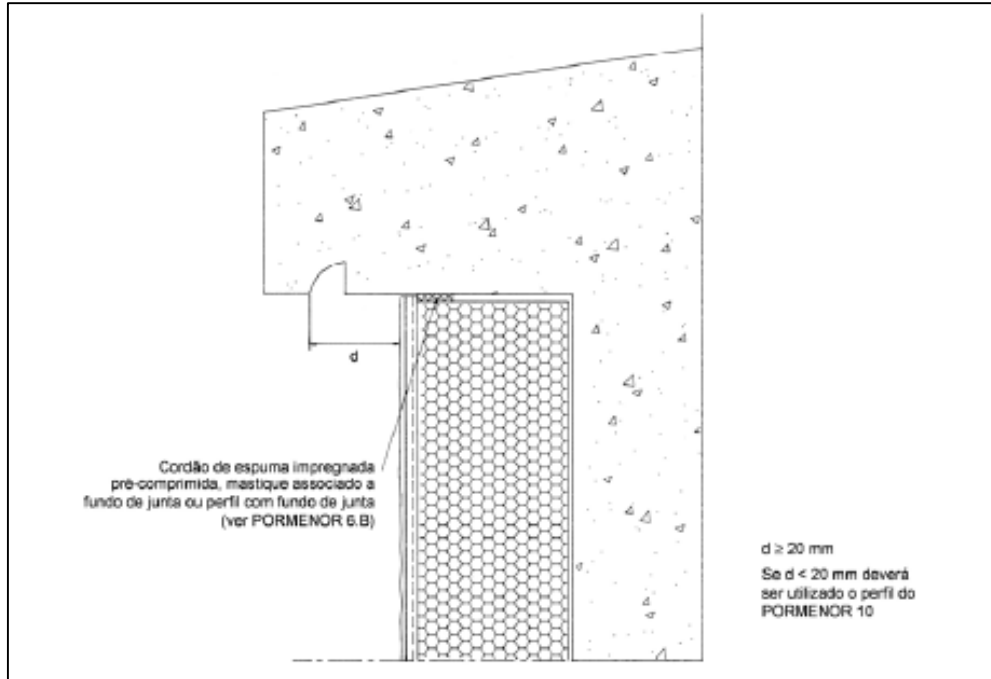
Ligação do sistema com elementos construtivos (corte horizontal)

Pormenor 1.6.



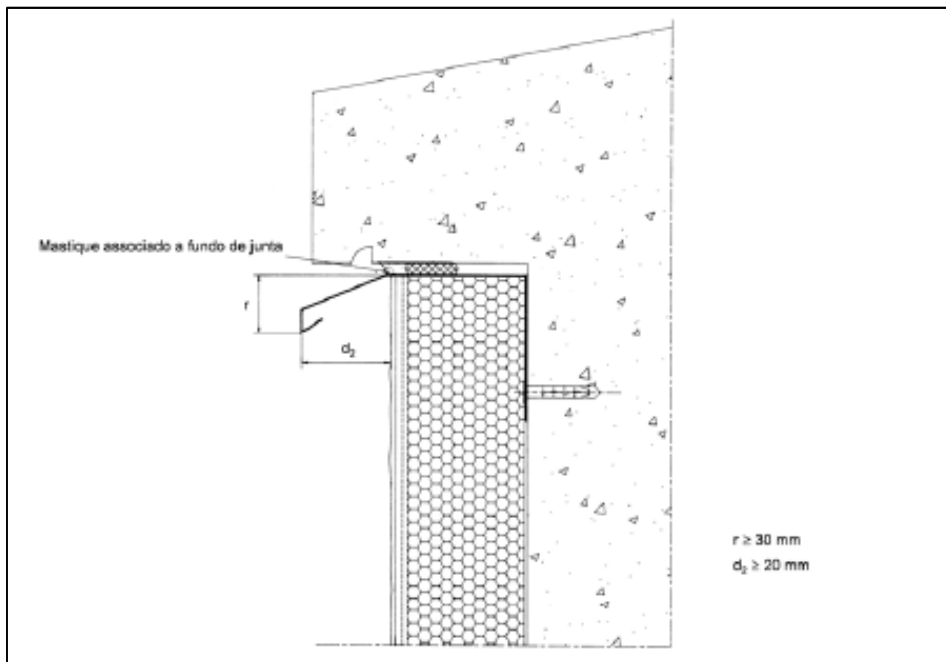
Limite superior do sistema - beiral (corte vertical)

Pormenor 1.7.



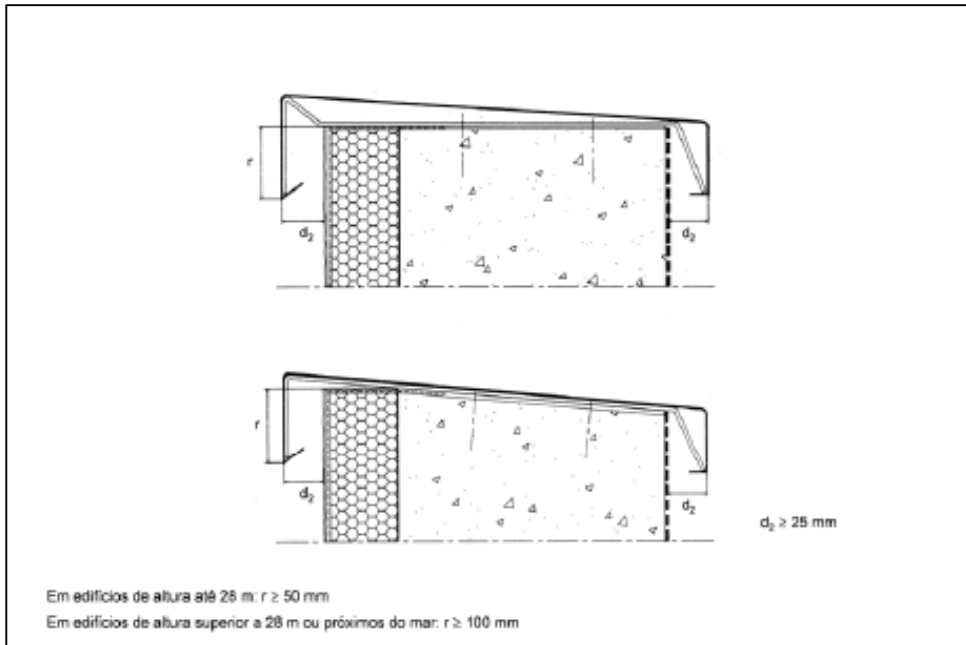
Limite superior do sistema - peitoril (corte vertical)

Pormenor 1.8.



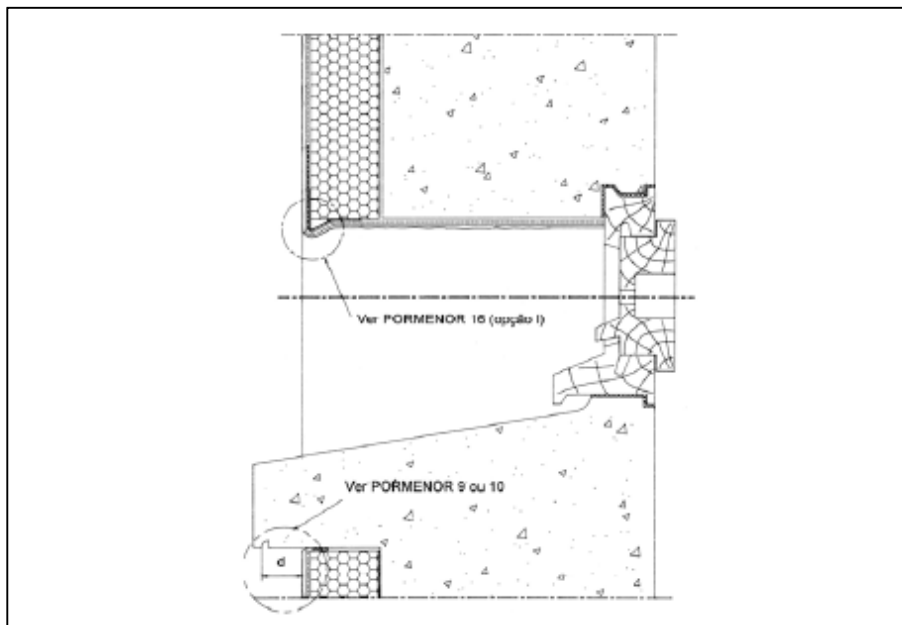
Limite superior do sistema - peitoril (corte vertical)

Pormenor 1.9.



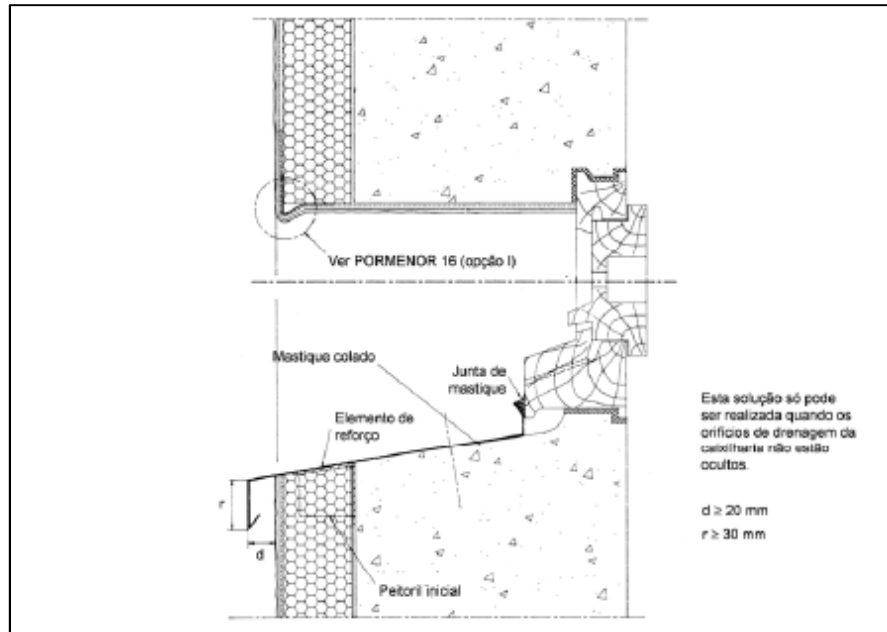
Limite superior do sistema - platibanda (corte vertical)

Pormenor 1.10.



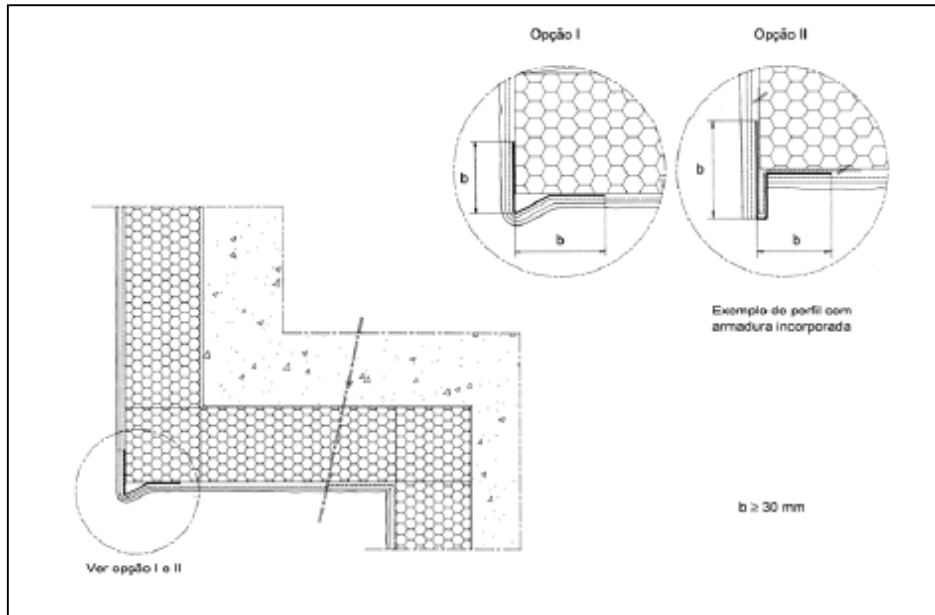
Ligação do sistema com um vão mantendo o peitoril original (corte vertical)

Pormenor 1.11.



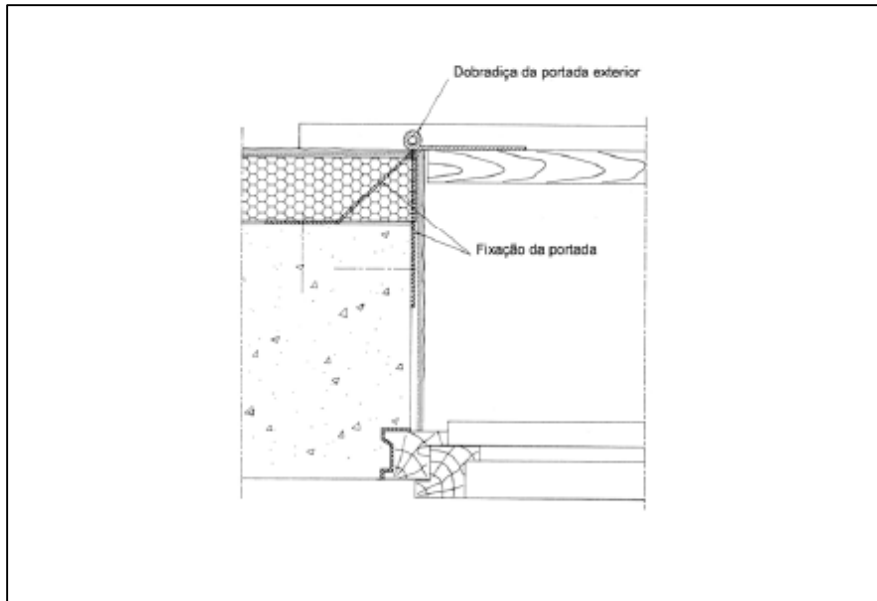
Ligação do sistema com um vão substituindo o peitoril original (corte vertical)

Pormenor 1.12.



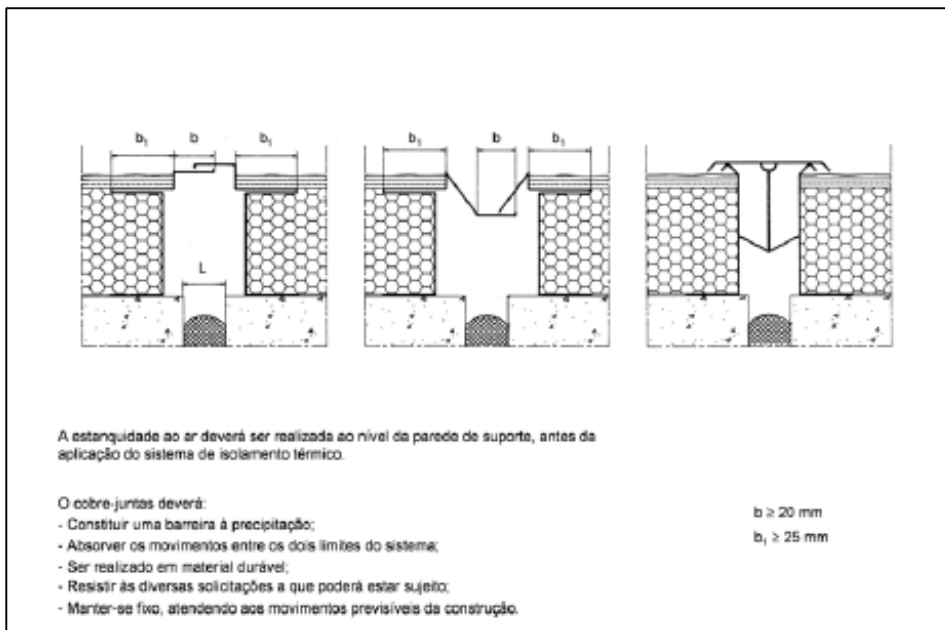
Face inferior de uma consola (corte vertical)

Pormenor 1.13.



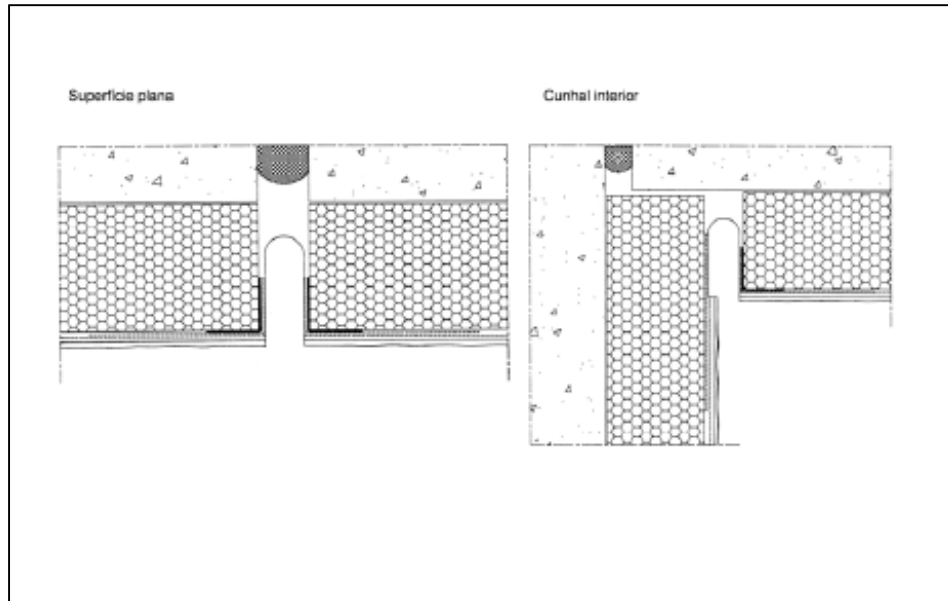
Ligação do sistema com vãos - portada exterior (corte horizontal)

Pormenor 1.14.



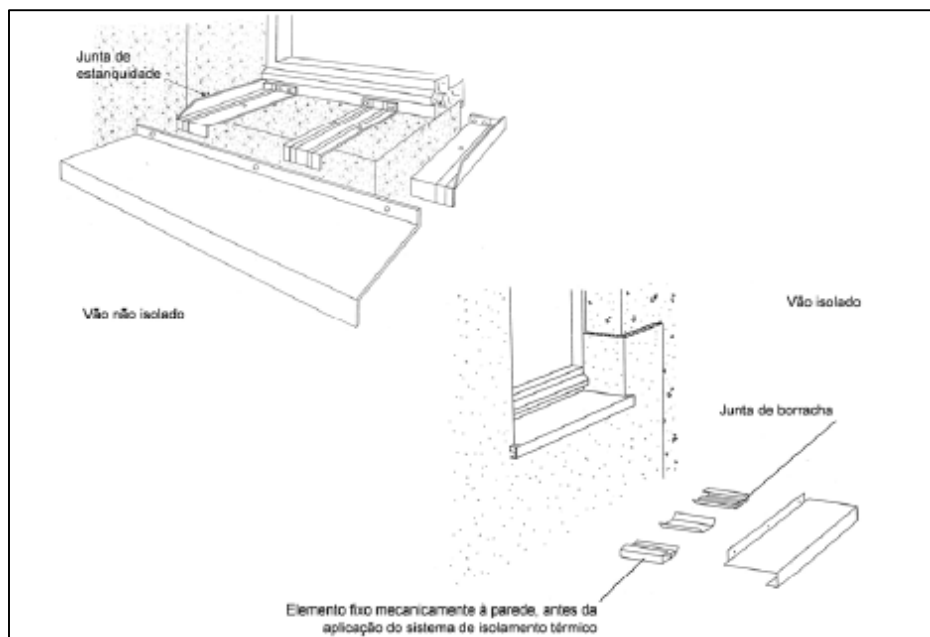
Junta de dilatação estrutural com perfil cobre-juntas (corte horizontal)

Pormenor 1.15.



Junta de dilatação estrutural sem perfil cobre-juntas (corte horizontal)

Pormenor 1.16.



Fixação do peitoril